

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

**DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA**



ITESM

Campus Monterrey

**EFFECTO DE LA ADMINISTRACION DE OPERACIONES
EN LA CALIDAD TOTAL DE LAS ORGANIZACIONES**

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE CALIDAD**

TOMAS BAZAN CUEVAS

DICIEMBRE DE 2000

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**



**EFFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES EN
LA CALIDAD TOTAL DE LAS ORGANIZACIONES**

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE CALIDAD**

TOMÁS BAZÁN CUEVAS

DICIEMBRE 2000

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi amor a:

Dios por otorgarme la vida

Mis padres, Mary y Tomás Felipe, por el amor y fe que han depositado en mí. Por ser siempre una fuente de inspiración en mi vida. Los quiero mucho.

A mis abuelitos Celia y Rafael, Grandpa y Grandma por haber compartido conmigo momentos muy bonitos a lo largo de mi vida.

A mi hermana Adriana, por su gran amor, cariño y apoyo.

A mi novia Abigail, por su gran apoyo en todo momento y por el gran amor que me ha brindado.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas aquellas personas que tuvieron que ver con la realización de la tesis:

A mi asesor, el Dr. José Humberto Cantú Delgado, por el interés que despertó en mí para realizar este Trabajo de Investigación y apoyarme con el desarrollo del mismo.

A mi Sinodal Ing. Eduardo Domínguez Sosa, por ser además de un buen amigo, un apoyo invaluable, en particular en la parte estadística y en general en todo el trabajo de investigación.

A mi Sinodal Ing. Rafael Bourguet Díaz, por su apoyo conceptual en este trabajo de investigación.

A la Ing. Abigail García Ibarra por apoyarme con sus ideas en este trabajo de investigación. También por su apoyo motivacional y moral.

Agradezco a las empresas A, B, C, ... AX por la oportunidad de ser parte de mi trabajo de investigación y por el tiempo invertido en contestar los instrumentos de medición. ¡Muchas Gracias!

Al Lic. Gustavo Llamas Bonilla, mi sinodal no oficial, por sus aportaciones estadísticas y por ser un buen compañero y amigo.

A la Dra. Alda Roxana Cardenas Esparza por haberme permitido ser parte del Departamento de Ingeniería de Sistemas, por su apoyo confianza y amistad.

A la Srita. Isabel García Soto, por su apoyo en este trabajo de investigación.

A mi equipo del programa de Radio "Dialogo Sistemico" por su apoyo y por compartir grandes momentos.

Finalmente pero no menos importante, quiero agradecer a mis compañeros del departamento de Ingeniería de Sistemas del ITESM, Campus Monterrey por su amistad.

INDICE DE CONTENIDO

Indice General	i
Indice de Tablas Figuras y Gráficas	viii

Capítulo I: Introducción

1.1 Antecedentes	1
1.1.1 Antecedentes sobre el uso de Escenarios	1
1.1.2 Antecedentes sobre estudios en Administración de Operaciones.....	3
1.1.3 Antecedentes sobre el concepto de Calidad Total	8
1.2 Introducción	10
1.3 Problema	11
1.4 Objetivo	11
1.5 Justificación	12
1.6 Pregunta de Investigación	13
1.7 Hipótesis	13

Capítulo II: Marco Teórico

2.1	Introducción	14
2.2	Administración de la demanda	15
2.2.1	Relación de la Administración de la Demanda con las dimensiones de Calidad	17
2.3	Planeación de la Capacidad	19
2.3.1	Relación de la Planeación de la Capacidad con las dimensiones de Calidad	22
2.4	Administración del Inventario	23
2.4.1	Modelos EOQ	27
2.4.2	Modelos ROP	29
2.4.3	Modelos FOI	30
2.4.4	Modelos SPM (Intervalo Único)	32
2.4.5	Relación del Inventario con las Dimensiones de Calidad	35
2.5	Calendarización	36
2.5.1	Carga	37
2.5.2	Secuenciación	39
2.5.3	Monitoreo	42
2.5.4	Relación de la Calendarización con las Dimensiones de calidad	43

3.2 Modelo Conceptual General	59
3.3 Modelo Conceptual Específico	61
3.4 Instrumentos de Análisis	62
3.4.1 Análisis del Medio Ambiente Organizacional	63
3.4.1.1 Instrumento para el análisis de medio ambiente	63
3.4.1.2 Evaluación de resultados de Encuesta de Medio Ambiente	67
3.4.2 Instrumento de Análisis de Administración de Operaciones.....	68
3.4.3 Instrumento de Análisis de Resultados en Calidad Total	73
3.5 Método de Análisis de Resultados	75

Capítulo IV: Análisis de Resultados

4.1 Introducción	79
4.1.1 Calificaciones Obtenidas	82
4.1.2 Manejo de las variables de Administración de Operaciones	86
4.2 Resultados Obtenidos en la Administración de la Demanda y Aseguramiento de Calidad	88
4.2.1 Resultados de la variable Administración de la Demanda	88

4.2.1.1 Administración de la Demanda (Escenario 1)	90
4.2.1.2 Administración de la Demanda (Escenario 2)	91
4.2.1.3 Administración de la Demanda (Escenario 3)	93
4.2.2 Resultados de la Variable Aseguramiento de Calidad	94
4.2.2.1 Resultados de la variable Aseguramiento de Calidad (Escenario 1)	96
4.2.2.2 Resultados de la variable Aseguramiento de Calidad (Escenario 2)	98
4.2.2.3 Resultados de la variable Aseguramiento de Calidad (Escenario 3)	100
4.3 Analisis de Regresión Múltiple en las Variables Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y Calendarización de Actividades	101
4.3.1 Regresión Múltiple	102
4.3.1.1 Analisis de Regresión de la Técnica Punto de Reorden bajo una tasa de demanda variable.....	106
4.3.1.2 Analisis de Regresión de la Técnica DDATE (Vencimiento más próximo) dentro de la variable Calendarización de Actividades	108
4.3.1.3 Analisis de Regresión de la Técnica S/OPN (Holgura por Operación Restante en la variable Calendarización de Actividades)	110
4.3.1.4 Analisis de Regresión de la Técnica Grafica de Gantt por Carga Finita	111

4.4	Análisis cualitativo de los Datos	113
4.4.1	Estratificación por Puntaje Obtenido en Calidad Total	114
4.4.1.1	Estratificación por Puntaje Obtenido en Calidad Total (Escenario 1)	114
4.4.1.2	Estratificación por Puntaje Obtenido En Calidad Total (Escenario 2)	120
4.4.1.3	Estratificación por Puntaje Obtenido En Calidad Total (Escenario 3)	122
4.4.2	Estratificación por Medición de la Capacidad del Proceso (Cp)	125
4.4.2.1	Estratificación por Medición de la Capacidad del Proceso (Cp) en el escenario 1	126
4.4.2.2	Estratificación por Medición de la Capacidad del Proceso (Cp) en el escenario 2	127
4.4.2.3	Estratificación por Medición de la Capacidad del Proceso (Cp) en el escenario 3	128
4.4.3	Técnicas marcadas como "Otros"	129
4.4.3.1	Estratificación de las técnicas marcadas como otros en el escenario 1	130
4.4.3.2	Estratificación de las técnicas marcadas como otros en el escenario 2	134
4.4.3.3	Estratificación de las técnicas marcadas como otros en el escenario 3	137

Capítulo V

5.1	Introducción	142
5.2	Limitaciones del Trabajo de Investigación	142
5.3	Conclusiones	143
5.3.1	Logro del Objetivo de Investigación	143
5.3.2	Conclusiones Generales	144
5.4	Estudios Futuros	147

ANEXOS

Anexo I	Definición de las variables de entorno o Medio Ambiente	153
Anexo II	Definiciones de las técnicas de Administración de Operaciones	154
Anexo III	Desglose de los puntajes de Calidad Total en sus Dimensiones de Calidad	164
Anexo IV	Desglose de los escenarios de las organizaciones, en los valores de cada una de las variables de entorno o Medio Ambiente	166
Anexo V	Nomenclatura de las técnicas de Administración de Operaciones	169

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS Y GRÁFICAS**TABLAS**

Tabla 1.1	Frecuencia de uso de los métodos cuantitativos	6
Tabla 1.2	Satisfacción del usuario con los métodos cuantitativos	7
Tabla 2.1	Métodos de Pronóstico comúnmente utilizados	17
Tabla 2.2	Estrategias para la Planeación de la Capacidad	21
Tabla 2.3	Tipos de Costos Asociados con el Inventario	26
Tabla 2.4	Modelos para Administrar el Inventario	35
Tabla 3.1	Descripción de Escenarios	66
Tabla 4.1	Resultados en Calidad Total y Número de Operaciones de las 50 empresas encuestadas	82
Tabla 4.2	Conversión de Puntajes de Escala Likert a escala en base 100	83
Tabla 4.3	Distribución de Frecuencias del Número de Operaciones Totales Realizadas	86
Tabla 4.4	Análisis de Regresión Lineal para la variable Administración de la Demanda y Puntajes en Calidad Total	89

Tabla 4.5	Análisis de Regresión de la variable Administración de la Demanda en el Escenario 1	91
Tabla 4.6	Análisis de Regresión de la variable Administración de la Demanda en el Escenario 2	92
Tabla 4.7	Análisis de Regresión de la variable Administración de la Demanda en el Escenario 3	93
Tabla 4.8	Análisis de Regresión de la variable Aseguramiento de Calidad	96
Tabla 4.9	Análisis de Regresión de la variable Aseguramiento de Calidad en el Escenario 1	97
Tabla 4.10	Análisis de Regresión de la variable Aseguramiento de Calidad en el Escenario 2	99
Tabla 4.11	Análisis de Regresión de la variable Aseguramiento de Calidad en el Escenario 3	101
Tabla 4.12	Pruebas de Confiabilidad simultánea para las variables X_1 y X_2 por técnica utilizada	105
Tabla 4.13	Técnicas que cumplen con la confiabilidad adecuada para la Regresión Múltiple y sus respectivas variables	106
Tabla 4.14	Análisis de Regresión para la técnica Punto de Reorden bajo una tasa de demanda variable Dentro De la variable Administración del Inventario	106

Tabla 4.15	Valores Posibles del Análisis de regresión en la Técnica Punto de Reorden bajo tasa de demanda variable	108
Tabla 4.16	Análisis de Regresión para la técnica DDATE (vencimiento más próximo) dentro de la variable Calendarización de Actividades	109
Tabla 4.17	Valores Posibles del Análisis de regresión en la técnica DDATE	109
Tabla 4.18	Análisis de Regresión Múltiple para la técnica S/OPN dentro de la variable Calendarización de Actividades	110
Tabla 4.19	Valores Posibles del Análisis de regresión en la técnica S/OPN (Holgura por Operación Restante en la variable Calendarización de Actividades)	111
Tabla 4.20	Análisis de Regresión para la técnica Monitoreo por Carga Finita dentro de la variable Calendarización de Actividades	112
Tabla 4.21	Valores Posibles del Análisis de regresión en la técnica Monitoreo por Carga Finita dentro de la variable Calendarización de Operaciones.....	112
Tabla 4.22	Estratificación por Puntaje Obtenido en Calidad Total en el Escenario 1	115
Tabla 4.23	Desglose de los puntajes en Calidad Total para la empresa H.....	116

Tabla 4.24	Desglose de los puntajes en Calidad Total para la empresa T	119
Tabla 4.25	Estratificación por Puntaje Obtenido en Calidad Total en el Escenario 2	121
Tabla 4.26	Estratificación por Puntaje Obtenido en Calidad Total en el Escenario 3	122
Tabla 4.27	Desglose de los puntajes en Calidad Total para la empresa AV	124
Tabla 4.28	Desglose de los puntajes en Calidad Total para la empresa AX	125
Tabla 4.29	Estratificación del Escenario 1 en cuanto a organizaciones que miden su Cp	126
Tabla 4.30	Estratificación del Escenario 2 en cuanto a Organizaciones que miden su Cp	128
Tabla 4.31	Estratificación del Escenario 3 en cuanto a Organizaciones que miden su Cp	129
Tabla 4.32	Estratificación del Escenario 1 de empresas con técnica marcada como "otros"	131
Tabla 4.33	Estratificación del Escenario 2 de empresas con técnica marcado como "otros"	135

Tabla 4.34	Desglose de los puntajes en Calidad Total para la empresa AV	138
Tabla 4.35	Estratificación del Escenario 3 de empresas con técnica marcada como "otros"	139
Tabla 4.36	Desglose de los puntajes en Calidad Total para la empresa AP	140

FIGURAS

Figura 3.1	Modelo Conceptual General	60
Figura 3.2	Modelo Conceptual Específico en Administración de Operaciones	62
Figura 5.1	Modelo Conceptual Específico Original.....	149
Figura 5.2	Modelo Conceptual Específico tomando en cuenta cada Dimensión de Calidad.....	151

GRÁFICAS

Gráfica 4.1	Distribución General de los Escenarios en las Organizaciones	79
Gráfica 4.2	Puntajes de Calidad Total en las 50 empresas y sus acumulados	84

Gráfica 4.3	Número de Operaciones Totales en las 50 empresas y sus acumulados	85
Gráfica 4.4	Relación del Numero de Operaciones realizados en las cinco variables de Administración de Operaciones con los Puntajes Obtenidos en Calidad Total para los tres escenarios	87
Gráfica 4.5	Relación entre el número de Técnicas utilizadas en Administración de Operaciones y los puntajes obtenidos en Calidad Total	89
Gráfica 4.6	Relación entre el número de Técnicas utilizadas en Administración de la Demanda y los puntajes obtenidos en Calidad Total para el Escenario 1	90
Gráfica 4.7	Relación entre el número de Técnicas utilizadas en Administración de Operaciones y los puntajes obtenidos en Calidad Total para el Escenario 2	92
Gráfica 4.8	Relación entre el número de Técnicas utilizadas en Administración de Operaciones y los puntajes obtenidos en Calidad Total para el Escenario 3	93
Gráfica 4.9	Relación entre el número de Técnicas utilizadas en el Aseguramiento de Calidad y los puntajes obtenidos en Calidad Total	95

Gráfica 4.10	Relación entre el número de Técnicas utilizadas en el Aseguramiento de Calidad y los puntajes obtenidos en Calidad Total para el Escenario 1	97
Gráfica 4.11	Relación entre el número de Técnicas utilizadas en el Aseguramiento de Calidad y los puntajes obtenidos en Calidad Total para el Escenario 2	98
Gráfica 4.12	Relación entre el número de Técnicas utilizadas en el Aseguramiento de Calidad y los puntajes obtenidos en Calidad Total para el Escenario 3	99
Gráfica 4.13	Dispersión x - y del Cp y el Puntaje Obtenido en Calidad Total en empresas del escenario 1.....	127

Capítulo I

Introducción

1.1 Antecedentes

En esta sección se estudiarán los antecedentes de las tres partes principales de este trabajo de investigación, estas tres partes son: Los escenarios como modelos del ambiente de la organización, el uso de técnicas de administración de operaciones y el concepto de Calidad Total.

1.1.1 Antecedentes sobre el uso de Escenarios

El uso de escenarios para analizar problemas complejos, o problemas que se pueden presentar en diferentes formas no es nada nuevo, incluso sus orígenes más primitivos los encontramos al final de la segunda guerra mundial.

Según Ruth S. Raubitscheck, el análisis múltiple de escenarios (MSA por sus siglas en inglés), “es una técnica utilizada para analizar desarrollos futuros en situaciones caracterizadas por un alto grado de incertidumbre y complejidad”. Esta definición servirá de apoyo para los escenarios presentados en este trabajo de investigación [Lamb 1988].

Todas las organizaciones, incluyendo a las universidades, son percibidas por los expertos como sistemas sociales que interactúan con su medio ambiente [Scott 1987]. Esta percepción es muy importante en esta investigación, debido a que los escenarios que se estudiarán toman en consideración precisamente estos aspectos de medio ambiente. El medio ambiente de una organización está formado por los aspectos externos que la afectan o puedan afectarla.

A principios de los años 50's, los militares estadounidenses empezaron a hacer análisis sobre sus fuerzas en comparación con las de la unión soviética, ahí se

empezaron a utilizar los escenarios como modelos del entorno, a diferencia de las prácticas anteriores de considerarlos como entradas a estos modelos [Lamb 1988].

En los años 60's el análisis de escenarios se utilizó principalmente para mejorar o tratar de mejorar problemas la sociedad, al identificar, analizar y evaluar posibles estados futuros de misma. Estos escenarios fueron utilizados en Estados Unidos y Francia principalmente, donde incluso construyeron centros de investigación. Ya para fines de esta década, los escenarios eran ya un recurso metodológico para enfrentar decisiones a largo plazo acerca de políticas de situaciones complejas [Lamb 1988].

En los años 70's se vio en los Estados Unidos una desestabilización en su economía, lo cual repercutió a la larga en un desorden en el clima organizacional, por lo que las compañías se vieron en la necesidad de fijarse metas a largo plazo, así como hacer suposiciones sobre situaciones que no pueden ser previstas con facilidad. Durante esta década, existió una alta incertidumbre y, también muchos adelantos tecnológicos que cambiaron la forma de operar de las compañías.

Esta situación obligó a las personas a utilizar escenarios, como por ejemplo, el hecho de que el cliente exija más de un producto o servicio, sus cambios constantes en cuanto a sus expectativas, etcétera. Otro factor importante fue la revolución de los países exportadores de petróleo, los cuales realizaron sus transacciones monetarias entre países en periodos cortos de tiempo, lo cual cambiaba la situación económica y política de estos países en el corto plazo [Lamb 1988].

En la década de los 80's, el análisis de escenarios fue visto como una ayuda para evaluar los beneficios y los riesgos de las estrategias tomadas por compañías, así como guías para elegir planes de contingencia en caso de enfrentarse a condiciones adversas. También fueron utilizados por compañías multinacionales

para crear un conjunto de sugerencias suposiciones y conceptos. Se vio la necesidad también de involucrar a los administradores, usuarios y a las personas del departamento de planeación. El reto era elegir las variables correctas, así como su relación entre ellas, al construir escenarios para la toma de decisiones. Fue a finales de esa década cuando comenzó el auge de la globalización y los mercados mundiales; las industrias entonces se vieron en la necesidad de integrar escenarios a nivel macro con los escenarios de la industria en cuestión para tomar decisiones específicas [Lamb 1988].

Actualmente uno de los mayores retos a los que se enfrentan las personas de planeación estratégica es la identificación de los distintos escenarios, es decir identificar los eventos importantes para una compañía y descartar los que no son tan relevantes, como base para un plan estratégico.

Los usos prácticos del análisis de escenarios recientemente han sido muchos, por ejemplo, se utilizan en el análisis de riesgos de mercado, donde cada escenario representa el valor que se obtiene de tomar una decisión en el futuro. Los escenarios también tuvieron cabida en el análisis de riesgos de crédito, entre otros usos [Wallace 2000].

1.1.2 Antecedentes sobre estudios en Administración de Operaciones

Durante la segunda Guerra Mundial, los servicios militares americano e inglés trabajaron con grupos activos en este campo. Como resultado, surgió un número de personas llamadas “Administradores de Operaciones Militares” que aplican estos enfoques a los problemas de defensa nacional. Dedicaron sus esfuerzos a la planeación táctica de los requerimientos y uso de los sistemas de armamento, al igual que estudian los complejos problemas de la asignación e integración del trabajo [Hillier 1994].

La administración de operaciones también se usa ampliamente en otro tipo de organizaciones, incluyendo la industria y el comercio. Casi todas las organizaciones alrededor del mundo y una buena proporción de las industrias más pequeñas cuentan con departamentos bien establecidos de administración de operaciones. Las industrias, incluyendo la aérea y de proyectiles, la automotriz, comunicaciones, computación, energía eléctrica, electrónica, alimenticia, metalúrgica, minera, del papel, del petróleo y del transporte han empleado la Administración de Operaciones. Las instituciones financieras, gubernamentales y de salud están incluyendo cada vez más estas técnicas [Hillier 1994].

Se llevaron a cabo algunos estudios sobre Administración de Operaciones en los Estados Unidos, algunos de ellos dirigidos especialmente a las empresas clasificadas en la publicación Fortune como las 500 más importantes.

En 1972, E. Turban hizo un informe sobre un estudio de las actividades de Administración de Operaciones que proporcionó un panorama de dichas actividades durante 1969. Se mandaron cuestionarios por correo a los directores de Administración de operaciones de 475 compañías. Éstas se seleccionaron entre las 500 más importantes de la lista del Fortune, usando las 300 corporaciones industriales más grandes, y las 25 compañías más grandes de cada una de las categorías de servicios, bancos, servicios públicos (luz, gas y energía eléctrica), comercializadoras, aseguradoras y de transporte. (¡Regresaron 107 cuestionarios!)

En 1977, Ledbetter y Cox publicaron los resultados de un estudio de 500 empresas del Fortune (según la lista de 1975) sobre la utilización de técnicas de administración de operaciones en sus empresas. (Contestaron 176 cuestionarios!)

En 1979, Thomas y DaCosta informaron sobre un estudio de las actividades de Administración de Operaciones que incluyó 260 empresas de la lista de 1975 de las 500 empresas más importantes del Fortune, las 100 compañías industriales

más grandes de California y otro tanto de instituciones financieras, también en California (Se recibieron 150 cuestionarios contestados!)

En 1983, G.A. Forgionne, publicó los resultados de un estudio sobre la utilización de administración de operaciones. En 1982 se envió por correo un cuestionario a una muestra aleatoria de 500 empresas tomadas de las 1500 corporaciones más grandes de Estados Unidos (Se recibieron 125 respuestas!)

Tanto en la investigación de Turban como en la de Thomas y DaCosta, indicaron que casi la mitad de las empresas que contestaron tenían un departamento especial dedicado a actividades de Administración de Operaciones. Además, casi todos los departamentos especializados informan al presidente, al vicepresidente, o al coordinador de la empresa.

Todos los que les contestaron el cuestionario usan técnicas de Administración de Operaciones; debido a esto, Thomas y DaCosta concluyeron que “las ciencias de la administración forman cada día más, una parte de las actividades normales de la empresa moderna y por lo tanto ya no se trata de una función especializada que deba llevarse a cabo en un departamento separado” [Hillier 1994].

Las investigaciones anteriores nos revelan la utilización y frecuencia de uso de las técnicas de Administración de Operaciones, sin embargo también se realizó otra investigación, 1977 (Hugh J. Watson y Joan M. Baecher) que incluye además de la utilización de las técnicas, el grado de satisfacción de los usuarios de esas técnicas (no la de los clientes!), a los miembros de la *Operations Research Society of America ORSA* y al Institute of Management Science (TIMS, El instituto de Ciencias de la Administración) [Gallagher 1982].

Estos estudios arrojan como resultado, la relativa popularidad de los diferentes métodos y técnicas y la reacción de los usuarios a los mismos. Los datos

referentes a la frecuencia del uso de las técnicas se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Método	Porcentaje de usuarios que evalúan los métodos como:		
	Nada	Algunas Veces	Con Frecuencia
Análisis Económico	3	25	72
Análisis Estadístico	6	27	67
Simulación	15	35	50
Programación lineal	27	50	23
Teoría de Inventarios	34	45	21
PERT/CPM	41	38	21
Programación matemática	55	34	11
Técnicas de búsqueda	60	35	5
Teoría de colas	63	31	6
Teoría de juegos	84	14	2

Tabla 1.1 Frecuencia de uso de los métodos cuantitativos

Estos datos son muy interesantes y aportan información acerca de la popularidad de ciertas técnicas para administrar las operaciones. Hugh J. Watson y Joan M. Beacher investigaron, aparte de lo anterior, cuál es el grado de satisfacción del usuario (en este caso los administradores) de algunos métodos cuantitativos.

Los valores posibles son cuatro, los usuarios pueden calificar a las técnicas como: malas, regulares, buenas o simplemente inciertas. Estos datos se muestran a continuación en la tabla 1.2:

Porcentaje de usuarios que evalúan los métodos como:				
Método	Malos	Regulares	Buenos	Incierto
Análisis Económico	1	20	78	1
Análisis Estadístico	1	17	80	2
Simulación	3	20	73	4
Programación lineal	14	28	49	9
Teoría de Inventarios	9	36	51	4
PERT/CPM	10	40	47	3
Programación matemática	7	33	51	5
Técnicas de búsqueda	6	33	56	5
Teoría de colas	7	24	60	9
Teoría de juegos	21	31	26	22

Tabla 1.2 Satisfacción del usuario con los métodos cuantitativos

Esta tabla también nos arroja información sobre cómo perciben los usuarios éstas técnicas cuantitativas de administración de operaciones, pero no en términos del cliente, sin internamente, en función de ellos mismos.

En este trabajo de investigación, y como se verá más adelante, se investiga el uso de 66 técnicas de administración de operaciones, a diferencia de los estudios mostrado anteriormente que agrupan estas técnicas en categorías, tales como

Análisis económico, Análisis estadístico etcétera, en lugar de enumerar cada una de las técnicas.

En cualquiera de los casos estas investigaciones se realizaron en Estados Unidos, el presente trabajo de investigación se llevo a cabo en empresas de México. Otra diferencia con respecto a investigaciones análogas, es que por lo general se realizan sobre las mejores, o *top 500* de Estados Unidos, mientras que el presente trabajo de investigación no establece el requisito de que la organización en cuestión sea exitosa; debido a que lo que se desea investigar es la razón de ese éxito y no la popularidad de las técnicas de Administración de Operaciones realizadas por las organizaciones exitosas.

1.1.3 Antecedentes sobre el concepto de Calidad Total

Desde 1950, Joseph Juran y Edwards Deming han destacado la necesidad de mejores productos y servicios, pero no fue sino hasta 1961 que Armand Feigenbaum utilizó por primera vez el *término control de la calidad total*.

El movimiento de Calidad Total empezó en Estados Unidos a finales de los años setenta y se originó por la inquietud de algunos líderes industriales cuyas empresas eran incapaces de mantener su participación en el mercado comparativamente con la de sus competidores extranjeros (sobre todo del Lejano Oriente). Estos últimos fabricaban productos con una calidad consistentemente más alta y tenían la capacidad de hacerlos llegar al mercado en un tiempo menor que sus contrapartes estadounidenses, y con un costo más bajo. Con este propósito y ante la insistencia de sus gerentes, visitaron Japón para intentar descubrir cuál era la diferencia [Ciampa 1992].

Los elementos individuales de la manera en que los japoneses habían aprendido a producir no eran nuevos; se habían adaptado de Occidente cuando los hombres de negocios japoneses realizaron misiones de exploración similares en los quince

años precedentes. La maquinaria de tipo celular, la tecnología de grupo, los sistemas complejos de programación, las herramientas de control estadístico de proceso (CEP), etcétera, fueron importados por Japón. La única parte técnica utilizada en Japón desde un inicio era el precepto de hacer una sola cosa a la vez y sólo cuando sea necesaria.

El concepto de la importancia del cliente como punto clave de todas las actividades no existía en Estados Unidos antes de 1980, el objetivo era interno, las empresas estadounidenses tenían la esperanza de que las cosas mejoraran dentro de la empresa, así bajarían los costos, lo cual aumentaría las utilidades.

Poco tiempo después, los ejecutivos estadounidenses que observaban el funcionamiento de las empresas japonesas se percataron de que éstas dirigían mucho menos su atención hacia el interior de ellas mismas, en Japón se aplicaba un enfoque dirigido al exterior, orientado al cliente, que impulsaba las mejoras internas. Si el cliente estaba satisfecho, se estaba realizando un buen trabajo. Se escuchaba más a los clientes, lo que ellos pedían se traducía en los que se diseñaba y producía.

Las enseñanzas que nos dejaron los japoneses en décadas pasadas (a diferencia de lo que se hacía en occidente), para llegar a lo que conocemos como Calidad Total han sido producto de la observación y la experimentación, estas fueron (entre otras):

- Cooperación entre departamentos y diferentes especialidades.
- Los empleados que tenían contacto directo con el producto eran más influyentes
- Había un criterio diferente para guiar la conducta que hacía a la gente
 - ✓ Esforzarse pro mejorar continuamente
 - ✓ Considerar como indispensable el tiempo
 - ✓ Concentrarse ante todo y más que nada en el cliente

Estas enseñanzas representaron un cambio en la forma en que se habían administrado las empresas. Lo aprendido por los estadounidenses al observar a los japoneses a fines de los años setenta y principios de los ochenta se originó de un interés competitivo; esto fue como un detonador con el cual empezaron a fusionarse disciplinas antes separadas en un solo enfoque multidisciplinario a la excelencia organizacional, el cual contiene elementos técnicos, físicos, conductuales y de liderazgo. A este enfoque multidisciplinario es lo que se conoce ahora como *Calidad Total*.

1.2 Introducción

La forma en que operan las organizaciones es muy compleja, no se pueden reducir las actividades como: toma de decisiones, formas de hacer las cosas, medidas preventivas y correctivas, pedidos, inventarios, calendarización, programas de calidad a seguir, entre otras, a un número de variables dentro de ecuaciones que puedan predecir qué es lo que va a pasar, ¿Cuál será la calidad de la organización?, ¿Cuáles serán sus costos? ¿Qué seguridad le transmitirán al cliente? ¿Qué motivación tendrán los empleados?, etcétera.

Sin embargo en este trabajo de investigación, se tratará de probar que se pueden reconocer patrones de comportamiento que permitan ubicar a las organizaciones en ciertos grupos o categorías importantes para su estudio (escenarios) y para conocer cuáles serán las acciones a emprender para que la empresa sea exitosa y, en caso que lo sea, para incrementar su posicionamiento en el mercado con el objeto de que continúe siendo exitosa. También es importante conocer el medio ambiente de la empresa que se está estudiando para encontrar posibles situaciones adversas que tenga la empresa sin alguna razón aparente.

Según Stein W. Wallace, "... es importante que los escenarios, para que tengan algún sentido deben de ser definidos de tal manera que sean independientes de nuestras decisiones. Si nosotros tuviéramos injerencia sobre los escenarios, no serían escenarios sino variables independientes. El propósito del análisis de

escenarios es encontrar que actividades debemos de realizar en ambientes cambiantes. " [Wallace 2000].

1.3 Problema

Actualmente, en las organizaciones se conocen algunas o todas las herramientas clave de administración de operaciones que incrementan la calidad y productividad de las mismas, pero desconocen cuáles aplican a ellos, o en qué medida son significativos para lograr el éxito de su empresa.

De acuerdo a la investigación bibliográfica realizada, no existe un modelo que permita ubicar a las organizaciones en distintos escenarios para su clasificación, estudio y mejora en administración de operaciones para incrementar sus resultados en Calidad Total.

1.4 Objetivos

- Determinar y detectar el impacto de la Administración de Operaciones en los resultados organizacionales, con el objeto de acelerar la madurez de su sistema de calidad.
- Evaluar las prácticas de administración de operaciones de las organizaciones a partir de cinco variables, para después comparar estas prácticas con las seis dimensiones de calidad, de tal manera que cualquier organización que se ubique en un escenario dado, tenga guías para administrar sus operaciones.

1.5 Justificación

El Centro de Calidad del ITESM Campus Monterrey detectó como área de oportunidad en este centro, el proporcionar consultoría más acorde a las necesidades de las organizaciones cliente. Para esto, lo que esta investigación trata es el identificar las practicas de Administración de Operaciones más útiles según el escenario en que esta opera.

Este estudio ayudará a que las organizaciones se puedan ubicar en alguno de los escenarios clave con el que podrán enfocar sus esfuerzos en Administración de Operaciones de una mejor manera, así como mejorar su desempeño general en términos de la Calidad Total.

Los parámetros de Calidad Total que se utilizarán en este trabajo de investigación son los que emplea el Centro de Calidad del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Monterrey en sus proyectos con diversas organizaciones. Estos parámetros o dimensiones de calidad son: Calidad del Producto, Costo, Entrega, Seguridad, Medio Ambiente y Motivación del empleado (Ver instrumento de Análisis de Resultados en Calidad Total, Capítulo tres).

Hall ha dividido los factores ambientales de las organizaciones en dos categorías: La primer categoría es el número limitado de factores que la afectan, y que están relacionadas con la tarea y la segunda categoría es el número ilimitado de factores que influyen a las organizaciones en la sociedad. En general el ambiente relacionado con la tarea es compuesto por una serie de factores que son únicos a la organización, mientras que el ambiente general de la sociedad incluye factores que son los mismos para todas las organizaciones [Hall 1976].

En base a esto el instrumento para el análisis del medio ambiente que se muestra en el capítulo tres, toma en cuenta estas dos categorías (tarea y ambiente general social). En cuanto a la tarea se toma en cuenta la disponibilidad de recursos

financieros, el nivel de tecnología y el grado de competencia. En cuanto al ambiente general social, toma en cuenta el impacto en las condiciones económicas, el impacto en las condiciones gubernamentales, el nivel sociocultural y la disponibilidad de proveedores.

Los aspectos específicos de la tarea de las organizaciones quedan cubiertos en el segundo instrumento referente al Análisis de Administración de Operaciones. Estos aspectos, aunque no forman parte de los escenarios, cuestionan más a fondo lo que realizan las organizaciones en el área de Administración de Operaciones para después comparar las organizaciones entre sí y obtener conclusiones acerca de cómo pueden llegar las organizaciones promedio a ser exitosas.

1.6 Pregunta de Investigación

¿Qué técnicas de Administración de Operaciones, de llevarse a cabo por organizaciones ubicadas en un ambiente o escenario determinado son adecuadas para incrementar su nivel de Calidad Total?

1.7 Hipótesis

De acuerdo con el medio ambiente de la organización, es posible diagnosticar la situación del sistema organizacional para poder lograr acelerar la madurez de su sistema de calidad en términos del uso de técnicas de Administración de Operaciones.

Capítulo II

Marco Teórico

Administración de Operaciones y Calidad Total

2.1 Introducción

El propósito de esta sección es dar una panorámica general sobre la *Administración de Operaciones*, y la *Calidad Total* ya que son estas las áreas que se estudiarán para los propósitos de este trabajo de investigación. La Administración de Operaciones comprende muchas variables, entre las que se encuentran: las herramientas para tomar decisiones (análisis de decisión), Aseguramiento de la Calidad, Diseño de Productos y Servicios, Proceso de Planeación, Distribución de las Instalaciones, Administración de Recursos Humanos, Administración de la Demanda, Capacidad de Planeación, Programación Lineal, Administración del Inventario, Calendarización, Administración de Proyectos etcétera.

Sin embargo aquí se estudiarán 5 de estas variables, las cuales son: *Administración de la Demanda, Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario, Calendarización y Aseguramiento de Calidad*.

Estas variables están relacionadas entre sí, en particular las primeras 4, sin embargo para fines de estudio se describirán en forma separada, aunque en cada variable se puede notar la relación con las demás. Se describe además al final del estudio de cada variable, la relación que tiene con la Calidad Total en términos de las 6 dimensiones de Calidad Total (*Calidad, Costo, Entrega, Seguridad, Medio Ambiente y Motivación del Empleado*).

Al final de este capítulo en la sección 2.6, dedicada a *Calidad Total*, se estudiará la última de las 5 variables de Administración de Operaciones tratada aquí, es decir, la variable *Aseguramiento de Calidad*, así como su relación con la Calidad Total, también en términos de sus 6 dimensiones.

2.2 Administración de la Demanda

La mayoría de las empresas necesitan administrar su demanda para llevar a cabo adecuadamente sus funciones de compras, inventario, producción, calendarización, localización de instalaciones, transportación y distribución.

La Administración de la demanda se lleva a cabo de dos formas: mediante *métodos cualitativos*, basados en el juicio, opinión, experiencias pasadas o adivinanzas para hacer pronósticos y *métodos cuantitativos*, basados en formulas matemáticas [Russell, 1998].

Monks [Monks, 1991] afirma que las empresas pronostican para guiar sus actividades futuras tendientes al cumplimiento de las metas de la organización, que principalmente se pronostica la demanda, pero también pronostican los precios de las materias primas, los costos de la mano de obra, las tasas de interés y los ingresos. También menciona que buenos pronósticos, capacitan a los administradores para planear niveles apropiados de personal, materias primas, capital, inventarios y un gran número de otras variables.

Los aspectos de la administración de la demanda son muy extensos, por ello, se presenta aquí una tabla del libro de Administración de Operaciones de Joseph G. Monks, con respecto a los métodos de pronóstico tanto cualitativos como cuantitativos:

Método	Descripción	Horizonte de tiempo
Opinión y juicio (cualitativos)		
Compuesto por fuerza de ventas	Estimación del área de ventas como un todo.	Corto Plazo a Mediano Plazo
Opinión ejecutiva	Gerentes de mercadotecnia, finanzas, y producción preparan pronósticos	Corto Plazo a Largo Plazo
Ventas y gerente de línea	Los cálculos independientes de los vendedores regionales son canalizados con proyecciones nacionales de los gerentes de línea de productos	Mediano Plazo
Analogía histórica	Pronóstico proveniente de la comparación con un producto similar previamente introducido	Corto Plazo a Largo Plazo
Delphi	Los expertos responden una serie de preguntas (anónimamente), reciben retroalimentación y revisan sus cálculos	Largo Plazo
Investigación de mercado	Se usan cuestionarios y paneles para obtener datos que anticipen el comportamiento del consumidor.	Mediano Plazo a Largo Plazo
Método	Descripción	Horizonte de tiempo
Series de tiempo (cuantitativos)		
Simple	Se usa una regla simple que pronostica igual al último valor o igual más o menos algún porcentaje.	Corto Plazo
Promedios móviles	El pronóstico es simplemente un promedio de los n periodos más recientes	Corto Plazo
Proyección de la tendencia	El pronóstico es una proyección lineal exponencial y otra de la tendencia pasada	Mediano Plazo a Largo Plazo

Descomposición	Las series de tiempo se dividen en sus componentes de tendencia, estacional, cíclica y aleatoria.	Corto Plazo a Largo Plazo
Suavización exponencial	Los pronósticos son promedios móviles ponderados exponencialmente, donde los últimos valores tienen mayor peso.	Corto Plazo
Box Jenkins	Se propone un modelo de regresión de serie de tiempo, estadísticamente probado, modificado y vuelto a probar hasta que sea satisfactorio	Mediano Plazo a Largo Plazo
Asociativos (cuantitativos)		
Regresión y correlación	Se usan una o más variables asociadas para pronosticar por medio de la ecuación de mínimos cuadrados (regresión) o de una asociación (correlación) con una variable explicativa.	Corto Plazo a Mediana Plazo
Econométricos	Se usa una solución por ecuaciones simultáneas de regresión múltiple para una actividad económica	Corto Plazo a Largo Plazo

Tabla 2.1 Métodos de Pronóstico

2.2.1 Relación de la Administración de la Demanda con las dimensiones de Calidad

Cualquier organización que desee ser exitosa necesita cumplir plenamente con las 6 dimensiones de la calidad, como veremos mas adelante estas dimensiones son:

Calidad, Costo del producto o servicio, entrega del producto, Medio ambiente y Motivación del empleado

La relación que guarda nuestra primera variable (Administración de la Demanda) con estas dimensiones es muy estrecha, sin embargo se puede entender intuitivamente, cómo una adecuada administración de la demanda está relacionada directamente con la calidad del producto o servicio, ya que un error en el pronóstico de la demanda puede originar por ejemplo que la producción total sea menor a lo demandado por el mercado, o que el pedido de materias primas sea menor a los requerimientos de ese periodo dentro del proceso, etcétera.

El costo también es una dimensión que se ve afectada directamente en el manejo de la variable Administración de la Demanda, debido a que cuando se pronostica en un periodo dado productos, servicios, materia prima etcétera, ya sea en cantidades superiores a la demanda real o en cantidades inferiores a la misma se incurre en costos innecesarios que la organización no debería pagar.

La entrega del producto o servicio, que es percibida directamente por el cliente está relacionada fuertemente con la Administración de la demanda, por ejemplo, si la demanda pronosticada es inferior a la real, existirá un número de clientes que no podrá adquirir el producto o servicio, percibiendo así el cliente una disminución en la calidad general del producto o servicio.

Tal vez en menor grado, pero no menos importante es la seguridad que se transmite a los clientes por medio de una adecuada Administración de la Demanda, al tener pronósticos certeros sobre la demanda del producto o servicio, se le da confianza al cliente de que la organización es una fuente confiable de los mismos.

2.3 Planeación de la Capacidad

La planeación de la capacidad es una decisión de tipo estratégico para establecer recursos en cualquier organización, esta decisión afecta a los tiempos en que se generan los productos y costos de operación. Una capacidad muy pequeña puede perder clientes y limitar el crecimiento de la organización. Un exceso de capacidad puede acabar los recursos de una compañía y hacer que no se realicen otras inversiones más lucrativas.

[Dilworth 1992] introduce el concepto de *Planeación agregada* como: "el proceso de consolidar todos los requerimientos de capacidad en cada periodo del horizonte intermedio y determinar la mejor manera de proveer la capacidad requerida"

Los objetivos primarios que marca son:

1. Factibilidad: Las necesidades de capacidad interna deben de ir acordes con el sistema de operaciones.
2. Optimización: Determinar la manera menos costosa de cumplir con las necesidades de capacidad.

También menciona que la planeación agregada considera las variables que pueden ser utilizadas para ajustar la capacidad en el horizonte intermedio. Las variables más comunes en la *Capacidad Ajustable* son:

1. El tamaño de la fuerza de trabajo
2. La tasa de producción en términos del número de horas trabajadas por día o semana (a esto se tiene que tomar en cuenta las horas extra y el tiempo muerto)
3. El inventario, si este puede ser utilizado como capacidad almacenada en un periodo para servir en otro periodo (los servicios normalmente no pueden acumular inventario de su salida)

4. Subcontratación

Si solo es ajustada una variable para trabajar con una demanda no uniforme a través del horizonte de planeación, estamos hablando de estrategia pura. Si se ajustan más de una variable se llama estrategia mezclada. En la tabla 2.2 se pueden observar algunos factores de costo y otras consideraciones relacionadas con algunas variables que pueden ser utilizadas para ajustar la capacidad en las operaciones.

Primera estrategia: Absorber las fluctuaciones de la demanda al variar los niveles de inventario, Regreso de órdenes o Demanda Cambiante		
Métodos	Costos	Comentarios
Producir en un periodo anterior y esperar a que el producto sea demandado	Costos de tener el inventario	Las operaciones de servicios no pueden acumular inventario de servicios. Se necesita conocer los niveles pico y/o cambiar la demanda
Ofrecer la entrega del producto o servicio después, cuando la capacidad este disponible	Retardo en recibir las ganancias, puede resultar en perder clientes	Las compañías de manufactura con productos perecederos, están comúnmente restringidas en el uso de este método
Primera estrategia: Absorber las fluctuaciones de la demanda al variar los niveles de inventario, Regreso de órdenes o Demanda Cambiante		
Métodos	Costos	Comentarios
Hacer esfuerzos de mercadotecnia para cambiar la demanda a periodos flojos	Costos de mercadotecnia, descuentos o programas promocionales	Este es un ejemplo de las interrelaciones entre funciones en un negocio
Segunda estrategia: Cambiar solo la Tasa de Producción de acuerdo con los patrones de la demanda no uniforme		

Métodos	Costos	Comentarios
Trabajar horas extra sin cambiar el tamaño de la fuerza de trabajo	Pago de horas extra	El tiempo disponible para trabajo de mantenimiento sin interrumpir la producción se reduce
Tener Staff para niveles de alta producción de tal manera que el uso de horas extra no sea necesario	Un exceso de salarios durante los periodos flojos en la demanda	En ocasiones la fuerza de trabajo puede ser utilizada para mantenimiento diferido durante los periodos de demanda baja
Subcontratar el trabajo a otras compañías	Tener gastos generales de la compañía aparte de gastos generales de la compañía que se subcontrata	La capacidad de otras compañías puede ser utilizada, pero hay menos control de la calendarización y niveles de calidad
Revisar las decisiones de hacer o comprar artículos cuando la capacidad esta completa	Desperdicio de las habilidades de la compañía, herramientas y equipo inutilizado en los periodos flojos	Todos estos métodos requieren inversiones de capital suficientes para la tasa de producción pico, que será subutilizada en los periodos flojos
Tercera estrategia: Cambiar el tamaño de la fuerza de trabajo para variar el nivel de producción en concordancia con la demanda		
Métodos	Costos	Comentarios
Contratar mas personal a medida que la demanda se incrementa y viceversa (Despedir personal a medida que la demanda disminuye)	Costos de contratación que incluyen: anuncios, viajes, entrevistas, entrenamiento, etcétera. Viceversa: Costos por pago de despidos e incrementos en los costos de seguros de desempleados, perdida de eficiencia debido a un decremento en la moral	Los trabajadores especializados podrían no estar disponibles cuando se les necesita, ya que podrían estar buscando empleo en otro lugar Viceversa: La compañía debe tener una inversión de capital adecuada en equipo para el nivel máximo de fuerza laboral

Tabla 2.2 Estrategias para la Planeación de la Capacidad

La planeación agregada puede ser un gran reto cuando existen patrones variantes en la demanda como estacionalidad que resulta en planes variantes de producción. Este tipo de planeación nos puede llevar a ahorros significativos en algunas situaciones.

Si la compañía decide fijar la tasa de producción con la tasa de demanda, de tal manera que el inventario no sea utilizado, la organización requerirá inversiones de capital suficientes para cumplir con la demanda pico (Muchas compañías de servicio enfrentan este problema, y no utilizan inventario en esta situación). La inversión de capital fuerte es utilizada solo durante los periodos de demanda, y la compañía tiene que tener un costo alto de nóminas o los empleados estarían inseguros sobre la estabilidad de su empleo.

Si se piensa utilizar inventario, la compañía operará con un nivel más bajo de inversión de capital, y tendrá un nivel mas alto de utilización de su capacidad. Los empleados tienen trabajos más estables. El inventario puede ser acumulado durante los periodos de demanda baja y después vendido en los periodos en los que la demanda es mayor que la capacidad. Esto es llamado una "estrategia de nivel", cuando una tasa de producción uniforme es utilizada, y el inventario es acumulado y reducido para absorber la diferencia entre demanda y producción.

2.3.1 Relación de la Planeación de la Capacidad con las Dimensiones de Calidad

La Planeación de la Capacidad está directamente relacionada con el Costo de los Productos y Servicios ya que dependiendo de la estrategia que se tome para cubrir la demanda pronosticada se incurrirá en costos por ejemplo de horas extra, de equipos adicionales, etcétera, estos costos los percibe en última instancia el cliente afectando esto a la Calidad General del Producto. También se requiere una adecuada Planeación de la capacidad para una entrega de productos y servicios de conformidad con el cliente.

El medio ambiente se ve afectado enormemente por la Planeación de la Capacidad de las empresas, sobre todo las de la industria química, si una planta produce más de lo necesario, solo porque puede hacerlo, afectará al medio ambiente, más aun si la planta emite contaminantes.

2.4 Administración del Inventario

Es necesario una buena administración del inventario por varias razones, una por la cantidad de dinero que representa y otra es el impacto que tienen los inventarios en las operaciones diarias. En este apartado se tratará la administración de bienes terminados, materias primas, partes compradas, etcétera.

El objetivo de la administración de inventario es mantener suficiente inventario para cumplir con la demanda y ser también efectivo en cuanto a los costos. El inventario no ha sido siempre percibido como un área para controlar costos. Las compañías han mantenido inventarios muy grandes para cumplir con la demanda de los clientes a largo plazo porque había menos competidores y los productos generalmente estaban en un ambiente de mercado protegido [Russell, 1998]

Los inventarios tienen varias funciones, las más importantes son [Stevenson, 1999]

1. - Cumplir con la demanda anticipada
2. - Hacer más fáciles los requerimientos de proceso
3. - Separar los componentes del sistema producción - distribución
4. - Prevenir quedarse sin stock
5. - Para tomar ventaja de los ciclos de orden
- 6- Para evitar los incrementos de precio o tomar ventaja de los descuentos por cantidad

7. - Para permitir la operación

1. Existe para satisfacer la demanda promedio esperada, tanto dependiente como independiente
2. Las compañías que experimentan patrones estacionales en la demanda a menudo construyen inventarios durante los periodos fuera de temporada para cumplir requerimientos muy altos durante ciertos periodos estacionales. Estos inventarios son llamados estacionales
3. Históricamente, las compañías de manufactura han utilizado los inventarios como colchón entre operaciones sucesivas para mantener continuidad en la producción que de otra manera sería interrumpida por eventos como fallas de equipo, accidentes que causarían que la operación se pare temporalmente. El colchón permite que otras operaciones continúen temporalmente mientras se resuelve el problema
4. Entregas retardadas e incrementos inesperados en la demanda incrementan el riesgo de quedarse sin inventario. Los retrasos pueden ocurrir por las condiciones del clima, que el proveedor mismo se quede sin inventario, entrega de materiales equivocados, problemas de calidad, etcétera. El riesgo de quedarse sin inventario puede ser reducido al mantener *stocks* de seguridad, que son un excedente del stock promedio para compensar variaciones de la demanda y el tiempo de desarrollo
5. Para minimizar los costos de compra y de inventario, una compañía por lo general compra en cantidades que exceden los requerimientos inmediatos. Es necesario guardar algunos o todos los artículos para su uso posterior.
6. En ocasiones, una compañía esperara un incremento substancial en los precios, y compra una cantidad mayor que la normal para evitar el incremento
7. El hecho que las operaciones de producción toman un cierto tiempo significa que existe generalmente inventario del trabajo en proceso. Además el almacenamiento intermedio de los bienes. (Incluyendo materias primas, productos semi-terminados y productos terminados en las instalaciones de

producción, así como los bienes almacenados en las bodegas) nos lleva a inventarios "tubería" a través del sistema de producción - distribución.

El inventario es un conjunto de elementos guardados por la organización para cumplir con la demanda de los clientes, ya sea interna o externa. [Stevenson 1999].

El inventario puede tomar muchas formas:

- Materias Primas
- Partes compradas
- Trabajo
- Productos parcialmente completos (en proceso)
- Partes de componentes
- Capital de Trabajo
- Herramientas, Máquinas y equipo
- Productos Terminados

El propósito de la administración de inventarios es determinar la cantidad de inventario para mantener el Stock, cuánto ordenar, cuándo recuperar, etcétera.

Las compañías mantienen estrategias de inventario por varias razones, una de ellas es mantener inventarios de producto terminado para satisfacer la demanda del cliente de algún producto. (Sin embargo la demanda también puede ser por ejemplo una secretaria que va al closet por un cartucho de impresora) [Russell 1998]

Dado que la demanda no es conocida con certeza, una cantidad adicional de inventario, llamado de SEGURIDAD o BUFFER es mantenido para cumplir con el

exceso de demanda. Se acumula stock adicional para cumplir con la demanda estacionaria o cíclica.

Muchas compañías juzgan necesario mantener inventarios (buffer) en diversas etapas de la cadena, para mantener independencia entre etapas, con le objeto de evitar retardos y paros.

La demanda de artículos del inventario es dependiente si los artículos son utilizados intencionalmente para producir un producto final, la demanda es independiente si los artículos son productos finales que son demandados por clientes externos.

COSTOS DE INVENTARIO:

Existen 3 costos asociados al inventario:

COSTO	DESCRIPCIÓN
Almacenamiento	Costos de tener un artículo en el inventario
Orden	Costos de recuperación del inventario
Escasez	Pérdida temporal o total de las ventas cuando la demanda no puede ser cumplida

Tabla 2.3 Tipos de Costos Asociados con el Inventario

Los inventarios no son ni malos ni buenos. Muchos de los problemas de quedarse sin materiales y productos son obvios. Muchos de los problemas de tener muy poco inventario son menos obvios, y por eso las compañías tienen mucho más de

lo que necesitan. Tener mucho inventario causa costos de, espacio y obsolescencia de productos, además de que esconde otros problemas de la compañía [Dilworth 1992].

En el apartado anterior sobre planeación de la capacidad, se vio como las compañías pueden acumular, para después acabarse el inventario de productos terminados para ayudar a nivelar la calendarización de la producción cuando la demanda no es uniforme. Los inventarios de bienes terminados o sus partes guardarse para que la compañía pueda responder a la demanda de los clientes en menos tiempo que lo que se toma la compañía en obtener las materias primas y hacer los productos.

Los inventarios de las materias primas protegen a una compañía contra las interrupciones de abastecimiento debido a: huelgas, clima y otros desastres naturales, las compañías actualmente tratan de hacer negocios con proveedores confiables que estén cerca debido a la reducción del riesgo.

Existen cuatro métodos principales para administrar el inventario en una organización, el EOP por sus siglas en inglés (Economic Order Quantity), el ROP (Reorder Point), el método del intervalo fijo y los modelos del periodo simple. Los primeros tres modelos son apropiados si pueden utilizar los artículos a través de los periodos siguientes. El modelo del período simple es apropiado cuando los artículos no pueden ser utilizados en periodos subsecuentes.

2.4.1 Modelos EOQ:

Los modelos EOQ responden a la pregunta ¿Cuánto hay que ordenar?

Se dividen en tres tipos:

a) Modelo de Cantidad de Orden Económica

Este es el modelo más sencillo, se utiliza para minimizar la suma de los costos anuales de tener almacenado y ordenar el inventario. Los costos unitarios no se incluyen en la fórmula porque estos no afectan al tamaño de orden, a menos que se apliquen descuentos por adquirir grandes cantidades.

Para este modelo se asumen varias cosas: 1. Solo un producto está involucrado 2. La demanda anual es conocida 3. La demanda se reparte uniformemente a través del año de tal manera que la tasa de demanda es lo suficientemente constante 4. El tiempo de entrega no varía 5 Cada orden se recibe en una sola entrega 6 No hay descuentos por grandes cantidades [Stevenson 1999].

b) Modelo de Cantidad de Orden Económica con reposición incremental

Si las tasas de producción y de utilización fueran iguales, no existiría el inventario porque toda la salida sería utilizada. La mayoría de las veces lo que sucede es que la tasa de producción o de entrega excede a la tasa de utilización.

En el caso de producción, esta se llevará a cabo sólo durante una parte del período, porque la tasa de producción es mayor que la tasa de uso, y el uso ocurre en el ciclo entero. Durante la fase de producción del ciclo se genera inventario con una tasa igual a la diferencia entre las tasas de producción y de uso.

Mientras exista producción, el nivel de inventario continuará incrementándose, cuando la producción cesa, el nivel del inventario empezará a decrementarse, de tal manera que el nivel de inventario será máximo cuando la producción termina. Cuando la cantidad de inventario a la mano se termine, se reinicia la producción y el ciclo se repite a sí mismo.

Si la compañía hace el producto, no existen costos de orden como tales, sin embargo, con cada corrida existen costos por ajustes de las máquinas, preparar el equipo, limpieza, cambiar herramientas y accesorios, etcétera. Estos costos son

semejantes a los costos de orden porque son independientes del tamaño del lote o corrida. Son tomados en cuenta en la fórmula del mismo modo. Mientras más grande sea el tamaño del lote, son menos las corridas necesarias y por lo tanto más bajo el costo anual por ajustes.

c) Modelo de descuentos por cantidad

Los descuentos por cantidad son reducciones de precio ofrecidas a los clientes cuando compran grandes cantidades para inducirlos a comprar en grandes cantidades. Cuando se ofrecen descuentos por cantidad el cliente debe de poner en una balanza los beneficios potenciales del precio con descuentos y las pocas órdenes que se llevaran a cabo por haber comprado en grandes cantidades contra el incremento en los costos de almacenaje causados por un incremento en el promedio de los inventarios.

La meta del administrador de inventarios en este caso es seleccionar la cantidad que minimice el costo total donde el costo total es la suma del costo de almacenamiento, el costo de orden y el costo de compra.

2.4.2 Modelos ROP:

Los Modelos ROP responden a la pregunta ¿Cuándo hay que ordenar? Son particularmente de mucha ayuda cuando tratan con situaciones que incluyen variaciones tanto en la demanda como en lapso de tiempo entre el pedido y la entrega. Los Modelos ROP involucran consideraciones de nivel del servicio y del *stock* de seguridad [Stevenson 1999].

El punto de reorden ocurre cuando la cantidad almacenada baja a una cantidad predeterminada. Esa cantidad generalmente incluye la demanda esperada durante el tiempo de entrega y tal vez un colchón extra de seguridad, que sirve para

reducir la probabilidad de quedarse sin inventario. Nótese que para conocer cuando se alcanzó el punto de reorden es necesario un *inventario perpetuo*.

El rol del administrador es hacer el pedido en el momento en que todavía hay suficiente inventario a la mano para satisfacer la demanda durante el tiempo que se tarda en recibir la orden. Existen cuatro factores clave de la cantidad pedida en el punto de reorden.

1. La tasa de la demanda (normalmente basada en algún pronóstico)
2. El tiempo de recepción de la orden
3. La variabilidad de la demanda y el tiempo de recepción de la orden
4. El grado de aceptación por parte de la administración sobre estar sin inventario

Cuando existe variabilidad en la demanda o en el tiempo de recepción de la orden, existe la posibilidad de que la demanda exceda la demanda esperada. Debido a esto es necesario tener inventario adicional llamado *Stock de seguridad* para reducir el riesgo de quedarse sin inventario durante el tiempo de recepción de la orden. Por consecuencia el punto de reorden se incrementa debido al stock de seguridad.

El administrador debe de balancear el costo de tener suficiente stock contra la disminución en el riesgo de quedarse sin stock. El *nivel del servicio al cliente* aumenta a medida en que el riesgo de quedarse sin stock se decrementa. Este nivel de servicio puede ser definido como la probabilidad de que la demanda no excederá al inventario durante el tiempo de recepción de la orden.

2.4.3 Modelo FOI

Cuando el tiempo entre las órdenes ya es fijado, el modelo FOI es de mucha utilidad. Este modelo es utilizado cuando las órdenes deben de ser efectuadas en intervalos de tiempo fijos. (Semanalmente, mensualmente, bimestralmente,

etcétera) Lo importante en cada punto de orden es: ¿Cuánto va a ser ordenado en el siguiente intervalo fijo?. Si la demanda es variable, el tamaño de orden tenderá a variar de ciclo a ciclo. Esto es diferente de un sistema EOQ o ROP donde el tamaño de la orden generalmente se mantiene constante de ciclo en ciclo, mientras que la longitud del ciclo varía (corto si la demanda es mas alta que el promedio y más larga si la demanda es mas baja que el promedio).

Determinación de la Cantidad a Ordenar

Si la tasa de la demanda y el tiempo de recepción de la orden son constantes, tanto el modelo de intervalo fijo como el modelo de cantidad fija funcionan idénticamente. Las diferencias entre estos dos modelos se tornan aparentes solo cuando se examinan bajo las condiciones de variabilidad. Como el modelo ROP, el modelo de intervalo fijo puede tener variaciones únicamente en la demanda, en el tiempo de recepción o en ambos, sin embargo para fines de simplificación, se discutirá sobre demanda variable y tiempo de recepción contante, esta es la situación más común [Stevenson 1999].

En el modelo de la *Cantidad Fija* las órdenes son accionadas por un (ROP) de cantidad, mientras que en el modelo del *Intervalo Fijo*, las órdenes son accionadas por el tiempo. Debido a esto, el sistema de intervalo fijo debe de tener un stock de protección por el tiempo de recepción, más la orden del siguiente ciclo. El sistema de cantidad fija necesita protección únicamente durante el tiempo de recepción debido a que las órdenes adicionales pueden hacerse en cualquier momento y ser recibidas en breve (tiempo de recepción). Debido a esto existe la necesidad de un stock de seguridad más grande en el modelo de intervalo fijo que en el modelo de cantidad fija.

Ambos modelos son sensibles a la demanda, pero en formas diferentes. En el modelo de la cantidad fija, una demanda más alta de lo normal causa un tiempo más corto entre las órdenes, mientras que en el modelo del intervalo fijo el

resultado es un tamaño de orden mayor. Otra diferencia es que el modelo de cantidad fija requiere de un monitoreo de los niveles de inventario más riguroso para conocer cuando la cantidad a la mano a alcanzado el punto de reorden. El modelo de intervalo fijo requiere solo de una revisión periódica (inspección física) de los niveles de inventario justo antes de poner la orden para determinar cuanto se necesita.

2.4.4 Modelos SPM (Intervalo Único)

El modelo del intervalo único es utilizado para administrar artículos perecederos (fruta fresca, vegetales, mariscos, flores, etcétera), y artículos que tengan una vida útil limitada (periódicos, revistas, refacciones para equipos especiales). El periodo para las refacciones es la vida del equipo (asumiendo que las partes no pueden ser utilizadas en otro equipo). La diferencia aquí es que lo que no se vende o utiliza, no se puede pasar de un periodo al siguiente, por lo menos sin una penalización.

Los bienes después de un día, pueden ser vendidos a precios reducidos, las sobras de los mariscos pueden ser desechados, las revistas fuera de fecha pueden ser vendidas a librerías a precios muy baratos, incluso existen costos asociados con desechar los restos de ciertos bienes.

El análisis de situaciones de periodo único generalmente se enfoca en dos costos: escasez y exceso. Los costos de escasez pueden incluir un cargo por la pérdida de la lealtad del cliente así como un costo de oportunidad por las ventas no realizadas.

El costo de exceso se refiere a artículos que sobran al final del periodo. De hecho el costo de exceso es la diferencia entre el costo de compra y el valor de rescate.

La meta del modelo de período único es identificar el orden de cantidad, o nivel de inventario que minimice los costos de exceso y de escasez a largo plazo.

El tipo de inventario es el que indica qué tipo de modelo podría ser apropiado. Por ejemplo, la demanda de petróleo, líquidos y gases tiende a variar en una escala continua, describiéndose así una distribución continua, mientras que la demanda de tractores, carros y computadoras esta expresada en términos del número de unidades demandadas y se utiliza una distribución discreta

- a) Niveles continuos de inventario: El concepto de identificar el nivel de inventario óptimo es tal vez visualizándolo como si la demanda fuera uniforme. Escoger el nivel de inventario es similar a balancearse en un subibaja, pero en lugar tener a una persona en cada lado del subibaja, tenemos el costo de exceso por unidad C_e en un lado y el costo de escasez C_s en el otro. El nivel de inventario óptimo es similar al fulcro del subibaja. En nivel de inventario iguala los pesos de los costos.

El *nivel de servicio* es la probabilidad de que la demanda no exceda el nivel de inventario. El calculo del nivel de servicio es clave en determinar el nivel óptimo de inventario S_o .

Si la demanda excede a S_o , existe escasez, por ello C_s , se encuentra en el extremo derecho de la distribución. Similarmente, si la demanda es menor que S_o , existe un exceso, por lo que C_e se encuentra en el extremo izquierdo de la distribución. Cuando $C_e = C_s$, en nivel óptimo de inventario se encuentra en medio de los puntos extremos de la distribución. Si un costo es mayor que el otro, S_o , estará mas cerca del costo mayor. Un enfoque similar aplica cuando la demanda se distribuye normalmente.

- b) Niveles de Inventario Discretos: Cuando los niveles de inventario son discretos en lugar de continuos, y se calcula el nivel de servicio utilizando el radio

$C_s/(C_s+C_e)$, la mayoría de las veces no coincidirá con un nivel de inventario factible (por ejemplo la cantidad óptima puede estar entre seis y siete unidades). La solución es fijar el nivel de inventario al siguiente nivel más alto (siete unidades). En otras palabras, escoger el nivel de inventario de tal manera que el nivel del servicio deseado sea igualado o excedido.

Aquí presento una tabla a manera de resumen con las fórmulas de los distintos modelos para administrar el inventario, tomada del mismo William Stevenson [Stevenson 1999].

1. Modelo EOQ (Cantidad económica de orden)		
1. Modelo básico EOQ	$Q_o = (2 \cdot D \cdot S / H)^{1/2}$ $TC = Q \cdot H / 2 + D \cdot S / Q$ Longitud del ciclo de orden $= Q_o / D$	Q_o = Cantidad de orden Económica D = Demanda anual S = Costo de la orden H = Costo anual de almacenar una unidad
2. Recuperación Incremental	$Q_o = (2 \cdot D \cdot S / H)^{1/2} \cdot (P / (P - U))^{1/2}$ $TC = I_{max} \cdot H / 2 + D \cdot S / S$ Tiempo de ciclo = Q / u	Q_o = Orden óptima, o tamaño de orden P = tasa de producción o de entrega U = Tasa de uso I_{max} = Nivel máximo de inventarios
3. Descuentos por Cantidad	$TC = Q/2 \cdot H + D \cdot S / Q + P \cdot D$	P = Precio unitario
2. Modelo punto de Reorden		
1. Demanda y tiempo de recepción constante	$ROP = d(LT)$	ROP = cantidad a la mano en el punto de reorden D = tasa de demanda LT = Tiempo de recepción D = Tasa de demanda promedio σ_d = Desviación estándar de la tasa de demanda z = Desviación normal estándar LT = Tiempo de recepción promedio σ_{LT} = Desviación estándar del tiempo de recepción
2. Tasa de demanda variable	$ROP = dLT + z(LT)^{1/2} \cdot \sigma_d$	
3. Tiempo de recepción variable	$ROP = dLT + z(\sigma_{LT})$	
4. Demanda y tiempo de recepción variable	$ROP = Dlt + z(LT)$	
a) Unidades de escasez/ciclo	$E(n) = E(z) \cdot \sigma_{d,T}$	$E(n)$ = Número esperado
b) Unidades de escasez/año	$E(N) = E(n) \cdot (D/Q)$	$E(z)$ = Numero estandarizado de la

c) Nivel de Servicio Anual	$SL_{\text{annual}} = 1 - (E(z) \cdot \sigma_{DLT} / Q)$	
3. Intervalo Fijo		
Intervalo Fijo	$Q = d(OI+LT) + z\sigma_d(OI+LT)^{1/2} - A$	OI = Tiempo entre las órdenes A = Cantidad a la mano en el tiempo de la orden
4. Periodo Único		
Periodo Único	$SL = C_s / (C_s + C_e)$	SL = Nivel de servicio C _s = Costo de la escasez por unidad C _e = Costo del exceso por unidad

Tabla 2.4 Modelos para Administrar el Inventario

2.4.5 Relación del Inventario con las Dimensiones de Calidad

El inventario de una organización afecta directamente al sistema de costos de la misma. Como se mencionó en este apartado, tener inventario almacenado genera costos a la organización que tienen que ser canalizados de alguna manera, y esto se hace vía precio que el cliente paga, y percibe menor Calidad General del Producto.

La administración del inventario también afecta la dimensión entrega, si la organización se encuentra por debajo del nivel mínimo de inventario requerido por los clientes (o por el proceso), se verá afectada la entrega oportuna de los bienes y/o servicios que proporcione.

También la dimensión Medio Ambiente toma importancia en cuanto al Inventario se refiere, si una organización acumula demasiado inventario todo el año, y esa es su política se afectará el medio ambiente porque se propicia el desperdicio, esto se acentúa cuando son muchas las organizaciones que operan así.

2.5 Calendarización

La calendarización es el proceso de decidir los tiempos en los que las actividades tomarán lugar. Este termino esta relacionado con la planeación, de hecho en ocasiones se utilizan indistintamente para algunas actividades de planeación y calendarización. Calendarizar es seleccionar el tiempo en que las operaciones van a ocurrir, esta es la última decisión en la secuencia de planeación de operaciones, la cual está restringida por las decisiones previas.

La calendarización de largos sistemas operativos es uno de los problemas complejos más comunes a los que se enfrentan los administradores de operaciones [Groff 1972]. Un sistema operativo incluye varias estaciones de trabajo, empleados, varios miles de trabajos (que requieren operaciones en las estaciones de trabajo), e inventarios de miles de distintas materias primas, partes terminadas, subensambles y bienes terminados.

Las decisiones de calendarización influyen los costos operativos por su efecto en el equipo y en la utilización de la fuerza de trabajo, niveles de inventario, y retrasos en el trabajo, así como puede influir en el valor del producto al afectar los tiempos de entrega y la dependencia de proveedores. [Groff 1972].

La calendarización en manufactura, también es conocida como control de piso SFC (por sus siglas en inglés shop floor control), control de producción y control de actividades en la producción PAC (por sus siglas en inglés Production activity control). Sin importar su objetivo de calendarización primario, la industria de manufactura tiene un departamento de control de la producción cuyas responsabilidades son [Russell 1998].

1 Carga: El departamento de control de la producción le asigna trabajo a las máquinas y a los trabajadores para después suavizar la carga para hacer más

viable la calendarización de MRP. El hecho de suavizar la carga es llamado también nivelación de la carga.

- 2 Secuenciación:** Consiste en mandar las órdenes de trabajo al piso y generar las listas de dispatch para las máquinas individuales. El sistema MRP indica cuando las órdenes deberán de ser soltadas. Después de verificar su veracidad, control de producción suelta la orden. Después de que varias órdenes has sido emitidas a un centro de maquinado, deberán de ser priorizadas, de tal manera que el trabajador sepa que hacer primero.
- 3 Monitoreo:** Mantener los reportes de progreso en cada trabajo hasta que este completo. Esto es importante porque los artículos pueden ser recalendarizados a medida que se hacen cambios en el sistema.

Se explicarán a detalle estas tres partes de la calendarización:

2.5.1 Carga:

Muchas veces una operación puede ser realizada por varias personas, máquinas o centros de trabajo, pero con eficiencias diferentes. Si existe suficiente capacidad, cada trabajador debería de ser asignado en la tarea que trabaje mejor, y cada trabajo a la máquina que opere más eficientemente. De hecho eso es lo que sucede cuando la planeación de recursos de planeación CRP (Capacity Resource Planning) genera un perfil de cargas para cada centro de maquinado. El archivo de ruteo es utilizado por el CRP lista la máquina que pueda realizar el trabajo más eficientemente. Si no aparecen sobrecargas en el perfil de cargas, control de producción puede proceder a la siguiente tarea de secuenciar el trabajo en cada centro de trabajo. Cuando las restricciones de recursos producen sobrecargas en el perfil de cargas, control de producción debe de examinar las listas de trabajos inicialmente asignadas y decidir que trabajos reasignar en otra parte. El problema de determinar la mejor forma de asignar los trabajos a las máquinas y las tareas a los trabajadores puede ser resuelto con el Método de Asignación de la *programación lineal*.

El método de asignación es un procedimiento especializado de programación lineal. Dada una tabla de trabajos y máquinas, desarrolla una matriz de costos de oportunidad para asignar trabajos particulares a máquinas particulares. Con esta técnica, solo un trabajo puede ser asignado a cada máquina. El procedimiento es como sigue [Russell 1998]:

1. Hacer reducciones por filas, restando el valor mínimo de cada fila a todos los demás valores de las otras filas
2. Hacer reducciones de columna, restando el valor mínimo de cada columna de las demás columnas.
3. La tabla resultante es una matriz de costo de oportunidad. Cruza los ceros de la matriz utilizando el mínimo número de líneas horizontales o verticales
4. Si el número de líneas es igual al número de filas en la matriz, se ha encontrado una solución óptima y se pueden hacer asignaciones donde aparecen los ceros. De modo contrario, modifica la matriz restando el valor más pequeño que no cruza de todos los valores que no cruzan, y sumar este resultado a todas las celdas donde las dos líneas se cruzan. Los valores restantes se mantienen sin cambiar.
5. Repetir los pasos 3 y 4 hasta que se alcance una solución óptima.

Las soluciones se pueden obtener en términos de minimizar el costo, maximizar la ganancia, aunque también la solución puede representar una minimización del tiempo, maximizar los niveles de calidad u otras variables. También se puede minimizar la suma de los valores de las tareas o minimizar el peor valor, el último caso también se le conoce como caso de cuello de botella, en donde las máquinas pueden operar simultáneamente. En ese caso, el tiempo de cumplimiento de un grupo de trabajos es el tiempo máximo de los trabajos individuales, y no la suma de los tiempos de terminación. El método de la asignación provee buenos pero no necesariamente los resultados más óptimos cuando se minimiza un valor máximo.

2.5.2 Secuenciación:

Cuando más de un trabajo es asignado a una máquina o a una actividad, el operador se ve en la necesidad de conocer el orden en el cuál procesar los trabajos. El proceso de priorizar los trabajos es llamado secuenciación. Si no existe un orden específico, el operador puede procesar el trabajo que llegó primero. Esta secuencia por definición es llamada Primero viene, primero se sirve FCFS (Siglas en inglés de first-come, first served). Si los trabajos se estiban, sería más fácil procesar el trabajo que llegó al final porque ahora está hasta arriba de la estiba. A este tipo de secuenciación se le llama Al último viene, primero se sirve LCFS (Siglas en inglés de last come, first served).

Otro enfoque común es procesar el trabajo que tenga la fecha de entrega más próxima, o el trabajo que tenga la prioridad más alta para el cliente. Estos enfoques son conocidos como vencimiento más próximo (DDATE por sus siglas en inglés earliest due date) y prioridad más alta del cliente (CUSTPR por sus siglas en inglés customer priority).

Los trabajadores también pueden elegir de entre un grupo de trabajos, uno con un setup (ajuste), similar al que se está realizando en ese momento (SETUP). Esto minimizará el tiempo muerto de la máquina y hará el trabajo del operador más sencillo. Algunas variaciones de la regla del DDATE incluyen la holgura mínima (SLACK) y el radio crítico más pequeño CR (critical ratio). La regla SLACK, considera el trabajo que resta por ser realizado en una tarea así como el tiempo que falta hasta la fecha límite para hacer la tarea.

El radio crítico utiliza la misma información que el SLACK pero las variables las acomoda en forma de un cociente o radio, de tal manera que el desempeño en la calendarización sea verificado fácilmente. El coeficiente del radio crítico es calculado fácilmente como sigue:

Si el trabajo restante es mayor que el tiempo restante, el radio crítico será menor de 1. Si el tiempo restante es mayor que el trabajo restante, el radio crítico será mayor que 1. Si el tiempo restante es igual al trabajo restante, el radio crítico es igual a 1. Los radios críticos nos permiten decir lo siguiente acerca de nuestro calendario:

Si $CR > 1$, el trabajo está adelantado con respecto al calendario

Si $CR < 1$, el trabajo está retrasado con respecto al calendario

Si $CR = 1$, el trabajo está exactamente en el calendario.

Existen otras reglas de secuenciación que examinan el tiempo de procesamiento en una operación en particular y ordenan el trabajo ya sea por el tiempo de procesamiento más corto SPT (shortest processing time) o por el tiempo de procesamiento más largo LPT (largest processing time). El LPT asume que las tareas largas son tareas importantes y son análogos a la estrategia de hacer primero las tareas grandes para quitarlas del camino. El SPT se enfoca en lugar de esto en tareas más cortas y por lo tanto pueden procesar mucho más trabajos antes que el LPT. Con cualquiera de estas dos reglas, algunas tareas pueden estar extraordinariamente tarde porque se ponen siempre al final de la línea.

Todas estas reglas para arreglar los trabajos en cierto orden para su procesamiento parecen razonables. Nos podemos preguntar qué métodos son mejores, o si de verdad importa que trabajos son procesados primero.

Existen algunas reglas para la secuenciación dentro de la calendarización, producto de la simulación, aunque no se identifican soluciones óptimas se generan algunas sugerencias [Russell 1998]:

1. El SPT es más útil cuando la fábrica es altamente congestionada. El SPT tiende a minimizar el tiempo promedio de flujo, el número promedio de tareas en el sistema (y por lo tanto el inventario del trabajo en proceso), y el

porcentaje de la tardanza en los trabajos. Al completar más trabajos rápidamente, se satisface a un número mayor de clientes que las otras reglas. Sin embargo, con el SPT algunos trabajos largos serán completados muy tarde, resultando esto en un número pequeño de clientes muy poco satisfechos.

2. Utilizar el SLACK o S/OPN para periodos de actividad normal. Cuando la capacidad no está restringida, una regla tipo SLACK, que toma en cuenta tanto la fecha de entrega como el tiempo de procesamiento producirá buenos resultados.
3. Utilizar DDATE cuando no puedan ser tolerados altos valores de TARDANZA (tardiness). DDATE tiende a minimizar la tardanza promedio y la tardanza máxima. A pesar de que más trabajos estarán tarde con el criterio DDATE que con el SPT, el grado de tardanza será mucho menor.
4. Utiliza el criterio LPT si se anticipa la subcontratación, de tal manera que los trabajos largos se completen en la fábrica, y los trabajos más pequeños se efectúen a medida que su fecha de entrega se acerca
5. Utiliza el criterio FCFS cuando se opera con niveles de capacidad bajos. El FCFS permite a la fábrica operar casi sin secuenciar trabajos. Cuando la carga de trabajo en las instalaciones es ligera, casi cualquier regla de secuenciación aplica, FCFS es la más fácil de aplicar.
6. No utilices SPT para secuenciar trabajos que tengan que ser ensamblados con otros trabajos en una fecha posterior. Para trabajos de ensamble, una regla de secuenciación que da prioridades comunes al procesamiento de distintos componentes en el ensamblaje, tales como DDATE, produce una calendarización más efectiva.

2.5.3 Monitoreo

Para que la información generada en cada centro de trabajo sea valiosa, debe de estar actualizada, debe de ser precisa y accesible al personal de operaciones. La función de monitoreo llevada a cabo por el departamento de control de la producción toma esta información y la transforma en varios reportes para que los utilicen los trabajadores y los administradores [Russell 1998].

Existen diferentes modalidades en que se monitorea la calendarización en una planta. Una modalidad es el reporte de progreso, el cual es utilizado para mostrar el desempeño de un individuo, o de los centros de trabajo. Otra modalidad son los reportes de excepción son generados para hacer notar deficiencias en ciertas áreas, tales como desperdicios, retrabajo, escasez, retardos anticipados y órdenes sin cumplir. Las "Listas clave" (hot lists), nos muestran que trabajo tienen mayor prioridad, y por lo tanto se tienen que realizar inmediatamente.

Idealmente, una compañía que funcione de manera correcta, debe de tener menos reportes de excepción y más reportes de progreso. Estos últimos reportes se explicaran a continuación son la Gráfica de Gantt y la gráfica de control de entrada/salida.

1. Gráficas de Gantt: Su nombre se debe a Henry Gantt, que fue el primero en desarrollar estas gráficas para la calendarización industrial a principios de 1900. Las gráficas de Gantt pueden ser utilizadas de distintas maneras. El propósito de estas gráficas es organizar y clarificar el uso de los recursos a través del tiempo. La mayoría de las veces, esta escala de tiempo es representada horizontalmente y los recursos a ser calendarizados se listan verticalmente [Stevenson 1999].

Los administradores en ocasiones utilizan estas gráficas como prueba y error para desarrollar calendarios y darse una idea de los diferentes arreglos que esto implica.

Existen dos tipos de gráficas de Gantt, los más comunes son las gráficas de carga y las gráficas de calendario. Dentro de las gráficas de carga existen dos tipos: *Carga Infinita* y *Carga Finita*.

Las gráficas de carga Infinita asignan las tareas a los centros de trabajo sin importar la capacidad del centro de trabajo. Un posible resultado de la carga infinita es la formación de "queues" en algunos (o en todos) los centros de trabajo.

2. *Control Entrada/Salida*: Esta forma de control se refiere al monitoreo del flujo de trabajo y colas en los centros de trabajo. El propósito del control I/O (Entrada /Salida) es administrar el flujo de trabajo, de tal manera que las colas y los tiempos de espera se mantengan bajo control. Sin el control Entrada/Salida, la demanda podría exceder la capacidad de procesamiento, causando una sobrecarga en el centro de trabajo. Por otra parte el trabajo puede llegar más lento de lo que el centro de trabajo pueda manejar, dejando al centro de trabajo subutilizado. Idealmente se tiene que hacer un balance entre las tasas de entrada y salida, logrando un uso efectivo de las capacidades del centro de trabajo sin experimentar un número excesivo de colas en los centros de trabajo.

2.5.4 Relación de la Calendarización con las Dimensiones de Calidad

Una correcta *calendarización*, ayuda a la *calidad* de los productos y servicios de una organización, porque se manufacturan o llevan a cabo más eficientemente. Esto impacta en los *costos*, porque existe un plan para la secuenciación y monitoreo de actividades de la manera que sea mas práctica y más económica posible.

La Calendarización también permite una *entrega* adecuada de los productos y servicios, ya que toma en cuenta al cliente directamente en sus criterios de secuenciación de tareas, y en cuanto al monitoreo, existe un plan con fechas,

sobre las actividades a realizar, sin dejar al azar, el cumplimiento de estas actividades.

La Calendarización también está relacionada de alguna manera con la *motivación del empleado* debido en primera instancia a que se le toma en cuenta, es decir no se le asignan las actividades o tareas al azar, o conforme se van presentando, sin que existe un plan en el que el trabajador puede programar sus actividades con anticipación. Por otra parte el trabajador trabaja en un clima organizacional en el que impera el orden y la planeación.

2.6 Calidad Total

Según Dan Ciampa, existen por lo menos tres maneras distintas para definir la *Calidad Total*. La primera como un "principio unificador" que constituye la estrategia, la planificación y la actividad de una empresa. Es la dedicación total al cliente. "... todos los empleados participan en el mejoramiento de la capacidad de ésta para alcanzar esta dedicación; todas las actividades de todas las funciones se diseñan y se realizan para satisfacer todos los requerimientos del cliente final y exceder sus expectativas" [Ciampa 1992].

La segunda manera en que define Dan Ciampa la Calidad Total, es describir los resultados que desea una empresa en las actividades que su personal busca crear o mejorar, y los agrupa en cuatro categorías [Ciampa 1992].

- a) Los clientes son sumamente leales. Se sienten más satisfechos porque se cubren sus necesidades y se superan sus expectativas.
- b) El tiempo para responder a los problemas, necesidades y oportunidades se reduce al mínimo. Los costos también se reducen al mínimo al eliminarse o minimizarse las tareas que no implican un valor agregado.

- c) Se establece un ambiente que respalda y estimula el trabajo de equipo, y lleva a un desempeño más satisfactorio, motivador y significativo para los empleados
- d) Existe una ética general de mejoramiento continuo. Además una metodología que los empleados comprenden para alcanzar un estado de mejoramiento continuo.

La tercera forma para definir la Calidad Total que describe Ciampa es analizar las diversas técnicas y demás elementos que conducen a los resultados, es decir, describir los componentes de un programa de Calidad Total [Ciampa 1992], estas son:

- a) Las Herramientas tradicionales tomadas del control de calidad, el aseguramiento de la calidad y de la ingeniería para la confiabilidad que apuntan hacia la raíz de los problemas.
- b) Las herramientas y técnicas del sistema Justo a Tiempo pueden reducir drásticamente los costos y los tiempos. Incluyen formas de acelerar el flujo de producción y señalar y eliminar actividades que no aporten valor agregado al cliente.
- c) Varios elementos del desarrollo organizacional son útiles para la Calidad Total, incluidos la medición del clima laboral, la reducción al mínimo de las barreras políticas y de comunicación hacia el trabajo en equipo, el desarrollo de habilidades gerenciales, la innovación y el diseño de la estructura organizacional.
- d) Conceptos modernos de liderazgo. El líder moderno dirige creando una visión de lo que puede ser la organización y generando el establecimiento de un clima que estimule a cada uno de los empleados a adoptar dicha visión y a hacerla propia.

Este trabajo de investigación se apoya en mayor o menor grado en estas tres definiciones para el aspecto de Calidad Total. Sin embargo las definiciones que

más aplican en éste trabajo de investigación son la primera y la tercera, debido a que los esfuerzos que se hacen en calidad son para satisfacer principalmente las necesidades del cliente (... "dedicación total al cliente"). En cuanto a la tercera definición, la parte de Calidad Total que evalúa el instrumento de medición es precisamente las "... diversas herramientas, técnicas y demás elementos que conducen a los resultados".

Dentro de la tercera definición, el punto que más aplica es el primero (Aseguramiento de Calidad, Ingeniería para la Confiabilidad), debido a que en eso se enfoca, no abarcando así, puntos como el desarrollo organizacional o los conceptos de liderazgo. Como se mencionó anteriormente, los parámetros que se utilizarán para medir la Calidad Total en este trabajo de Investigación son: Calidad, Costo, Entrega, Medio Ambiente y la motivación de los empleados.

2.6.1 Aseguramiento de Calidad

En esta sección se estudiarán los aspectos importantes para el correcto aseguramiento de la calidad en los productos y servicios.

Contestemos la pregunta ¿Qué es calidad? La definición de Armand Feigenbaum, uno de los gurús de calidad es "las características totales de un producto o servicio de mercadotecnia, ingeniería, manufactura y mantenimiento a través de la cual el producto o servicio en uso cumplirá con las expectativas del cliente" [Feigenbaum 1983].

Basado en esta definición, James B. Dilworth comenta sobre cómo el uso que le da el cliente al producto afecta su calidad, de esta manera, las personas que están en el departamento de mercadotecnia, en ventas y los demás empleados de la compañía son responsables de la calidad, y no solo los que manufacturan el producto o brindan el servicio, tienen responsabilidad en la calidad [Dilworth 1992].

Una persona puede evaluar por lo menos ocho aspectos de un producto o servicio para ver si satisface sus necesidades, varios autores los mencionan y varían, de autor a autor, pero en sí son los mismos, uno de los primeros autores en mencionar estos ocho aspectos fue David A. Garvin, [Garvin 1987]. Estos son los siguientes:

- a) Desempeño: Tales como el color o claridad de un televisor
- b) Funciones: Tales como si un televisor tiene control remoto, sonido estéreo
- c) Confiabilidad: ¿Qué tan probable es de que necesite reparación?
- d) Servicio: ¿Qué tan difícil y caro será reparar el producto? ¿Cuánto tardará?
- e) Durabilidad: Cuanto tiempo durará el producto funcionando correctamente
- f) Conformancia: Mide qué tan bien cumple el producto con las especificaciones meta fijadas por sus diseñadores
- g) Estética: Como se siente, sabe, huele o se ve el producto. Son más subjetivas y en ocasiones más difíciles de medir objetivamente.
- h) Calidad percibida: Sentimiento de confianza en el nivel de calidad que los clientes desarrollan con base en lo que ven, sus experiencias pasadas y la reputación de la compañía.

Estos aspectos, o atributos de calidad, funcionan cuando se habla de productos manufacturados, algunos servicios también pueden tener estas ocho características, sin embargo, los servicios son más difíciles de cuantificar en cuanto a calidad se refiere.

Algunos investigadores (Zeithamal y Parasuraman) han encontrado cinco atributos que son importantes para medir la calidad de los servicios [Parasuraman 1990].

- a) Confiabilidad: La habilidad para desempeñar el servicio prometida confiable y correctamente.
- b) Capacidad de Respuesta: La preocupación de ayudar a los clientes y proveer un servicio rápido.

- c) Tangibles: Instalaciones físicas, equipo y la apariencia del personal
- d) Seguridad: El conocimiento y cortesía de los empleados y su habilidad para transmitir confianza.

2.6.1.1 Inspección

En esta sección se estudiarán los diversos aspectos del aseguramiento de calidad, esto se logra en parte, monitoreando los procesos utilizando técnicas estadísticas. Existe un espectro grande de organizaciones, debido a que se encuentran en diferentes etapas de este proceso evolutivo. Las más atrasadas se basan mucho en la inspección, muchas empresas se encuentran a la mitad del camino, esto involucra algo de inspección y mucho control de procesos. Las organizaciones más avanzadas han alcanzado un nivel tal, que pueden evitar las actividades de inspección.

El monitoreo del proceso de producción puede ocurrir en tres puntos: antes, durante y después de la producción. La lógica de checar la conformidad antes de la producción es asegurarse de que las entradas sean aceptables. Checar la conformidad durante la producción es asegurarse de que la conversión de entradas a salidas sea de una manera aceptable, finalmente checar la conformidad de las salidas tiene el objeto de hacer una verificación final antes de pasarle los bienes a los clientes. Este monitoreo, cuando se realiza antes y después de la producción se involucran procedimientos de *aceptación de muestras*; cuando se monitorea durante el proceso de producción se refiere a *control de los procesos*.

Para determinar si un proceso está funcionando como se pretende, o para verificar que un cargamento de materias primas o productos finales no contiene más de un porcentaje de defectos específico, es necesario examinar físicamente por lo menos algunos artículos en cuestión. El propósito de la inspección es proveer

información del grado con que los artículos se apegan al estándar [Stevenson 1999]. Los aspectos clave son:

1. ¿Cuánto inspeccionar? y ¿Qué tan seguido?
2. ¿En qué puntos del proceso de inspección deberá ocurrir?
3. Inspeccionar en un lugar centralizado o en las instalaciones.

2.6.1.1.1 ¿Cuánto inspeccionar? y ¿Qué tan seguido?

Artículos de bajo costo y alto volumen, tales como clips, plumas, botones, etcétera, requieren de muy poca inspección porque:

1. El costo asociado con dejar pasar los defectos es muy bajo
2. Los procesos que producen estos artículos por lo general son altamente confiables, por lo que es muy raro que existan defectos.

Por otra parte, los artículos de alto costo, y bajo volumen que tienen altos costos asociados a dejar pasar artículos defectuosos requieren de inspecciones más intensivas.

La mayoría de las veces, las aplicaciones de control de calidad están entre los dos extremos. La mayoría requieren de algo de inspección, pero no es económicamente factible examinar cada parte críticamente. Los costos de inspección, interrupciones de un proceso, o retardos causados por la inspección, típicamente son mayores que los beneficios de una inspección al 100%. Sin embargo el costo de dejar pasar artículos defectuosos es suficientemente alto para que la inspección sea completamente ignorada.

La cantidad de inspección que se necesita es gobernada por los costos de inspección y los costos esperados de dejar pasar artículos defectuosos.

Como regla, las operaciones con un porcentaje alto de involucramiento humano necesitan mayores esfuerzos de inspección que las operaciones mecánicas, que tienden a ser más confiables.

La frecuencia de inspecciones depende en su mayoría en la tasa con que los procesos puedan salirse de control o el número de lotes que puedan ser inspeccionados. Un proceso estable requerirá únicamente chequeos no frecuentes, mientras que un proceso inestable, o un proceso que recientemente haya mostrado problemas, requerirá de chequeo muy frecuente. Muchos lotes pequeños requerirán más muestras que pocos lotes muy grandes, porque es importante obtener datos de la muestra de cada lote.

2.6.1.1.2 ¿En qué puntos del proceso de inspección deberá ocurrir?

Muchas operaciones tienen muchos puntos posibles de inspección. Debido a que cada inspección le adiciona costo al producto o servicio, es importante restringir los esfuerzos de inspección para los puntos donde puedan hacer el mejor provecho. En la manufactura algunos de los puntos típicos de inspección son [Stevenson 1999]:

1. Materias primas y partes compradas: No existe mucho sentido en pagar por bienes que no cumplen con los estándares de calidad y en invertir tiempo y esfuerzo en material que es defectuoso desde el comienzo.
2. Productos terminados: La satisfacción del cliente y la imagen de la compañía están en juego, reparar o reemplazar los productos en el campo es frecuentemente más costoso que hacerlo en la fábrica. De la misma manera, el vendedor es responsable por los costos de manejo en las devoluciones y los pagos pendientes para entregar los productos
3. Antes de alguna operación costosa: El punto aquí es no gastar mano de obra costosa o tiempo de máquina en los artículos que ya están defectuosos.

4. Antes de un proceso irreversible: En muchos casos, los artículos pueden ser retrabajados hasta un cierto punto, a partir de este punto ya no.
5. Antes de un proceso de recubrimiento. La pintura, blindaje o ensamblaje a menudo enmascara los defectos.

2.6.1.1.3 Inspeccionar en un lugar centralizado o en las instalaciones.

Algunas situaciones requieren que las inspecciones sean hechas en el lugar. Por ejemplo para inspeccionar la ralladura del ala de un avión los inspectores tendrán que ir a donde está el avión. En otras situaciones se pueden realizar pruebas especializadas en un laboratorio (pruebas químicas, de salud, ph, etcétera).

La inspección en las instalaciones es buena porque ayuda a tomar decisiones más rápidas, además de que evita la introducción de factores extraños (daño o alteración de las muestras durante la transportación al laboratorio).

Por otra parte, se cuenta con un mejor ambiente (menor ruido y confusión, menos vibraciones, ausencia de polvo) y equipo mas especializado.

2.6.1.2 Control Estadístico del Proceso

El control estadístico de proceso es un procedimiento estadístico que utiliza gráficas de control para verificar si alguna parte del proceso de producción no está funcionando adecuadamente resultando esto en baja calidad [Russell 1998].

Existen dos herramientas utilizadas para controlar la calidad: Las Gráficas de control y las pruebas de corrida.

Los gráficos de control son gráficas que muestran visualmente si una muestra se encuentra dentro de los límites del control estadístico. Tienen dos propósitos básicos, establecer los límites de control para un proceso y monitorear el proceso

indicando cuándo esta fuera de control. Las gráficas de control existen para atributos y para variables, cada categoría tiene distintos tipos de gráficas de control [Russell 1998].

2.6.1.2.1 Gráficas de control para variables

Las gráficas de promedio y de rango son utilizadas para monitorear variables. Las gráficas de control para promedios monitorean la tendencia central de un proceso, mientras que las gráficas de rango monitorean la dispersión del proceso [Stevenson 1999].

Gráficas de promedio: En ocasiones mencionadas como gráficas de \bar{x} barra.

Un segundo enfoque es el uso de del rango de las muestras como una medida de la variabilidad del proceso.

Gráficas de Rango: Son utilizadas para monitorear la dispersión de los procesos; son sensibles a los cambios en la dispersión de los procesos.

2.6.1.2.2 Gráficas de control para atributos

Las gráficas de control para atributos son utilizadas cuando la característica del proceso es contada en lugar de medida. Por ejemplo el número de elementos defectuosos en una muestra es contado, mientras que la longitud de cada artículo es medida. Existen dos tipos de gráficas de control de atributos, una para la fracción de artículos defectuosos (gráfica p), y uno para el número de defectos por unidad (gráfica c).

Gráfica p : Una gráfica p es utilizada para monitorear la proporción de defectuosos generado por un proceso. La base teórica para la gráfica p es una distribución

binomial. Conceptualmente una grifa p es construida y utilizada de la misma forma que una gráfica de promedios.

La línea central de una gráfica p es la fracción de artículos defectuosos promedio en la población.

Gráficas c: Cuando la meta es controlar el numero de defectos por unidad, la gráfica c es utilizada. La distribución muestral es la distribución poisson. El uso de la distribución poisson asume que los defectos ocurren sobre una región continua y que la probabilidad de tener más de un defecto en una área en particular es casi nula.

2.6.1.2.3 Corriendo pruebas

Los analistas a menudo complementan las gráficas de control con una *prueba de corrida*, que es otro tipo de prueba para aleatoriedad. Esto permite al analista realizar un mejor trabajo al detectar las anomalías en el proceso y provee de información para corregir algún proceso que esté fuera de control. Existen varias formas de pruebas de corridas.

Una *corrida* es definida como una secuencia de observaciones con una cierta característica, seguido de una o más observaciones con una característica diferente. La característica puede ser cualquier cosa observable.

Existen dos pruebas de corridas que involucran la examinación del numero de corridas que se encuentran arriba y abajo de la anterior, y corridas que se encuentran arriba y abajo de la mediana.

Para contar estas corridas, los datos se transforman en una serie de U's y D's (por el inglés Up y Down) y en una serie de A's y B's (por el inglés above y below), si se quedan arriba o abajo de la mediana.

Para determinar si existen patrones en los datos de las gráficas de control, uno debe de transformar los datos en términos de A's y B's y U's y D's, y luego contar el número de corridas en cada caso. Estos números de corridas deben de ser comparados con el número de corridas que se espera en una serie completamente aleatoria. Tanto para la mediana como par las pruebas de arriba y abajo, el número esperado de corridas es función del numero de observaciones en las series.

2.6.1.3 Herramientas de Calidad

Existen herramientas que las organizaciones pueden utilizar para resolver problemas y mejorar sus procesos. Aquí se describen siete herramientas. Estas herramientas ayudan en la recolección de datos y su interpretación, y proveen de la base para la toma de decisiones [Stevenson 1999].

- a) Hoja de verificación: Es una herramienta para organizar y coleccionar datos, un recuento de problemas u otros eventos por categoría.
- b) Diagrama de Flujo: Es una representación visual de un proceso. Es una herramienta para solucionar problemas que ayuda a los investigadores a identificar los puntos posibles de un proceso donde ocurren los problemas.
- c) Diagrama de dispersión: Es una gráfica que muestra el grado y dirección de una relación entre dos variables. Una correlación puede apuntar hacia la causa de un problema.
- d) Histograma: Es una gráfica que muestra una distribución de frecuencias empíricas.
- e) Diagrama de Pareto: Un diagrama que arregla categorías de la mayor a la menor frecuencia de ocurrencia.
- f) Gráfica de Control: Una gráfica estadística de valores ordenados en el tiempo de una muestra estadística.
- g) Diagrama de Causa-Efecto: Un diagrama utilizado para organizar la búsqueda de causas de un problema, también conocido como diagrama de pescado.

2.6.1.4 Nuevas Herramientas de Calidad

Algunos problemas, principalmente los de naturaleza intangible y compleja por su alto grado de interrelación con otros problemas, no pueden ser resueltos con estas técnicas y su metodología de solución. Los problemas de calidad de tipo estratégico requieren del uso de las *7 nuevas herramientas administrativas*, que en general son más del tipo cualitativo y más complejas de utilizar que las básicas [Cantú 1997].

a) Diagrama de afinidad o método KJ:

El diagrama de afinidad es un método que usa la afinidad entre palabras relacionadas con el asunto bajo análisis, de una manera parcial o gradual con el fin de entender sistemáticamente la estructura del problema.

b) Diagrama de relaciones:

El diagrama de relaciones es una herramienta que ayuda a percibir la relación lógica que existe entre una serie de problemas actividades o departamentos encadenados como causas y efectos. Estas relaciones se simbolizan entre flechas dirigidas de la causa al efecto, en donde los factores críticos son aquellos que tienen más flechas que salen o entran en ellos.

c) Diagrama de árbol

Representa eventos en forma de un árbol con sus ramas. Este tipo de diagramas ha sido utilizado para representar árboles genealógicos y esquemas organizacionales.

d) Diagramas matriciales

Sirve para clarificar situaciones problemáticas mediante el uso del pensamiento multidimensional. El diagrama matricial se utiliza para representar la relación que existe entre los resultados y sus causas, o entre los objetivos y los métodos para lograrlos.

e) Matriz de análisis de datos

Facilitan el proceso de identificar los problemas, causas y soluciones, a la vez que sirven para hacer recomendaciones a la administración. La matriz de análisis de datos ordena los datos presentados en un diagrama matricial de tal forma que una gran cantidad de información numérica se pueda visualizar y comprender fácilmente.

f) Gráfica de programación de decisiones de proceso

También conocida como PDPC (por sus siglas en inglés), o diagrama de contingencias permite determinar qué procedimiento seguir para obtener los resultados deseados al evaluar el progreso de los eventos relacionados con las variables de salida.

g) Diagrama de flechas

Es una herramienta utilizada para programar las actividades necesarias para el cumplimiento de una tarea compleja en el menor tiempo, controlando el progreso de cada actividad. Tiene como objetivos determinar el tiempo óptimo de ejecución de un proyecto (también llamado camino crítico), identificar las actividades necesarias para el cumplimiento del tiempo mínimo, elaborar un plan completo y detallado, revisar el plan en la etapa de planeación y clasificar las prioridades del proyecto.

2.6.2 Relación del Aseguramiento de Calidad con las Dimensiones de Calidad

La relación que tiene el Aseguramiento de Calidad con la Calidad de un producto y/o servicio es total. Sin un control y aseguramiento de la calidad mediante las técnicas estadísticas adecuadas es imposible que se entregue consistentemente un producto de calidad. Es decir se necesitan probar y controlar las materias primas y los productos terminados para que los productos y/o servicios estén en conformidad con lo que el cliente espera.

El aseguramiento de calidad también está relacionado con los costos, debido a que en primer lugar si se tiene un proceso controlado y la calidad asegurada, se incrementará la cartera de clientes debido al prestigio generado por la calidad intrínseca del producto, en segundo lugar el control de calidad también permite reducir costos porque fuerza a la organización a manufacturar los productos y brindar los servicios con calidad a la primera vez, evitando a toda costa el re-trabajo y el desperdicio, lo cual nos lleva a un tercer beneficio del aseguramiento de calidad en cuanto a los costos, es decir evita manufacturar productos fuera de especificaciones y por lo tanto con menos valor.

Un punto importante en el aspecto del *Aseguramiento de Calidad* es que el cliente tiene la *Seguridad* de que el producto que adquiere está de acuerdo a las especificaciones, la misma consistencia del producto le da confianza al cliente de qué es lo que está adquiriendo. En cuanto al *Medio Ambiente*, el aseguramiento de calidad también tiene cierta influencia, manufacturar o producir bienes y/o servicios dentro de un proceso controlado no asegura que no se afecta al medio ambiente, pero por lo menos que se encuentra dentro de un rango que se espera este en conformidad con las disposiciones mínimas ambientales.

También existe una relación entre el Aseguramiento de Calidad y la *Motivación del Empleado*. Es lógico pensar que el empleado estará motivado cuando su

retribución económica por su trabajo es alta, pero también cuando el empleado labora en un ambiente hacia la calidad Total, estará motivado y contribuirá mas a la *Calidad General* de los Productos y/o servicios, el Aseguramiento de Calidad es un paso para lograr esto e integrar al empleado con el concepto de calidad, así como de su misión, visión y valores.

Capítulo III

Método de Análisis

3.1. Introducción

En este capítulo se describen los elementos del método de análisis de las organizaciones desde el punto de vista de la administración de operaciones. Se analizarán las organizaciones en términos de 5 variables importantes a saber: Administración de la Demanda, Administración del Inventario, Planeación de la Capacidad, Calendarización y Aseguramiento de Calidad, así como el desempeño relacionado con la calidad de productos y servicios.

3.2 Modelo Conceptual General

Para que una empresa sea competitiva y tenga buenos resultados en productividad y calidad tiene que tomar en cuenta los sistemas que la comprenden desde el punto de vista interno, así como las interrelaciones entre estos subsistemas, y su relación con su medio ambiente. Esto se puede apreciar en la siguiente figura de la cual se parte el método de diagnóstico de forma general.

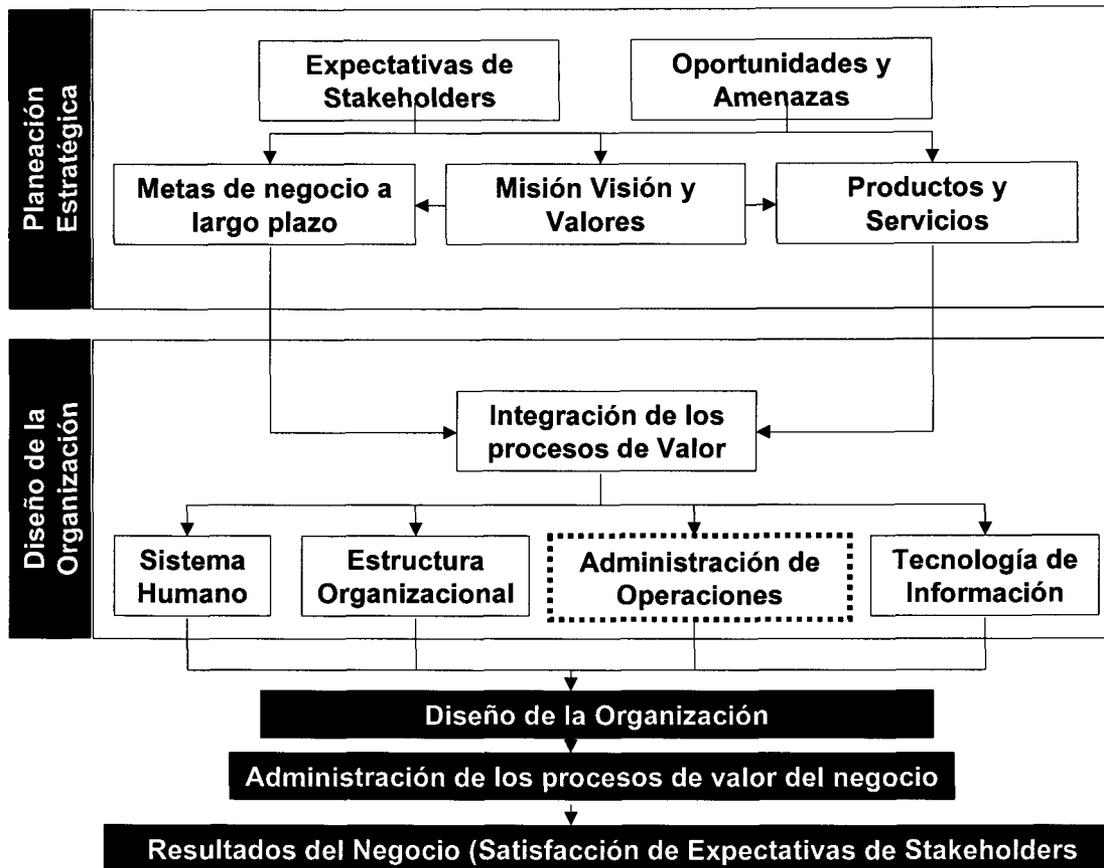


Figura 3.1 Modelo Conceptual General

En este Modelo Conceptual General, podemos ver 3 niveles principales, en el primer nivel se encuentra la **Planeación Estratégica**, donde están la Misión, Visión y Valores, las Metas del negocio a Largo plazo, Expectativas de Stakeholders, Oportunidades y Amenazas etcétera. En este nivel se toman las decisiones ejecutivas de alto nivel que involucra grandes inversiones, innovación de productos y servicios así como el rumbo de la organización.

En el siguiente nivel está el **Diseño de la Organización**, aquí se toman decisiones más específicas en torno a los cuatro aspectos fundamentales de los procesos de

valor, estos son *El Sistema Humano, La estructura organizacional, La Administración de Operaciones y La Tecnología de información.*

En el tercer y último nivel se encuentran la *Planeación Operativa (decisiones a nivel de piso), La Administración de los Procesos de Valor del Negocio* y por último los *Resultados del Negocio (Satisfacción de Expectativas de Stakeholders)* que es uno de los fines principales de la existencia de la organización.

Podemos observar como la *administración de operaciones* es un elemento importante en el funcionamiento de cualquier organización y que ésta tiene efecto en el cumplimiento de sus metas, planes, objetivos y resultados.

3.3 Modelo Conceptual Específico

Como se mencionó anteriormente, esta investigación se basa en 5 de las variables de la **Administración de Operaciones** (Administración de la Demanda, Administración del Inventario, Planeación de la Capacidad, Calendarización y Aseguramiento de Calidad) que es el elemento que se encuentra en la línea punteada en el Modelo Conceptual General, si observamos más de cerca en este modelo, podemos obtener un modelo conceptual específico que se muestra en la siguiente figura:

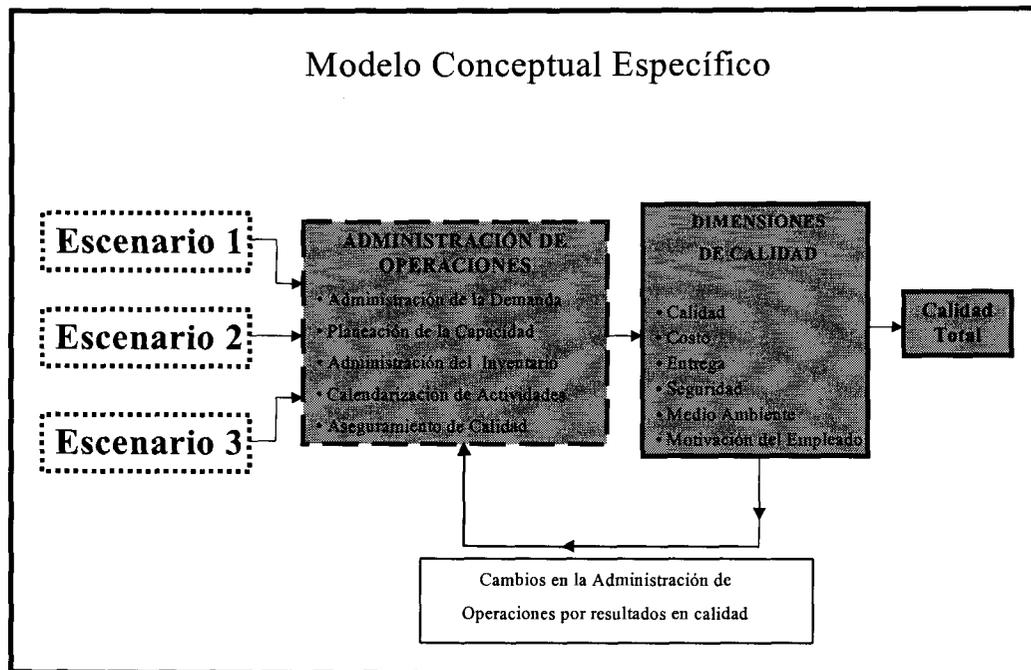


Figura 3.2 Modelo Conceptual Específico en Administración de Operaciones

Este modelo, indica gráficamente que, dependiendo del escenario en el que se encuentre la organización, será la manera en que deberá administrar sus operaciones para obtener altos puntajes en Calidad Total, si no son los adecuados, deberá modificar estas actividades, iterando hasta obtener altos puntajes.

3.4 Instrumentos de Análisis

Se utilizaron tres instrumentos para el análisis de las organizaciones bajo estudio: Un cuestionario para el análisis de medio ambiente, un cuestionario de Análisis de Administración de Operaciones (objeto de estudio de esta investigación) y por último, un cuestionario referente a las variables de salida o respuesta, (dimensiones de calidad) que sirven de apoyo para medir el desempeño de una organización en términos de Calidad Total.

3.4.1 Análisis del Medio Ambiente Organizacional

El Medio Ambiente Organizacional es un aspecto *sui generis*, un tanto subjetivo, tanto en sus parámetros *per sé*, como en las respuestas obtenidas por las empresas. Debido a estas subjetividades, se pueden presentar ciertos problemas para medir el Medio Ambiente de las Organizaciones.

Algunas empresas a pesar de indicarles que caer en un escenario tipo 2 o 3 no es algo negativo ni positivo sino simplemente un estado de la naturaleza de esa organización, tienen la tendencia a calificarse cerca del escenario 1, con el erróneo objetivo de cuidar su imagen como empresa suponiendo que el escenario 1 es sinónimo de estar a la vanguardia o ser más competitivos que otras organizaciones en el mismo mercado.

3.4.1.1 Instrumento para el análisis de medio ambiente

Se elaboró una herramienta que midiera el impacto que tienen los factores externos en las organizaciones bajo estudio:

Escenario de la Organización.

Favor de circular el número que corresponde al estatus donde se encuentre la variable en cuestión:

1. Disponibilidad de Recursos Financieros

1	2	3
Alto	Medio	Bajo

2. Desarrollo de Mercado

1	2	3
Alto	Medio	Bajo

3. Nivel de Tecnología

1	2	3
Alto	Medio	Bajo

4. Impacto en las condiciones económicas

1	2	3
Alto	Medio	Bajo

5. Impacto en las condiciones gubernamentales

1	2	3
Alto	Medio	Bajo

6. Nivel Sociocultural

1	2	3
Alto	Medio	Bajo

7. Grado de Competencia

1	2	3
Alto	Medio	Bajo

8. Disponibilidad de Proveedores

1	2	3
Alto	Medio	Bajo

Nota: Las preguntas 4 y 5, tienen sentidos inversos, es decir, menor es mejor, por lo que la puede contestar directamente, o ya invertido, pero en cualquier caso favor de indicarlo.

Las siguientes variables son las que analizan el medio ambiente:

- **Disponibilidad de recursos financieros.** Se refiere a la disponibilidad que la organización tiene respecto a créditos, apoyos del gobierno y del sector privado.
- **Desarrollo de mercado.** Se refiere a la inversión que realiza la organización en promoción, publicidad y desarrollo de sus productos y servicios.
- **Nivel de tecnología.** Se refiere al grado de innovación, automatización y tecnología de los procesos que la organización posee.

- **Impacto de las condiciones económicas.** Se refiere a los factores externos que afectan a la organización cuando estos suceden. Estos factores son la inflación, las crisis económicas, la inestabilidad financiera, el grado de incertidumbre, etcétera.

- **Impacto de las restricciones gubernamentales.** Se refiere al nivel de impacto que tienen en una organización las leyes, procedimientos, impuesto, aranceles y regulaciones que gobierna un entorno.

- **Nivel sociocultural.** Se refiere al grado de conciencia y preocupación del medio ambiente y bienestar de los seres vivos por parte de la organización.

- **Grado de competencia.** Se refiere a la cantidad de empresas participantes en el sector en que se desenvuelve la organización.

- **Disponibilidad de proveedores.** Se refiere a la facilidad de acceso y manejo de proveedores, tanto nacionales como internacionales, los cuales la organización requiere para su operación.

Estas definiciones o descripciones detalladas también fueron conocidas por las personas contacto (ingenieros de proceso, producción o calidad) a quienes se les aplicó este instrumento de medición número 1. El documento que se les entregó además del instrumento de medición se encuentra en el **Anexo I** de este trabajo de Investigación.

Las variables descritas se desarrollaron de acuerdo a los diferentes subsistemas que interactúan en toda organización, tales como clientes, procesos, tecnología, proveedores, accionistas etcétera.

Dentro de los escenarios posibles ($3^8 = 6561$), existen 3 escenarios perfectos o ideales en los que sus 8 variables son calificadas igual, esto se puede apreciar mas fácilmente en la siguiente tabla.

DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS

VARIBALE	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
Disponibilidad de recursos	Alta	Media	Baja
Desarrollo de mercado	Alto	Medio	Bajo
Nivel de tecnología	Alto	Medio	Bajo
* Impacto de las condiciones económicas	Bajo	Medio	Alto
* Impacto de las restricciones gubernamentales	Bajo	Medio	Alto
Nivel sociocultural	Alto	Medio	Bajo
Grado de competencia	Alto	Medio	Bajo
Disponibilidad de proveedores	Alta	Medio	Bajo
* Son variables tienen un sentido opuesto en relación con el resto de las variables. El sentido es negativo.			

Tabla 3.1 Descripción de Escenarios

Los 3 escenarios planteados son un marco de referencia que permitirán situar a las organizaciones bajo estudio en un mismo entorno de comparación.

3.4.1.2 Evaluación de resultados de Encuesta de Medio Ambiente

Es poco probable encontrar organizaciones con uno de los 3 escenarios ideales descritos anteriormente, en donde todas las variables son calificadas como alto, o todas las variables son calificadas como medio, o todas calificadas como bajo.

Con base a estos 3 escenarios ideales o perfectos, podemos describir también, 3 tipos de escenarios planteados de acuerdo al análisis del medio ambiente.

- **MODALIDAD ALTA.** Es el comportamiento intensivo o alto de las variables planteadas, es decir, que la mayoría de ellas afectan de manera fuerte a la organización. A esta modalidad se le asigna el 1, como identificador.

- **MODALIDAD MEDIA.** Es el comportamiento medio de las variables, es decir, que la mayoría de las variables afectan moderadamente a la organización. A esta modalidad se le asigna el 2.

- **MODALIDAD BAJA.** Es el comportamiento bajo de las variables, es decir, que la mayoría de las variables afectan de manera débil o nula a la organización. A esta modalidad se le asigna el 3.

En la realidad lo que vamos a encontrar son organizaciones con calificaciones de alto, medio y bajo dispersas en las 8 variables del medio ambiente de la organización. Para identificar en qué escenario se encuentra situada, se procedió a calcular la MODA de las calificaciones de las 8 variables, es decir el número que más se repita será el escenario de esa organización. En el Anexo IV se describen estos resultados y en el capítulo IV se analizan más a detalle los mismos.

3.4.2 Instrumento de Análisis de Administración de Operaciones

Esta es la parte central de la investigación y por consiguiente el instrumento más exhaustivo de los tres que se elaboraron en este trabajo de investigación.

A diferencia del primer y tercer instrumento de Análisis (que se mostrará más adelante), éste segundo instrumento referente a la Administración de Operaciones no pretende medir cual es el grado de aplicación o de efectividad en la utilización de los diferentes métodos y técnicas que las diferentes organizaciones bajo estudio llevan a cabo al momento de Administrar sus operaciones, tampoco establece escalas numéricas con respecto a estas técnicas, el objetivo principal de este cuestionario es conocer la ausencia o presencia de estas técnicas, con el objeto de evaluar en función de los escenarios con Modalidad alta, media y baja, cuáles de las técnicas de administración de operaciones (en función de las 5 variables manejadas) son necesarias para obtener buenos resultados en la *Calidad Total* de la organización (instrumento 3).

A continuación se muestra el formato de este segundo instrumento de medición:

Evaluación de Administración de la Operación

Favor de marcar con una X, el método utilizado. En general las opciones son mutuamente excluyentes, sin embargo es posible que usted utilice dos o más métodos para cada punto.

1. - Administración de la Demanda

En su organización, cuál es la manera en que administra la demanda:

1. Opinión y Juicio (cualitativo) ____

- a) Compuesto por fuerza de ventas _____
- b) Opinión ejecutiva _____
- c) Ventas y gerente de línea _____
- d) Analogía histórica _____
- e) Delphi _____
- f) Investigación de mercado _____

2. Series de Tiempo (cuantitativos) _____

- g) Simple _____
- h) Promedios Móviles _____
- i) Proyección de la tendencia _____
- j) Descomposición _____
- k) Suavización exponencial _____
- l) Box Jenkins _____

3. Asociativos (cuantitativos)_____

- m) Regresión y Correlación _____
- n) Econométrico _____
- o) Otro _____
- Especifique _____

2. - Planeación de la Capacidad (Elija la estrategia más adecuada)

- a) Producir en un periodo anterior y esperar a que el producto sea demandado

- b) Ofrecer la entrega del producto o servicio después, cuando la capacidad este disponible

- c) Hacer esfuerzos de mercadotecnia para cambiar la demanda a periodos de baja demanda

- d) Trabajar horas extra sin cambiar el tamaño de la fuerza de trabajo

- e) Tener Staff para niveles de alta producción de tal manera que el uso de horas extra no sea necesario

- f) Subcontratar el trabajo a otras compañías

- g) Revisar las decisiones de hacer o comprar artículos cuando la capacidad esta completa

- h) Contratar mas personal a medida que la demanda se incrementa

- i) Otro _____
- Especifique _____

3. Administración del Inventario (Favor de elegir la estrategia comúnmente utilizada por su empresa, o en su defecto la que mejor describa su caso particular)

- a) Modelo de Cantidad de Orden Económica

- b) Modelo de Cantidad de Orden Económica con reposición incremental

- c) Modelo de descuentos por cantidad

- d) Demanda y tiempo de recepción constante

- e) Tasa de demanda variable

- f) Tiempo de recepción variable

- g) Demanda y tiempo de recepción variable

- h) Intervalo Fijo

- i) Niveles de inventario continuo

- j) Niveles de inventario discreto

- k) JIT (Just in Time)

- l) MRP

- m) MRP II

- n) Otro _____ Especifique _____

4. Calendarización

1. Secuenciación de trabajos

- a) FCFS (Primero viene, primero se le sirve)

- b) LCFS (Ultimo viene, primero se le sirve)

- c) DDATE (Vencimiento más próximo)

- d) CUSTRP (Prioridad más alta del cliente)

- e) SETUP (Ajuste que se está realizando en ese momento)

- f) SLACK (Holgura Mínima)

- g) CR (Radio Crítico)

- h) WINQ (Trabajo en la próxima cola)_____
- i) NOPN (Número de Operaciones)_____
- j) S/OPN (Holgura por Operación Restante)_____
- k) RWK (Trabajo Restante)_____

2. Monitoreo

- l) Carga Finita _____
- m) Carga Infinita _____
- n) Gráficas de Calendario _____
- o) Control Entrada/Salida_____

5. Aseguramiento de Calidad

1. Control Estadístico del Proceso _____

- a) Gráficas de promedio _____
- b) Gráficas de Rango _____

c) Gráficas p _____

d) Gráficas c _____

2. Corrida de Pruebas _____

e) A's y B's (Corridas arriba y abajo de la mediana)

f) U's y D's (Corridas arriba y abajo de la anterior)

g) Otro _____ Especifique _____

h) (C_p) _____

i) σ 'S? _____

j) ¿Otro método? _____ Especifique _____

4. Herramientas de Administración por Calidad Total

k) Hoja de chequeo

l) Diagrama de Flujo

m) Diagrama de dispersión

n) ¿Estratificación?

o) Histograma

p) Diagrama de Pareto

q) Gráfica de Control

r) Diagrama de Causa efecto

5. Nuevas herramientas de Administración por Calidad Total

s) Diagrama de afinidad o método KJ:

t) Diagrama de relaciones

u) Diagrama de árbol

v) Diagramas matriciales

w) Matriz de análisis de datos

x) Gráfica de programación de decisiones de proceso

y) Diagrama de flechas

6. Certificaciones

z) ISO 9000 _____

aa) ISO 9001 _____

ab) ISO 9002 _____

ac) ISO 9003 _____

ad) ISO 9004 _____

ae) ISO 14000 _____

af) Otro ____ ¿Especifique?

3.4.3 Instrumento de Análisis de Resultados en Calidad Total

Este tercer y último instrumento de Análisis se elaboró para finalmente conocer cuáles son los resultados obtenidos por las organizaciones en términos de Calidad Total (basados en las dimensiones de calidad del CC).

Este instrumento al igual que el primero tiene las limitaciones intrínsecas de la subjetividad debido a que lo que para una empresa XYZ la calidad de sus productos y servicios es por ejemplo 2 (Muy Alto), para otra empresa ABC, esa

misma calidad puede ser percibida como simplemente 3 (Alto) o como 1 (Excelente). También se presenta una situación análoga a la del instrumento de Medio Ambiente, de tal manera que las organizaciones tendrán la tendencia a evaluarse mas arriba de la realidad.

Sin embargo, como las empresas estudiadas con los tres instrumentos están sujetas a las mismas condiciones de subjetividad y sesgo, este tercer instrumento de Análisis de Resultados en Calidad Total nos dará una idea muy aproximada de cuáles son los resultados obtenidos por estas organizaciones.

A continuación se muestra un ejemplar de este instrumento:

Indique en este apartado, circulando en número que corresponda al estatus que observa en la organización en cada una de las siguientes dimensiones de calidad.

1. Calidad: Esto significa que el producto o servicio estén de acuerdo a sus especificaciones. También que esté en conformidad con lo que desea el cliente.

1	2	3	4	5	6	7
Excelente	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Pésimo

2. Costo: Este significa que los costos de los productos y servicios de la empresa sean bajos para que la organización pueda ofrecer precios que los clientes estén dispuestos a pagar.

1	2	3	4	5	6	7
Excelente	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Pésimo

3. Entrega: Esto significa que la entrega del producto o servicio se hizo en el lugar adecuado, en el tiempo adecuado y en las condiciones adecuadas.

1	2	3	4	5	6	7
Excelente	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Pésimo

4. Seguridad: Se puede definir como el conocimiento y cortesía de los empleados y su habilidad para transmitir confianza. Que el cliente cuente con que los productos y servicios que recibe están acordes con lo que espera.

1	2	3	4	5	6	7
Excelente	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Pésimo

5. Medio Ambiente: Aquí se toma en cuenta cuál es el impacto al medio ambiente por la compañía, si se controlan los contaminantes en caso de producirlos, si están en conformidad con las agencias ambientales correspondientes, etcétera.

1	2	3	4	5	6	7
Excelente	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Pésimo

6. Motivación del Empleado: Esto es el esfuerzo y valor agregado que aportan los trabajadores a la organización.

1	2	3	4	5	6	7
Excelente	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Pésimo

Se le preguntó a cada organización que indicara de manera realista en una escala de Likert (del 1 al 7), donde el número 1 significa que la calificación en esa dimensión es excelente, el número 2 significa que la calificación es muy alto, y así sucesivamente hasta el número 7, que significa que la calificación para esa dimensión se encuentra en un estatus pésimo.

3.5 Método de Análisis de Resultados

En el próximo capítulo se analizarán los datos obtenidos por las 50 organizaciones investigadas. Esta información da lugar a diversas formas y combinaciones de estudiar los mismos. Antes de empezar a relacionar los datos y a hacer estratificaciones, se presentará un resumen de los datos en forma de tabla donde se muestra la letra clave de la organización (en sustitución al nombre de la empresa), el escenario en el que se encuentra la organización, su giro, su puntaje en términos de calidad total y el número de operaciones totales que realiza cada organización en Administración de Operaciones. Esta tabla está ordenada de acuerdo al giro de la organización.

Mas adelante se presentan histogramas generales, uno para ubicar a las empresas, en rangos de calificaciones para conocer cuantas empresas, independientemente del escenario, entran en los rangos de calificaciones de

"mayor de 40 a 50, de "mayor de 50 a 60 etcétera. El otro histograma también abarca a todas las organizaciones independientemente del escenario, solo que esta vez, en lugar de tomar en cuenta las calificaciones, se toma en cuenta el número de operaciones, y las frecuencias de cada rango.

Después se lleva a cabo un análisis de regresión, para relacionar las variable Administración de la Demanda con el puntaje global en Calidad Total y la Variable Aseguramiento de Calidad con el puntaje global en Calidad Total, este análisis de regresión no se hizo para las variables planeación de la capacidad, Administración del Inventario y Calendarización de Actividades (por razones que se explicarán en el próximo capítulo). Estos análisis de regresión se llevaron a cabo también estratificando por escenario, es decir, se relacionaron las variables mencionadas anteriormente tomando en cuenta a las organizaciones del escenario 1, después a las del escenario 2 y finalmente a las del escenario 3. Estos análisis fueron acompañados por gráficas de dispersión x-y como auxilio visual de las regresiones.

En las variables: *Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y Calendarización de Actividades* se llevará a cabo un Análisis de Regresión Múltiple, relacionando los puntajes globales de Calidad Total Y, con la ausencia o presencia de la técnica X_1 y el escenario en que se encuentra la organización X_2 por cada técnica (también por razones que se explicarán en el próximo capítulo).

Antes de hacer este análisis se comprobó estadísticamente que las técnicas son susceptibles de ser correlacionadas (mediante prueba F para correlación simultánea y prueba t para correlación independiente). Solo 4 de las 36 técnicas que corresponden a las 3 variables en las que se intentó realizar la regresión múltiple pueden ser relacionadas con un 95% de confiabilidad, estas son: punto de reorden bajo demanda variable, DDATE, S/OPN y Gráfica de Gantt por carga finita. En este análisis se muestran las ecuaciones de las líneas rectas generadas

por la regresión, así como los posibles valores que toman los puntajes globales en Calidad Total, en función a los posibles valores de $X_1 \{0,1\}$ y $X_2 \{1,2,3\}$.

Debido a que el análisis estadístico realizado puede dejar "espacios" que no pueden ser incluidos en ecuaciones estadísticas, se hizo necesario hacer un *análisis cualitativo* de los datos obtenidos, se empieza por presentar la información que de las actividades realizadas por las 50 organizaciones encuestadas en las 5 variables de administración de operaciones, también se presentan los puntajes obtenidos en términos de Calidad Total. Se analizan casos extremos (por ejemplo puntajes más altos o puntajes más bajos). Esta información está ordenada por escenario en el que se encuentre la organización y por sus puntajes globales en Calidad Total.

Esta información presentada en forma de tablas es de mucho valor para este trabajo de investigación, ya que presentan en forma resumida las actividades realizadas por la totalidad de las organizaciones, su giro y los puntajes obtenidos en Calidad Total (Las técnicas utilizadas se presentan en forma de una letra clave cuya definición se encuentra en el anexo V). Esta tabla servirá también en gran medida a los interesados en continuar con este trabajo de investigación.

En los casos en que se juzgo necesario entender más a fondo las razones de algún puntaje en Calidad Total, este será desglosado o descompuesto en sus dimensiones de calidad que le dieron origen.

El análisis cualitativo continúa con el análisis de las organizaciones que miden su Cp o Capacidad del Proceso. Se comparan las organizaciones en función del valor de su Cp con los puntajes obtenidos en Calidad Total. Este análisis se hace estratificado por escenario, para conocer el efecto de los valores del Cp en los puntajes de las organizaciones para un escenario dado.

Finalmente se lleva a cabo un análisis estratificado de las organizaciones que marcaron técnicas que no se mencionan en el instrumento de medición número

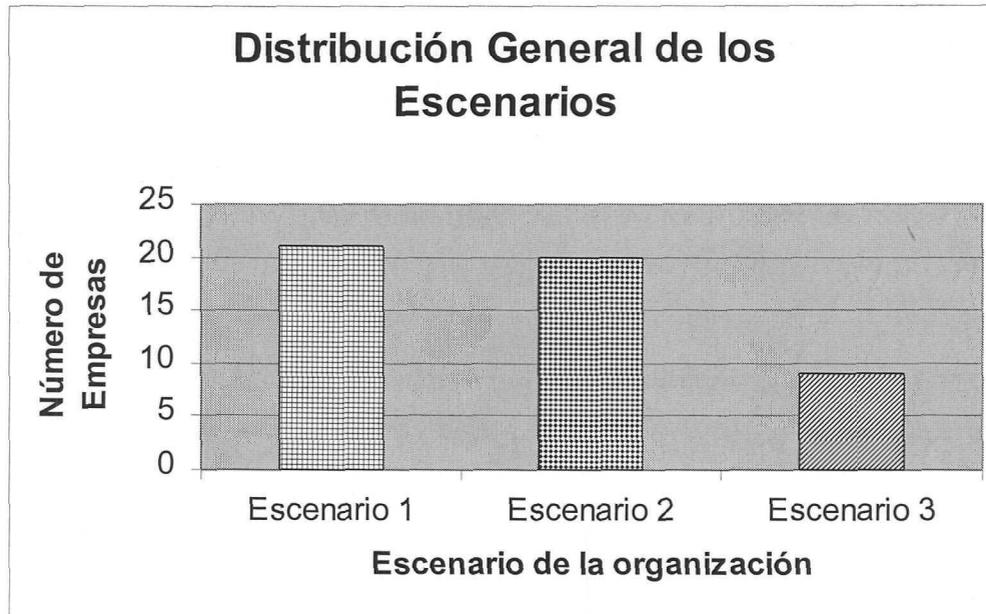
dos; para cualquiera de las cinco variables estudiadas en esta investigación. Se presentan tres matrices, una para cada escenario, con análisis de ciertos casos que merecen especial atención (como por ejemplo, muy bajos o altos puntajes, actividades totalmente distintas a lo que marca la teoría o bibliografía especializada, etcétera).

CAPÍTULO IV:

Análisis de Resultados

4.1 Introducción

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos en 50 empresas en donde se aplicó el método de análisis previamente descrito. Estas 50 organizaciones de la industria mexicana se encuentran dispersas en diferentes ciudades: Monterrey, Cd. Juárez, Tijuana, La Paz, Puebla, Tampico, Altamira etcétera. Estas empresas son desde tamaño pequeño a grande, y pertenecen a diferentes giros: pinturas, refrescos, cerveza, fibras, vidrio, productos químicos, aceros, plásticos, etcétera. Si dividimos las cincuenta organizaciones investigadas sus respectivos escenarios, tenemos 21 organizaciones con escenario tipo 1, 20 con escenario tipo 2 y 9 con escenario tipo 3. Tal como se muestra en la siguiente gráfica:



Gráfica 4.1 Distribución General de los Escenarios en las Organizaciones investigadas

A continuación se muestra el listado de las empresas investigadas. Por razones de confidencialidad no se muestran los nombres de las empresas, estos fueron sustituidos por letras; solo se menciona el escenario, giro de la empresa, así como la calificación obtenida en términos de Calidad Total (Instrumento de Medición número 3), y finalmente el número de operaciones totales realizadas por la empresa (este número incluye las operaciones de las 5 variables de Administración de Operaciones vistas en el Instrumento de Medición número 2).

Empresa	Escenario	Giro	Calificación en Calidad Total en base 100	Número de Operaciones Totales
A	1	Acero	83.33	27.00
B	1	Aires Acondicionados	78.57	17.00
C	1	Azulejos	90.48	31.00
D	1	Cervecera	88.10	14.00
E	1	Fibras de Acrílico	90.48	20.00
F	1	Lamina de Fierro	85.71	21.00
G	1	Manufactura Automotriz	92.86	23.00
H	1	Mosaicos	71.43	16.00
I	1	Motores Industriales	73.81	19.00
J	1	Multimedios	85.71	15.00
K	1	Petroquímica	100.00	27.00
L	1	Petroquímica	85.71	24.00
M	1	Petroquímica	76.19	12.00
N	1	Pinturas	88.10	14.00
O	1	Productos Químicos	80.95	16.00
P	1	Productos Químicos de Limpieza	95.24	14.00

Empresa	Escenario	Giro	Calificación en Calidad Total en base 100	Número de Operaciones Totales
Q	1	Refresco de Cola	100.00	28.00
R	1	Sistemas Médicos	83.33	20.00
S	1	Telefonía y Redes	80.95	16.00
T	1	Tractores	71.43	14.00
U	1	Vidrio	88.10	22.00
V	2	Alambres	61.90	19.00
W	2	Banca	83.33	11.00
X	2	Banca	83.33	11.00
Y	2	Bombas y Compresores	83.33	20.00
Z	2	Celulosa	71.43	15.00
AA	2	Compresores Remanufacturados	88.10	16.00
AB	2	Equipo Industrial	76.19	21.00
AC	2	Explotación de Minerales	78.57	13.00
AD	2	Impermeabilizantes	80.95	18.00
AE	2	Imprenta	90.48	10.00
AF	2	Industria del Plástico	83.33	15.00
AG	2	Industria del Plástico	80.95	8.00
AH	2	Industria Minera	71.43	18.00
AI	2	Perfiles de PVC	50.00	21.00
AJ	2	Pinturas	85.71	13.00
AK	2	Plástico	76.19	7.00
AL	2	Productos para Motores	76.19	25.00
AM	2	Productos Químicos Agrícolas	85.71	15.00
AN	2	PVC	88.10	25.00

Empresa	Escenario	Giro	Calificación en Calidad Total en base 100	Número de Operaciones Totales
AO	2	Resinas Sintéticas y Poliméricas	71.43	21.00
AP	3	Cabezales Engranados	64.29	9.00
AQ	3	Compactadores de Acero	88.10	8.00
AR	3	Explotación de Minerales No Metálicos	85.71	14.00
AS	3	Partes para Automóvil	71.43	16.00
AT	3	Productos Químicos	50.00	9.00
AU	3	Proveedores de una CIA. de Autos	61.90	15.00
AV	3	Recipientes a Presión	90.48	13.00
AW	3	Rejillas para Aire	71.43	7.00
AX	3	Vidrio	92.86	11.00

Tabla 4.1 Resultados en Calidad Total y Número de Operaciones de las cincuenta Empresas Encuestadas

4.1.1 Calificaciones Obtenidas

Las calificaciones obtenidas en términos de Calidad Total fueron calculadas de la siguiente forma:

Después de que cada organización indica de manera realista el estatus en la escala de Likert, para cada Dimensión de Calidad, se obtiene el promedio de estas calificaciones, este valor que deberá de estar entre 1 y 7, es convertido a una escala en base 100, con la siguiente formula:

$$\text{Calificación en Base 100} = (8 - \text{Calificación en escala de Likert}) \times 14.2857$$

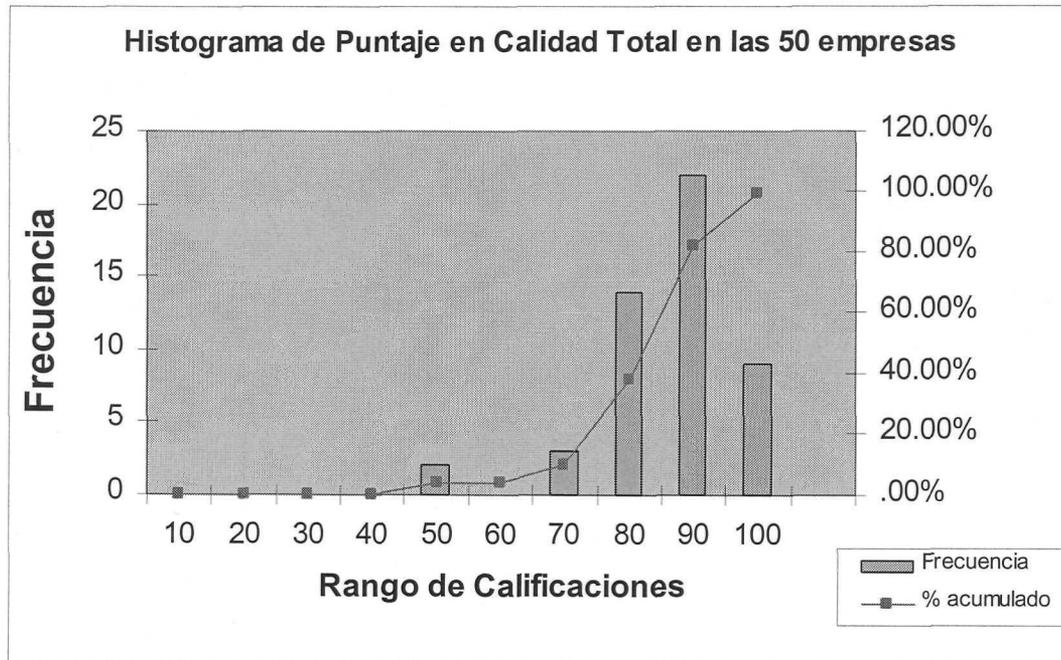
La explicación de esta formula es sencilla, se divide 100 entre 7 y el resultado es 14.28, esto quiere decir que cada punto en escala de Likert, equivale a 14.28 puntos en la escala base 100, por lo tanto si aplicamos esta formula a los valores enteros tenemos como resultado.

Resultados	Aplicación de la Formula	Resultado Final en base 100
1	$(8-1) \times 14.2857$	100.00
2	$(8-2) \times 14.2857$	85.71
3	$(8-3) \times 14.2857$	71.42
4	$(8-4) \times 14.2857$	57.14
5	$(8-5) \times 14.2857$	42.85
6	$(8-6) \times 14.2857$	28.57
7	$(8-7) \times 14.2857$	14.28

Tabla 4.2 Conversión de Puntajes de Escala Likert a escala en base 100

Como los resultados obtenidos por las organizaciones son el promedio de las 6 dimensiones de calidad, estos no arrojan siempre valores enteros, por lo que las calificaciones obtenidas fluctuarán entre el 14.28 y el 100. El valor mínimo que podía obtener una empresa es 14.28 y el valor máximo posible es un 100.

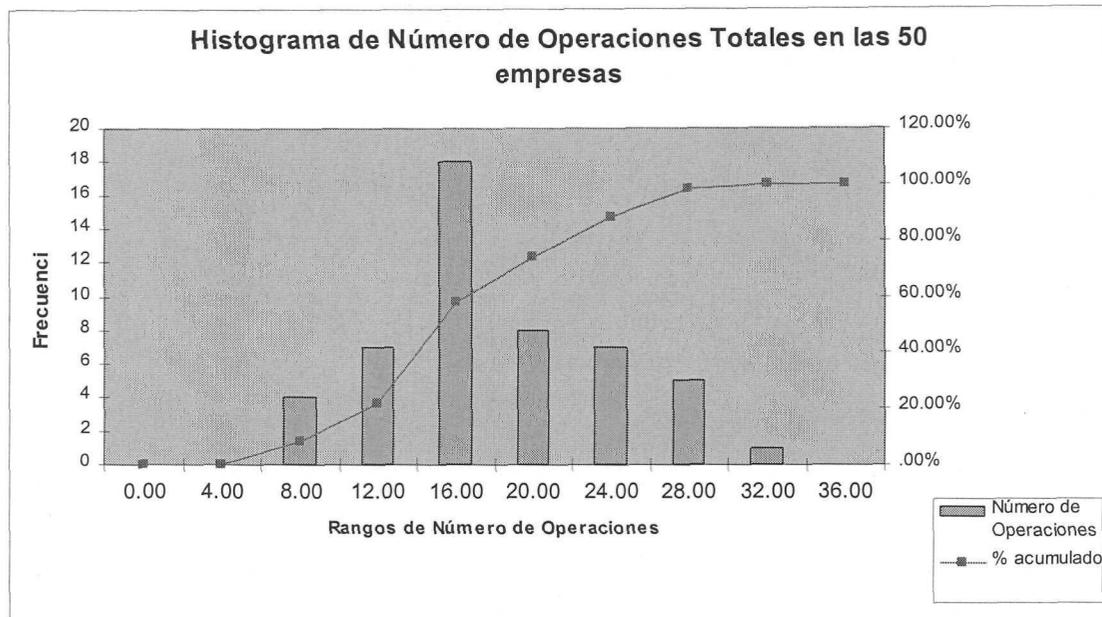
La siguiente gráfica muestra un histograma con los puntajes en Calidad Total (en base a la conversión antes explicada) obtenidas por las 50 empresas encuestadas:



Gráfica 4.2 Puntajes de Calidad Total en las 50 empresas y sus acumulados

En esta gráfica se puede observar que la distribución de puntajes es aproximadamente normal sesgada hacia la derecha. También podemos observar que la mayoría de los puntajes cayeron en el rango de "mayor de 80" a 90 (22 empresas), seguido por el rango de "mayor de 60" a 80 (14 empresas), muy cerca se encuentra el rango de "mayor de 90" a 100 (9 empresas). De las 5 empresas restantes (que obtuvieron puntajes "reprobatorios") y que representan el 10% del total de las empresas, 2 caen en el rango de "mayor de 40 a 50". Finalmente 3 empresas entran en el rango de "mayor de 60" a 70.

La siguiente gráfica muestra la distribución del número de operaciones totales que realizan las 50 organizaciones investigadas.



Gráfica 4.3 Número de Operaciones Totales en las cincuenta empresas y sus acumulados

Esta gráfica nos muestra el total de operaciones o actividades que realizan las organizaciones. La gráfica incluye las 5 variables de administración de operaciones (instrumento 2): Administración de la Demanda, Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario, calendarización y Aseguramiento de Calidad.

Se puede observar que la distribución de esta gráfica, al igual que la anterior es aproximadamente normal, en este caso el sesgo es ligeramente hacia la izquierda. El mayor número de ocurrencias, cae en el rango de "mayor de 12" a 16 actividades (18 ocurrencias), el menor número de ocurrencias cae en el rango de "mayor de 28" actividades a 32 actividades (una ocurrencia). Los demás casos los podemos observar en la siguiente tabla:

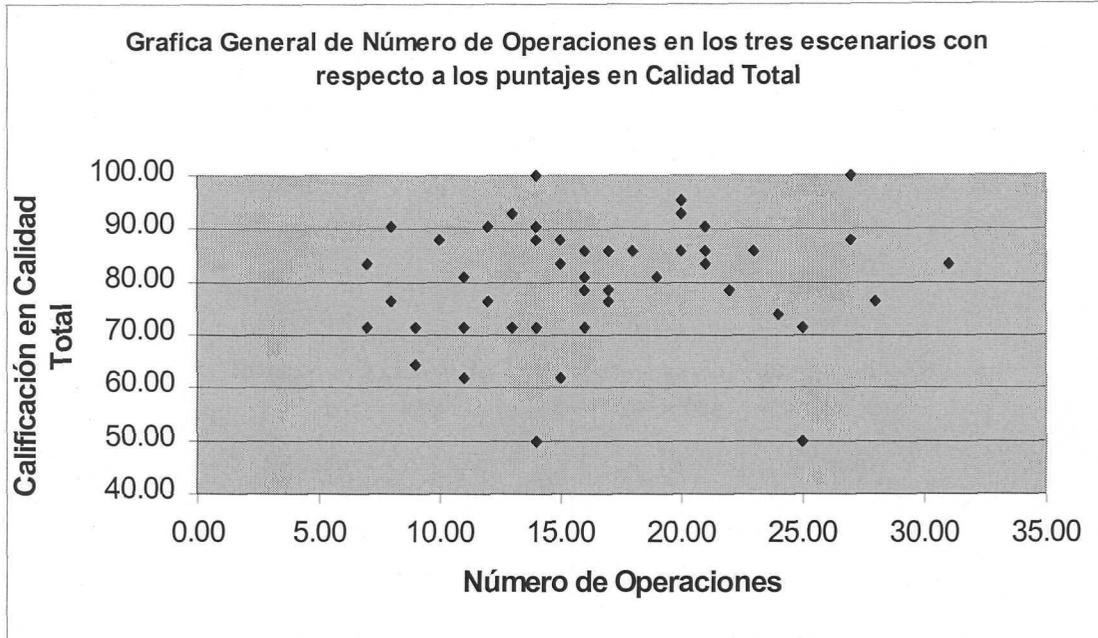
Rango	Frecuencia	% acumulado
De mayor a 0 a 4	0	.00%
Mayor de 4 a 8	4	8.00%
Mayor de 8 a 12	7	22.00%
Mayor de 12 a 16	18	58.00%
Mayor de 16 a 20	8	74.00%
Mayor de 20 a 24	7	88.00%
Mayor de 24 a 28	5	98.00%
Mayor de 28 a 32	1	100.00%

Tabla 4.3 Distribución de Frecuencias del Número de Operaciones Totales Realizadas

Esta información debe de tratarse con cuidado, ya que hasta este momento, la parte del ambiente organizacional todavía no se ha tomado en cuenta, así como tampoco se ha desglosado el análisis en sus cinco variables. Esto es importante ya que precisamente lo que se tratará de probar en este trabajo de investigación es que el escenario o ambiente en el que se encuentra una organización y la forma de administrar las operaciones (5 variables), tienen relación con los Resultados obtenidos por las organizaciones en términos de Calidad Total.

4.1.2 Manejo de las variables de Administración de Operaciones

Para hacer más claro este concepto se graficará la dispersión x-y en las 50 organizaciones donde trataremos de relacionar el número de operaciones totales realizadas en estas organizaciones (escenarios 1, 2 y 3 juntos) y sus puntajes respectivos obtenidos en términos de calidad total:



Gráfica 4.4 Relación del Numero de Operaciones realizados en las cinco variables de Administración de Operaciones con los Puntajes Obtenidos en Calidad Total para los 3 escenarios

Aquí se puede observar que aparentemente existe una tendencia o relación entre el número de operaciones totales realizadas en las 5 variables de Administración de Operaciones y los Puntajes Obtenidos en términos de Calidad Total (*valor Crítico de $F = 0.099038072!$*) sin importar el escenario en el que se encuentre la empresa. Sin embargo, esta correlación no toma en cuenta que tres de las 5 variables de Administración de Operaciones (Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y Calendarización de Actividades) no pueden tratarse de este modo por razones que serán cubiertas en la sección 4.3 referente a la Regresión Múltiple de las variables.

Para las 3 variables restantes Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y Calendarización de Actividades se hará un *Análisis de Regresión Múltiple* por técnica clave, tomando en cuenta simultáneamente la presencia o ausencia de la técnica en cuestión y el escenario en que se encuentre la organización como variables independientes (X_1 y X_2) y los puntajes obtenidos en términos de Calidad Total como variable dependiente Y. El razonamiento de ésta lógica se explicará mas adelante.

4.2 Resultados Obtenidos en la Administración de la Demanda y Aseguramiento de Calidad

En las siguientes 2 secciones se muestran los resultados de 2 de las variables de administración de operaciones, estas variables, (Administración de la Demanda y Aseguramiento de Calidad) son las dos variables de Administración de Operaciones manejadas aquí, cuyas técnicas son independientes entre sí, además de que el uso de una de ellas, en general no impide el uso de alguna otra técnica.

4.2.1 Resultados de la variable Administración de la Demanda.

La siguiente gráfica muestra la relación que existe entre el número de técnicas utilizadas para administrar la Demanda, ya sea de sus materias primas o de sus productos terminados y los puntajes o calificaciones obtenidas en las dimensiones de calidad.

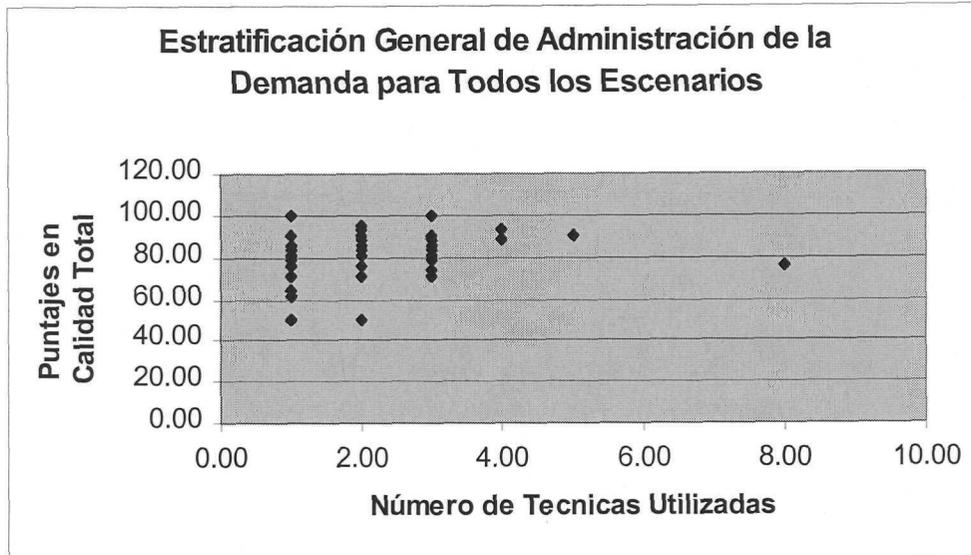
Para las 3 variables restantes Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y Calendarización de Actividades se hará un *Análisis de Regresión Múltiple* por técnica clave, tomando en cuenta simultáneamente la presencia o ausencia de la técnica en cuestión y el escenario en que se encuentre la organización como variables independientes (X_1 y X_2) y los puntajes obtenidos en términos de Calidad Total como variable dependiente Y. El razonamiento de ésta lógica se explicará mas adelante.

4.2 Resultados Obtenidos en la Administración de la Demanda y Aseguramiento de Calidad

En las siguientes 2 secciones se muestran los resultados de 2 de las variables de administración de operaciones, estas variables, (Administración de la Demanda y Aseguramiento de Calidad) son las dos variables de Administración de Operaciones manejadas aquí, cuyas técnicas son independientes entre sí, además de que el uso de una de ellas, en general no impide el uso de alguna otra técnica.

4.2.1 Resultados de la variable Administración de la Demanda.

La siguiente gráfica muestra la relación que existe entre el número de técnicas utilizadas para administrar la Demanda, ya sea de sus materias primas o de sus productos terminados y los puntajes o calificaciones obtenidas en las dimensiones de calidad.



Gráfica 4.5 Relación entre el número de Técnicas utilizadas en Administración de la demanda y los puntajes obtenidos en Calidad Total

Un análisis de regresión para relacionar dos variables "x" y "y" efectuado en el paquete de análisis de datos incluido en Excel nos arroja el siguiente valor crítico (el cual es una medida de confiabilidad α para la prueba F).

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.187921626
Coefficiente de determinación R ²	0.035314538
R ² ajustado	0.015216924
Error típico	10.75223545
Observaciones	50

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	203.1451979	203.1451979	1.75715078	0.191254901
Residuos	48	5549.307228	115.6105673		
Total	49	5752.452426			

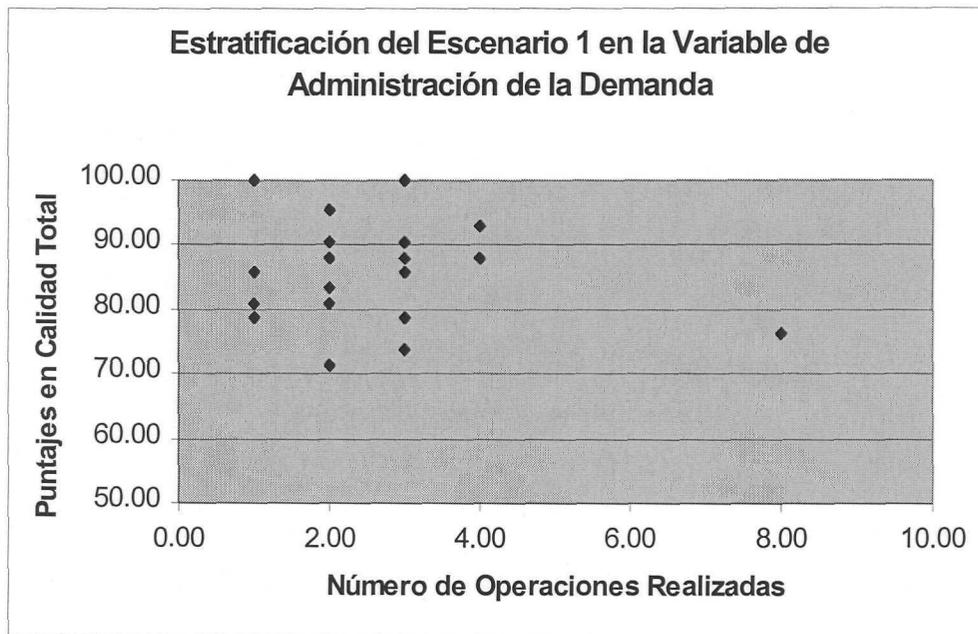
Tabla 4.4 Análisis de Regresión Lineal para la variable Administración de la Demanda y Puntajes en Calidad Total

Este valor crítico de F no cumple con la típica prueba de 95% de confiabilidad, incluso tampoco cumple con una confiabilidad de 90%. Lo que nos indica este valor de F en particular, es que solo se podría afirmar que podría existir una relación entre el número de operaciones en la administración de la demanda y los puntajes en Calidad Total con una confianza del 80%, lo cual es un valor muy bajo estadísticamente hablando.

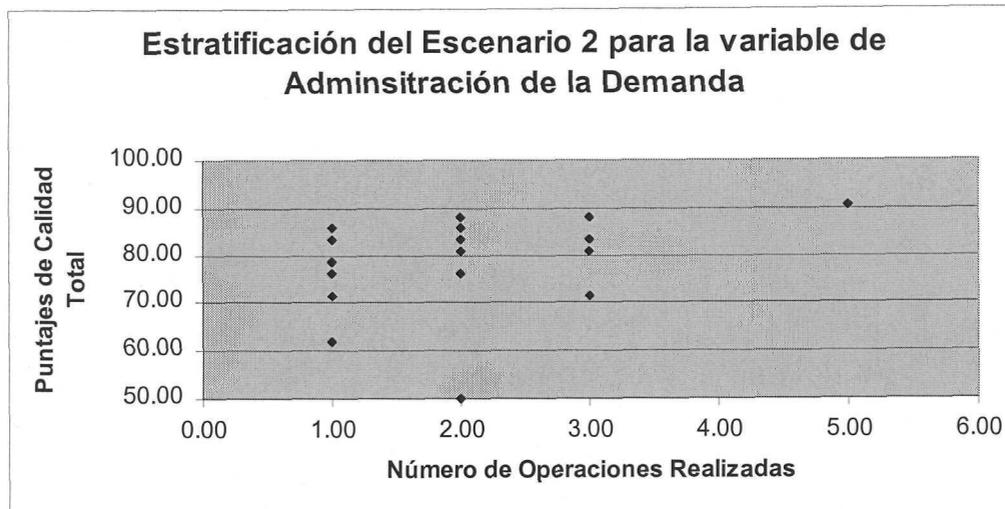
Obsérvese que la correlación es baja y que están mezclados los tres escenarios 1, 2 y 3. Ahora se estratificará el mismo análisis, solo que ahora por escenario.

4.2.1.1 Administración de la Demanda (Escenario 1)

La siguiente gráfica muestra la dispersión x-y entre el número de operaciones realizadas en la variable Administración de la Demanda y los puntajes obtenidos en términos de Calidad Total para el escenario 1:



Gráfica 4.6 Relación entre el número de Técnicas utilizadas en Administración de la demanda y los puntajes obtenidos en Calidad Total para el Escenario 1



Gráfica 4.7 Relación entre el número de Técnicas utilizadas en Administración de Operaciones y los puntajes obtenidos en Calidad Total para el Escenario 2

El análisis de regresión en este caso es el siguiente:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.320879839
Coefficiente de determinación R ²	0.102963871
R ² ajustado	0.05312853
Error típico	9.445511448
Observaciones	20

ANÁLISIS DE VARIANZA

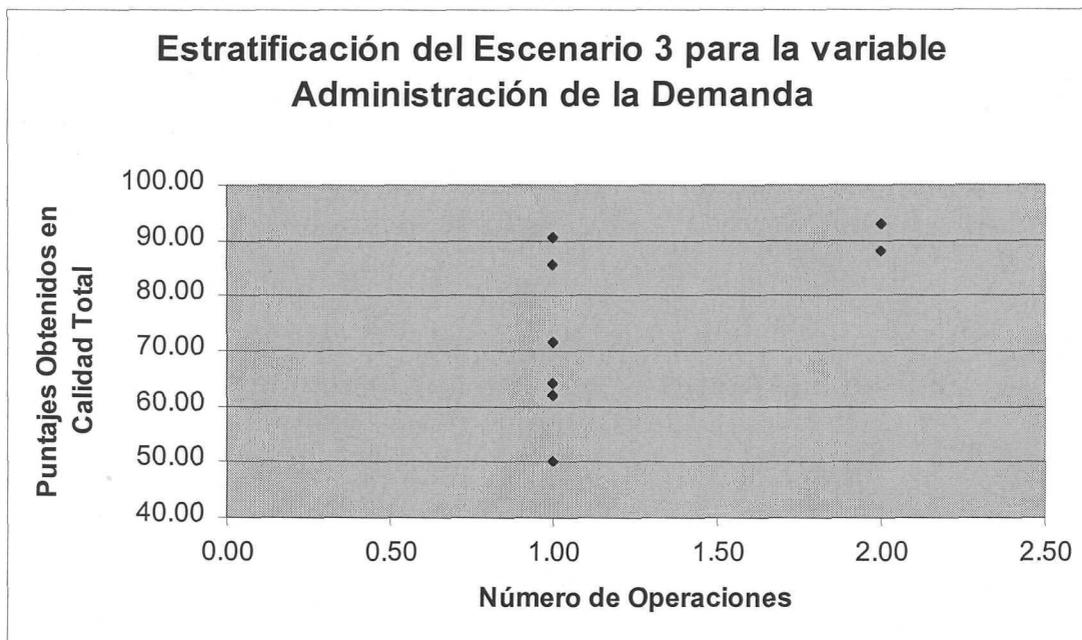
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	184.3310043	184.3310043	2.0660814	0.167765166
Residuos	18	1605.918357	89.21768651		
Total	19	1790.249361			

Tabla 4.6 Análisis de Regresión de la variable Administración de la Demanda en el Escenario 2

Cuando estratificamos el escenario 2, la prueba del valor crítico de F no cumple con un 90% de confiabilidad (la confiabilidad es 83%). No existe evidencia estadística para afirmar que existe una relación entre el número de operaciones realizadas en administración de operaciones y los puntajes en Calidad Total para el escenario 2.

4.2.1.3 Administración de la Demanda (Escenario 3)

La siguiente gráfica muestra la dispersión x-y entre el número de operaciones realizadas en la variable Administración de la Demanda y los puntajes obtenidos en términos de Calidad Total para el escenario 3:



Gráfica 4.8 Relación entre el número de Técnicas utilizadas en Administración de Operaciones y los puntajes obtenidos en Calidad Total para el Escenario 3

De la gráfica se puede observar a simple vista que para una "x" (número de operaciones), existen varias "y's" puntajes obtenidos en Calidad Total, por lo que podemos observar que el número de operaciones podría ser independiente de los puntajes obtenidos. De hecho en esta gráfica solo existen 2 valores de "x" (1 y 2 operaciones). Además, solo 2 organizaciones en este escenario utilizan 2 operaciones en Administración de la Demanda, en tanto que el resto utiliza una operación. Los datos así distribuidos, no pueden ser correlacionados.

Se le dará al análisis de regresión la tarea de decidirlo:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.040205574
Coefficiente de determinación R ²	0.001616488
R ² ajustado	-0.141009728
Error típico	15.93928473
Observaciones	9

ANÁLISIS DE VARIANZA

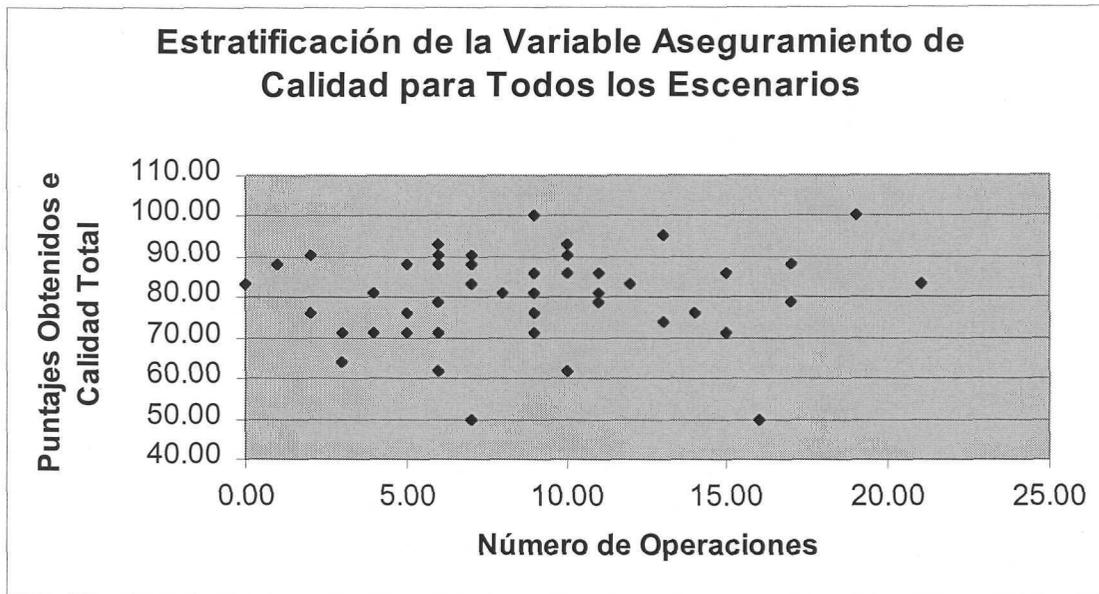
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	2.879458547	2.879458547	0.011333738	0.918204131
Residuos	7	1778.425585	254.0607978		
Total	8	1781.305043			

Tabla 4.7 Análisis de Regresión de la variable Administración de la Demanda en el Escenario 3

En este caso, se puede ver numéricamente que no se cuenta con elementos para afirmar que existe una relación de las variables número de técnicas utilizadas en Administración de la Demanda y los puntajes obtenidos en Calidad Total. De hecho el nivel de confiabilidad en este caso es poco más de 8%, es decir, podemos afirmar con un 92% de confiabilidad que no existe una relación lineal directa entre las variables antes mencionadas.

4.2.2 Resultados de la Variable Aseguramiento de Calidad

La siguiente gráfica muestra la dispersión x-y entre el número de operaciones realizadas en la variable Aseguramiento de Calidad y los puntajes obtenidos en términos de Calidad Total:



Gráfica 4.9 Relación entre el número de Técnicas utilizadas en el Aseguramiento de Calidad y los puntajes obtenidos en Calidad Total

Como se puede observar en la gráfica, existe una tendencia general al incremento en el puntaje en la Calidad total si se incrementa el número de técnicas en la variable Aseguramiento de Calidad, con los 3 escenarios juntos. Sin embargo, como veremos más adelante esta tendencia es producida por las empresas pertenecientes al escenario 1; también veremos cómo las empresas pertenecientes a los escenarios 2 y 3 contribuyen a que la confiabilidad de esta gráfica sea de tan solo 90%.

El análisis de regresión en este caso es el siguiente:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.2374552
Coefficiente de determinación R ²	0.056384972
R ² ajustado	0.036726326
Error típico	10.63416326
Observaciones	50

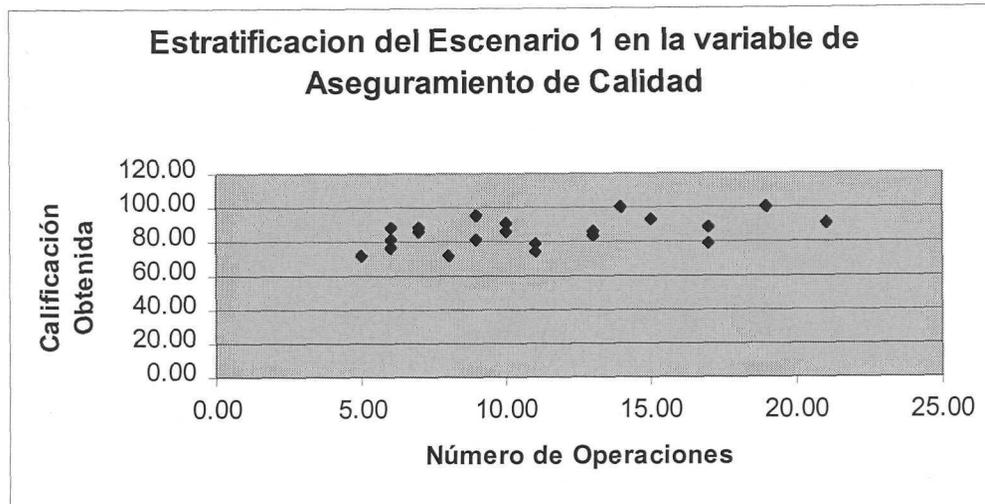
ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	324.3518687	324.3518687	2.8682022	0.096826589
Residuos	48	5428.100558	113.0854283		
Total	49	5752.452426			

Tabla 4.8 Análisis de Regresión de la variable Aseguramiento de Calidad

Aunque la confiabilidad de la regresión de la variables Aseguramiento de Calidad con los 3 escenarios juntos es de 90%, al analizar la variable de Aseguramiento de Calidad escenario por escenario, se hará evidente qué escenario aportó confiabilidad a este análisis.

4.2.2.1 Resultados de la variable Aseguramiento de Calidad (Escenario 1)

La siguiente gráfica muestra la dispersión x-y entre el número de operaciones realizadas en la variable Aseguramiento de Calidad y los puntajes obtenidos en términos de Calidad Total para el escenario 1:



Gráfica 4.10 Relación entre el número de Técnicas utilizadas en el Aseguramiento de Calidad y los puntajes obtenidos en Calidad Total para el Escenario 1

En esta gráfica de la variable Aseguramiento de Calidad en el escenario 1, se puede apreciar por simple inspección que existe una correlación entre el número de técnicas aplicadas de Aseguramiento de Calidad y los puntajes obtenidos en términos de Calidad Total. Se puede apreciar como a mayor número de técnicas, mayor es el puntaje obtenido. El análisis de regresión en este caso es el siguiente:

<i>Estadísticas de la regresión</i>					
Coefficiente de correlación múltiple	0.472502365				
Coefficiente de determinación R ²	0.223258485				
R ² ajustado	0.182377352				
Error típico	7.555032025				
Observaciones	21				
ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	311.7149807	311.7149807	5.46116195	0.030545275
Residuos	19	1084.491669	57.0785089		
Total	20	1396.20665			

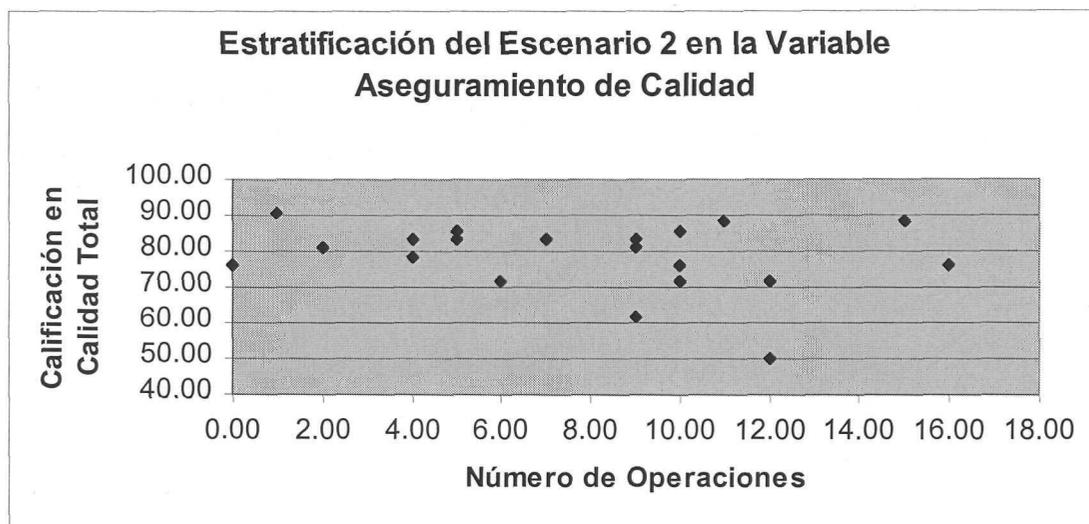
Tabla 4.9 Análisis de Regresión de la variable Aseguramiento de Calidad en el Escenario 1

El valor crítico de $F = 0.0305$ significa que la confiabilidad α de esta prueba de relación entre las 2 variables es de 96.95%! Lo cual nos permite afirmar, con poco más de un 96% de confiabilidad que en el escenario 1, el número de Técnicas utilizadas en el área de Aseguramiento de Calidad tienen una relación lineal directa, es decir, a mayor número de técnicas para el Aseguramiento de Calidad Utilizadas, mayor será el Puntaje en términos de Calidad Total.

4.2.2.2 Resultados de la variable Aseguramiento de Calidad (Escenario 2)

Ahora analizaremos cómo afecta un incremento o decremento del número de Técnicas de Aseguramiento de Calidad en los Puntajes obtenidos en el instrumento de medición número 3 de Calidad Total.

La siguiente gráfica muestra la dispersión x-y entre el número de operaciones realizadas en la variable Aseguramiento de Calidad y los puntajes obtenidos en términos de Calidad Total para el escenario 2.



Gráfica 4.11 Relación entre el Número de Técnicas utilizadas en el Aseguramiento de Calidad y los puntajes obtenidos en Calidad Total para el Escenario 2

A simple vista se puede observar que al igual que el escenario anterior, un incremento en las técnicas dará por resultado un mejor puntaje en Calidad Total, sin embargo si se analiza de nueva cuenta la gráfica se podrá observar que existen varios puntos que se salen de esta tendencia, es decir puede haber organizaciones que utilicen 12 técnicas y obtengan un puntaje de 50, así como organizaciones que utilicen 2 técnicas y obtengan un puntaje de 80.

El análisis de regresión en este caso es el siguiente:

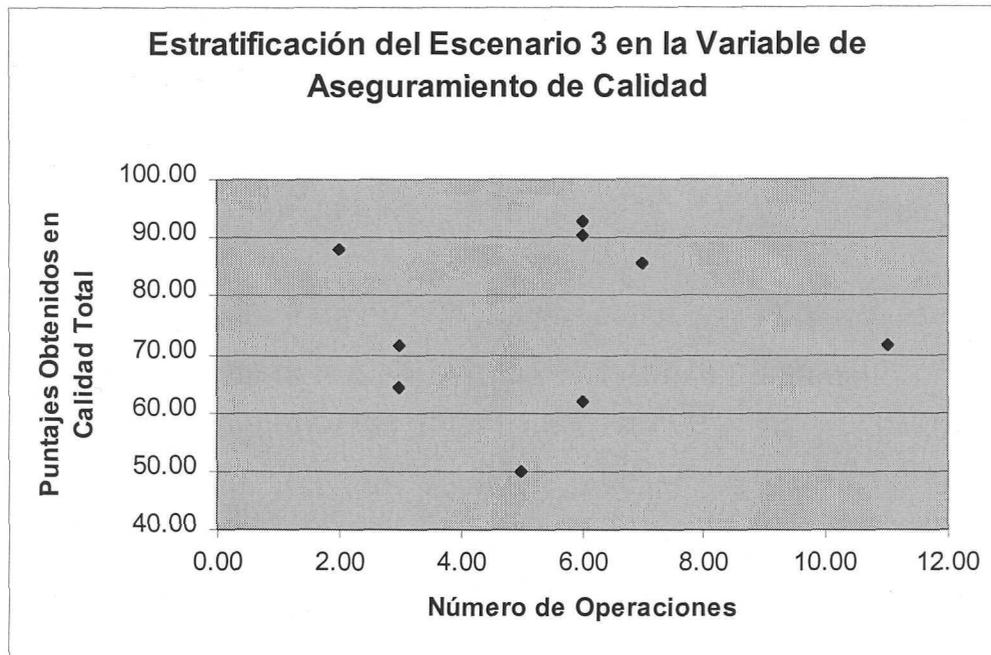
<i>Estadísticas de la regresión</i>					
Coefficiente de correlación múltiple		0.25160105			
Coefficiente de determinación R ²		0.063303088			
R ² ajustado		0.011264371			
Error típico		9.652060943			
Observaciones		20			
ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	113.3283134	113.3283134	1.21646135	0.284584463
Residuos	18	1676.921048	93.16228045		
Total	19	1790.249361			

Tabla 4.10 Análisis de Regresión de la variable Aseguramiento de Calidad en el Escenario 2

Numéricamente también podemos comprobar que la relación de las variables en el escenario 2 no es directa, o por lo menos no podemos afirmarla con más de un 72% de confiabilidad, lo cual estadísticamente significa que no existe evidencia para afirmar que existe una relación real entre las variables Numero de Técnicas de Aseguramiento de Calidad y Puntajes Obtenidos en Calidad Total.

4.2.2.3 Resultados de la variable Aseguramiento de Calidad (escenario 3)

La siguiente gráfica muestra la dispersión x-y entre el número de operaciones realizadas en la variable Aseguramiento de Calidad y los puntajes obtenidos en términos de Calidad Total para el escenario 3:



Gráfica 4.12 Relación entre el número de Técnicas utilizadas en el Aseguramiento de Calidad y los puntajes obtenidos en Calidad Total para el Escenario 3

En esta gráfica se hace evidente por simple inspección que no existe una relación entre el número de técnicas utilizadas por organizaciones pertenecientes al escenario 3 y los puntajes que obtuvieron en el instrumento de Calidad Total (por ejemplo se pueden utilizar 12 técnicas y obtener un puntaje de 70 o utilizar 6 técnicas y obtener un puntaje en Calidad Total de 90).

El análisis de regresión en este caso es el siguiente:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.027930169
Coefficiente de determinación R ²	0.000780094
R ² ajustado	-0.141965606
Error típico	15.94595989
Observaciones	9

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	1.38958603	1.38958603	0.00546492	0.943138102
Residuos	7	1779.915457	254.2736368		
Total	8	1781.305043			

Tabla 4.11 Análisis de Regresión de la variable Aseguramiento de Calidad en el Escenario 3

Este caso es totalmente opuesto al de escenario 1 para esta misma variable, aquí, se puede afirmar con un 94% de confiabilidad que no existe una relación lineal directa entre el número de técnicas utilizadas en el área de Administración de Operaciones y los puntajes obtenidos en Calidad Total (al afirmar que existe una relación entre las variables se contaría con un 6% de confiabilidad de que esta afirmación es verdadera).

4.3 Análisis de Regresión Múltiple en las Variables Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y Calendarización de Actividades

La metodología para analizar los datos en la sección anterior no podría aplicar para las variables: Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y Calendarización de Actividades, ya que incluyen variables que son *mutuamente excluyentes*, es decir que la selección de una técnica impide la selección de la otra técnica.

El análisis de regresión en este caso es el siguiente:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.027930169
Coefficiente de determinación R ²	0.000780094
R ² ajustado	-0.141965606
Error típico	15.94595989
Observaciones	9

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	1.38958603	1.38958603	0.00546492	0.943138102
Residuos	7	1779.915457	254.2736368		
Total	8	1781.305043			

Tabla 4.11 Análisis de Regresión de la variable Aseguramiento de Calidad en el Escenario 3

Este caso es totalmente opuesto al de escenario 1 para esta misma variable, aquí, se puede afirmar con un 94% de confiabilidad que no existe una relación lineal directa entre el número de técnicas utilizadas en el área de Administración de Operaciones y los puntajes obtenidos en Calidad Total (al afirmar que existe una relación entre las variables se contaría con un 6% de confiabilidad de que esta afirmación es verdadera).

4.3 Análisis de Regresión Múltiple en las Variables Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y Calendarización de Actividades

La metodología para analizar los datos en la sección anterior no podría aplicar para las variables: Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y Calendarización de Actividades, ya que incluyen variables que son *mutuamente excluyentes*, es decir que la selección de una técnica impide la selección de la otra técnica.

Varias organizaciones marcaron más de una técnica en estas variables (por contar con varios procesos), lo cual pone al resto de las organizaciones en "desventaja" con respecto al número de técnicas utilizadas.

Otro factor que impide obtener conclusiones con el método anterior, es que estas 3 variables, contienen Técnicas que son más complejas en todos los sentidos (recursos financieros, personal involucrado, tecnología, etcétera) que sus contrapartes y que esa técnica compleja incluye a un conjunto de técnicas más pequeñas. Por ejemplo en la variable de Administración del Inventario, no es lo mismo contar con un sistema JIT o MRP que incluyen varias técnicas que con un sencillo Modelo de Cantidad de Orden Económica, debido a que las dos contarían como una técnica. Es decir las variables son dependientes entre sí.

Este mismo criterio aplica al análisis por escenario de las 5 variables, esto quiere decir que tampoco sería útil analizar (¡En forma simultánea!) las relaciones de las 5 variables de Administración de Operaciones con los puntajes obtenidos en términos de Calidad Total para cada escenario individual, por los mismos factores anteriores.

El análisis estadístico que toma en cuenta el Número de operaciones totales se realizó únicamente para las variables de Administración de la Demanda y Aseguramiento de Calidad, que son las que más cumplen con las características de equivalencia e independencia.

4.3.1 Regresión Múltiple

El Análisis de Regresión Múltiple se llevará a cabo por cada técnica, tomando en cuenta simultáneamente la presencia o ausencia de la técnica en cuestión y el escenario en que se encuentre la organización como variables independientes (X_1 y X_2) y los puntajes obtenidos en términos de Calidad Total como variable dependiente Y . Esto con el objeto de comprobar si la ausencia o presencia de

determinada técnica, en un escenario dado, mejora o empeora significativamente los puntajes en Calidad Total.

Valiéndonos una vez más del modulo estadístico incluido en la hoja de Cálculo electrónica, se procedió a verificar como un primer paso, qué técnicas cumplen con un 95% de confiabilidad en términos estadísticos, para poder llevar a cabo el análisis de regresión.

Como se verá mas adelante, para poder obtener un modelo confiable, que correlacione los datos, es necesario que la probabilidad de la prueba F tenga un valor menor o igual a 0.05, lo cual nos indica un 95% de confiabilidad. De esto podemos concluir únicamente que una de las dos variables, ausencia o presencia de la técnica y el escenario (X_1 y X_2) esta relacionada con los puntajes en Calidad Total.

Para poder asegurar que las variables X_1 y X_2 están relacionadas entre sí, es necesario además, que sus valores en el estadístico t sean simultáneamente también menores a 0.05

Se presenta a continuación una tabla que resume las pruebas de confiabilidad, realizadas en el paquete estadístico de Excel. Esta tabla, incluye la técnica a correlacionar, la variable a la cual pertenece, su confiabilidad global F, y las confiabilidades individuales t para X_1 y X_2 . Finalmente una columna que indica el estatus de la técnica, es decir, si se puede realizar o no un análisis de regresión múltiple.

Técnica	Variable	Probabilidad de la Prueba F	Probabilidad de la prueba t para X ₁	Probabilidad de la prueba t para X ₂	¿Se puede realizar la regresión Múltiple?
a	Planeación de la Capacidad	0.018902795	0.245009763	0.00708665	NO
b	Planeación de la Capacidad	0.030103429	0.511648967	0.012013862	NO
c	Planeación de la Capacidad	0.010384975	0.11121653	0.003680113	NO
d	Planeación de la Capacidad	0.018214972	0.23260064	0.00500678	NO
e	Planeación de la Capacidad	0.028432846	0.460913575	0.008539549	NO
f	Planeación de la Capacidad	0.037423045	0.999520968	0.012058766	NO
g	Planeación de la Capacidad	0.006623472	0.064141827	0.003411292	NO
h	Planeación de la Capacidad	0.037297091	0.934900641	0.01114982	NO
a	Administración del Inventario	0.028152343	0.452935778	0.01546816	NO
b	Administración del Inventario	0.025698755	0.388463652	0.01219253	NO
c	Administración del Inventario	0.031897218	0.57392631	0.009696679	NO
d	Administración del Inventario	0.015560302	0.187568333	0.012365085	NO
e	Administración del Inventario	0.005604684	0.052572386	0.004745587	SÍ
f	Administración del Inventario	No se utilizó esta técnica en ninguna organización, no se puede hacer una prueba de correlación			NO
g	Administración del Inventario	0.03218605	0.584938224	0.009441195	NO
h	Administración del Inventario	0.034617034	0.694522451	0.010235081	NO
i	Administración del Inventario	0.033260921	0.629077815	0.009482087	NO
j	Administración del Inventario	0.031522273	0.560085648	0.014102272	NO
k	Administración del Inventario	0.027680427	0.439821598	0.009786069	NO
l	Administración del Inventario	0.008169336	0.082662166	0.00366201	NO
m	Administración del Inventario	0.021909789	0.303352291	0.006558466	NO
a	Calendarización de Actividades	0.027868416	0.445000726	0.01489159	NO

Técnica	Variable	Probabilidad de la Prueba F	Probabilidad de la prueba t para X ₁	Probabilidad de la prueba t para X ₂	¿Se puede realizar la regresión Múltiple?
b	Calendarización de Actividades	No se utilizó esta técnica en ninguna organización, no se puede hacer una prueba de correlación			NO
c	Calendarización de Actividades	0.004057907	0.036010725	0.01822996	SÍ
d	Calendarización de Actividades	0.027954901	0.447403193	0.008996781	NO
e	Calendarización de Actividades	0.03392605	0.659499545	0.015780672	NO
f	Calendarización de Actividades	0.037143735	0.903090818	0.011069824	NO
g	Calendarización de Actividades	No se utilizó esta técnica en ninguna organización, no se puede hacer una prueba de correlación			NO
h	Calendarización de Actividades	0.0374159	0.98448465	0.01170317	NO
i	Calendarización de Actividades	0.02426965	0.35458789	0.00815038	NO
j	Calendarización de Actividades	0.00141564	0.01090386	0.0118233	SÍ
k	Calendarización de Actividades	0.03571308	0.76095987	0.01118201	NO
l	Calendarización de Actividades	0.00245604	0.02024796	0.01447206	SÍ
m	Calendarización de Actividades	0.03457731	0.69239468	0.01010011	NO
n	Calendarización de Actividades	0.0369186	0.86982766	0.01633974	NO
o	Calendarización de Actividades	0.03635916	0.81118628	0.01062908	NO

Tabla 4.12 Pruebas de Confiabilidad simultánea para las variables X₁ y X₂ por técnica utilizada

De las 36 técnicas que forman parte de las variables Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y Calendarización de Actividades, solo 4 cumplen con las condiciones de confiabilidad mencionadas anteriormente. Estas técnicas son:

Técnica	Variable
Punto de Reorden bajo una tasa de demanda Variable	Administración del Inventario
DDATE (vencimiento más próximo)	Calendarización
S/OPN (holgura por Operación Restante)	Calendarización
Gráfica de Gantt por Carga Finita	Calendarización

Tabla 4.13 Técnicas que cumplen con la confiabilidad adecuada para la Regresión Múltiple y sus respectivas variables

4.3.1.1 Análisis de Regresión de la Técnica Punto de Reorden bajo una tasa de demanda Variable

La regresión en este caso es:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.444931862
Coefficiente de determinación R ²	0.197964362
R ² ajustado	0.163835185
Error típico	9.907735914
Observaciones	50

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	1138.780572	569.3902859	5.800443612	0.005604684
Residuos	47	4613.671855	98.16323095		
Total	49	5752.452426			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%
Intercepción	89.62364202	3.631267774	24.68108869	1.49166E-28	82.31848041
Variable X 1	9.343686117	4.698352648	1.988715368	0.052572386	-0.108171335
Variable X 2	-5.674141133	1.91384616	-2.964784344	0.004745587	-9.524299358

Tabla 4.14 Análisis de Regresión para la técnica Punto de Reorden bajo una tasa de demanda variable dentro de la variable Administración del Inventario

En este caso vemos que la correlación de las variables en conjunto tiene una confiabilidad de 99.43 %. Este dato nos indica que por lo menos una de las variables (X_1 o X_2) está fuertemente correlacionada con los puntajes en Calidad Total.

Esta comprobación no es suficiente, ahora se tendrá que verificar la confiabilidad individual en el estadístico t. Como podemos observar, para X_1 y X_2 , la confiabilidad es 94.8% y 99.52% respectivamente.

La pregunta lógica sería en este caso. Ahora que ya se sabe que las variables X_1 y X_2 están correlacionadas con un 95% de confiabilidad. ¿De qué manera están correlacionados los datos?

El modelo propuesto por éste análisis de regresión múltiple es el siguiente:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$$

Donde:

Y = Puntaje obtenido en Términos de Calidad Total

b_0 = Coeficiente

b_1 = Coeficiente de la variable X_1

b_2 = Coeficiente de la variable X_2

X_1 = Ausencia o Presencia de la técnica {0,1}

X_2 = Escenario en el que se pretende aplicar la técnica {1,2,3}

Regresando al caso de Punto de Reorden bajo una tasa de demanda variable del análisis de regresión mostrado en la tabla 4.14, obtenemos nuestro modelo

$$Y = 89.6236 + 9.3436 \cdot X_1 - 5.6741 \cdot X_2$$

Esta ecuación da lugar a 6 líneas rectas; los valores posibles que toma el puntaje en Calidad total son:

	Escenario 1 $x_2 = 1$	Escenario 2 $x_2 = 2$	Escenario 3 $x_2 = 3$
Ausencia de la Técnica $x_1 = 0$	83.95	78.28	78.28
Presencia de la Técnica $x_1 = 1$	93.29	87.62	81.94

Tabla 4.15 Valores Posibles del Análisis de regresión en la técnica Punto de Reorden bajo tasa de demanda variable

Nótese aquí que en este análisis de regresión, no es necesario dividir por escenario, debido a que la ecuación obtenida de este análisis de regresión toma en cuenta, tanto la ausencia o presencia de la técnica estudiada, como el escenario en el cuál se intentará aplicar la técnica.

4.3.1.2 Análisis de Regresión de la Técnica DDATE (vencimiento más próximo) dentro de la variable Calendarización de Actividades

El análisis de Regresión en este caso es:

<i>Estadísticas de la regresión</i>					
Coefficiente de correlación múltiple		0.457067276			
Coefficiente de determinación R^2		0.208910495			
R^2 ajustado		0.175247112			
Error típico		9.839893556			
Observaciones		50			
ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	1201.747683	600.8738413	6.205867471	0.004057907
Residuos	47	4550.704744	96.82350519		
Total	49	5752.452426			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>
Intercepción	91.16773143	3.657771589	24.92439159	9.71318E-29	83.80925108
Variable X 1	-6.253360891	2.89680047	-2.15871302	0.036010725	-12.08096626
Variable X 2	-4.670415941	1.90917784	-2.446296957	0.01822996	-8.511182726

Tabla 4.16 Análisis de Regresión para la técnica DDATE (vencimiento más próximo) dentro de la variable Calendarización de Actividades

En este caso vemos que la correlación de las variables en conjunto tiene una confiabilidad de 99.59 %. Este dato nos indica que por lo menos una de las variables (X_1 o X_2) están fuertemente correlacionadas con los puntajes en Calidad Total.

La confiabilidad individual en el estadístico t para X_1 y X_2 , las confiabilidades son 96.39% y 98.17% respectivamente.

Una vez más, utilizando el modelo $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$, aplicado al análisis de Regresión Múltiple tenemos que la ecuación general de la línea recta resultante es:

$$Y = 91.1677 - 6.2533 \cdot X_1 - 4.6704 \cdot X_2$$

Esta ecuación da lugar a 6 líneas rectas; los valores posibles que toma el puntaje en Calidad total son:

	Escenario 1 $x_2 = 1$	Escenario 2 $x_2 = 2$	Escenario 3 $x_2 = 3$
Ausencia de la Técnica $x_1 = 0$	86.49	81.82	77.15
Presencia de la Técnica $x_1 = 1$	80.24	75.57	70.90

Tabla 4.17 Valores Posibles del Análisis de regresión en la técnica DDATE

Los resultados aquí mostrados son sorprendentes, este análisis de regresión múltiple, con una confiabilidad del 95%, indica que para las 50 empresas investigadas en este trabajo de investigación, la presencia de la técnica Calendarización de actividades por fechas de vencimiento, da como resultado un decremento en los puntajes globales de Calidad Total. A medida que se avanza a un escenario más adverso se tienen mayores probabilidades de obtener menores puntajes en calidad total. (como veremos más adelante esto solo es una probabilidad, y no un hecho)

4.3.1.3 Análisis de Regresión de la Técnica S/OPN (holgura por Operación Restante en la variable Calendarización de Actividades)

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.493536588
Coefficiente de determinación R ²	0.243578363
R ² ajustado	0.211390209
Error típico	9.62187167
Observaciones	50

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	1401.172948	700.5864738	7.567329202	0.001415639
Residuos	47	4351.279479	92.58041444		
Total	49	5752.452426			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	90.03267718	3.525877083	25.53483149	3.36311E-29	82.93953409	97.12582026
Variable X 1	-15.24117177	5.749259677	-2.650979887	0.010903855	-26.80717947	-3.675164062
Variable X 2	-4.856070816	1.853922761	-2.619349046	0.011823296	-8.585678825	-1.126462807

Tabla 4.18 Análisis de Regresión Múltiple para la técnica S/OPN dentro de la variable Calendarización de Actividades

En este caso vemos que la correlación de las variables en conjunto tiene una confiabilidad de 99.85 %. Este dato nos indica que por lo menos una de las variables (X_1 o X_2) están fuertemente correlacionadas con los puntajes en Calidad

Total. La confiabilidad individual en el estadístico t para X_1 y X_2 , es 98.90% y 98.81% respectivamente.

Al utilizar el modelo $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$, aplicado al análisis de Regresión Múltiple tenemos que la ecuación de la línea recta resultante es:

$$Y = 90.0326 - 15.2411 \cdot X_1 - 4.8560 \cdot X_2$$

Esta ecuación da lugar a 6 líneas rectas; los valores posibles que toma el puntaje en Calidad total son:

	Escenario 1 $x_2 = 1$	Escenario 2 $x_2 = 2$	Escenario 3 $x_2 = 3$
Ausencia de la Técnica $x_1 = 0$	85.17	80.32	75.46
Presencia de la Técnica $x_1 = 1$	69.93	65.07	60.22

Tabla 4.19 Valores Posibles del Análisis de regresión en la técnica S/OPN (holgura por Operación Restante en la variable Calendarización de Actividades)

4.3.1.4 Análisis de Regresión de la Técnica Gráfica de Gantt por Carga Finita

En este caso se aprecia que la correlación de las variables en conjunto tiene una confiabilidad de 99.75 %. Este dato nos indica que por lo menos una de las variables (X_1 o X_2) está fuertemente correlacionada con los puntajes en Calidad Total. La confiabilidad individual en el estadístico t para X_1 y X_2 , es 97.97% y 98.55% respectivamente.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.47500958
Coefficiente de determinación R ²	0.2256341
R ² ajustado	0.19268236
Error típico	9.73533049
Observaciones	50

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	1297.949419	648.9747093	6.84741	0.002456044
Residuos	47	4454.503008	94.77665974		
Total	49	5752.452426			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	90.74278258	3.586767539	25.29932079	5.05021E-29	83.52714381	97.95842134
Variable X 1	-8.034052049	3.342963416	-2.403272501	0.020247958	-14.75922064	-1.308883455
Variable X 2	-4.774868689	1.880314197	-2.53939937	0.014472062	-8.557569369	-0.992168008

Tabla 4.20 Análisis de Regresión para la técnica Monitoreo por Carga Finita dentro de la variable Calendarización de Actividades

Al utilizar el modelo $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$, aplicado al análisis de Regresión Múltiple tenemos que la ecuación de la línea recta resultante es:

$$Y = 90.7427 - 8.0340 \cdot X_1 - 4.7748 \cdot X_2$$

Esta ecuación da lugar a 6 líneas rectas; los valores posibles que toma el puntaje en Calidad total son:

	Escenario 1	x₂ =1	Escenario 2	x₂ =2	Escenario 3	x₂ =3
Ausencia de la Técnica x ₁ = 0		85.96		81.19		76.41
Presencia de la Técnica x ₁ =1		77.93		73.15		68.38

Tabla 4.21 Valores Posibles del Análisis de regresión en la técnica Monitoreo por Carga Finita dentro de la variable Calendarización de Operaciones

4.4 Análisis cualitativo de los Datos

Como se mencionó en la Introducción del Capítulo I, "La forma en que operan las organizaciones es muy compleja, no se pueden reducir las actividades como: toma de decisiones, formas de hacer las cosas, medidas preventivas y correctivas, pedidos, inventarios, calendarización, programas de calidad a seguir, entre otras, a un número de variables dentro de ecuaciones que puedan predecir qué es lo que va a pasar.

Como se pudo comprobar en la sección anterior solo 4 de las 36 técnicas manejadas (que comprenden las variables Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y Calendarización de Actividades) en el análisis de regresión múltiple, mostraron una correlación con una confiabilidad del 95%.

De estas 4 técnicas, en 3 de ellas su presencia da como resultado un decremento en los puntajes de Calidad total, en tanto que solo una de ellas (Administración del Inventario con el Modelo de Tasa de Demanda Variable) da como resultado un incremento en los puntajes de Calidad Total.

Los pocos "hits" en los análisis de regresión múltiple (pocos unos en la ausencia o presencia de la técnica), y las explicaciones cualitativas por parte de las organizaciones encuestadas. Por ejemplo técnicas marcadas como "otro" que no pueden figurar en el modelo estadístico provocan que las ecuaciones lineales resultantes del análisis de regresión no sean tan representativas (¡aunque sean muy confiables!) de las empresas de la industria mexicana.

Sin embargo se procederá a hacer un análisis cualitativo por *estratificación de datos* para que sea más claro obtener conclusiones empíricas que, aunque no tengan validez estadística nos servirán de guía para la administración de las operaciones de alguna organización en particular ubicada en un escenario dado.

4.4.1 Estratificación por Puntaje Obtenido en Calidad Total

En esta sección se estratificarán las técnicas utilizadas por las cincuenta organizaciones estudiadas, según sus puntajes obtenidos en Calidad Total. Las organizaciones serán estudiadas según el escenario en el que estén ubicadas

4.4.1.1 Estratificación por Puntaje Obtenido en Calidad Total (Escenario 1)

La siguiente tabla muestra a las organizaciones ubicadas en el escenario uno, por orden descendente de puntajes en calidad Total, así como las técnicas utilizadas por las mismas por cada variable de administración de operaciones:

Empresa	Giro	Demanda	Capacidad	Inventario	Calendarización	Calidad	Puntaje Obtenido en Calidad Total
K	Petroquímica	b,d i	e,i	d	a,g	a,b,c,e,f,i,j,m,n,o,p,q,r,s,t,u,v,w,z,aa,ad	100.00
Q	Refresco de Cola	a,b,c,d,f,g,h,n	d,i	k	d,e,n	a,b,e,f,h,i,k,l,m,n,o,p,q,r,aa	100.00
P	Productos Químicos de Limpieza	a	d,i	k	p	a,b,e,h,i,k,l,p,q,r,aa	95.24
G	Manufactura Automotriz	c	b,d,h	k	a,h,o	a,b,c,d,e,k,l,o,p,q,u,w,x,y,af	92.86
C	Azulejos	d,f	a,c	J,k	a,e,l,n	a,b,c,d,k,l,m,n,o,p,q,r,s,t,u,v,w,x,y,ab	90.48
E	Fibras de Acrílico	a,b,g,n	h	d	d,i,n,o	a,b,c,e,k,p,q,r,x,ab	90.48
D	Cervecera	d,i	a	g	a,c,l,n	k,l,p,r,s,af	88.10
N	Pinturas	a,b,c	ninguna técnica	e	a,d,n	a,i,k,l,o,q,r,aa	88.10
U	Vidrio	f	b	a	an	a,b,c,d,k,l,m,n,o,p,q,r,s,v,w,x,ad	88.10
F	Lamina de Fierro	a,b,m	a,i	l	a,c,d,e,n	k,l,m,o,p,r,v,w,y,ab	85.71

Empresa	Giro	Demanda	Capacidad	Inventario	Calendarización	Calidad	Puntaje Obtenido en Calidad Total
J	Multimedios	a,d,f	f,h	e	a,o	a,b,k,l,u,y,aa	85.71
L	Petroquímica	a,d,i	c,e,h	b	d,h,n	a,b,e,h,i,k,l,o,p,q,r,u,w,ab	85.71
A	Acero	a,b,d,m	e,g,i	l	c,l	a,b,c,d,e,f,g,h,i,k,l,m,n,o,p,q,r,af	83.33
R	Sistemas Médicos	b,i	h	m	f,j,n	b,d,e,k,l,m,o,p,q,r,w,z,af	83.33
O	Productos Químicos	a,c	e	g	a,l,n	a,b,g,h,i,k,l,o,q,r,u,	80.95
S	Telefonía y Redes	a,c,f	c,e,f,h	k	a,n,p	k,l,o,p,q,ab	80.95
B	Aires Acondicionados	b	c	k,l	d,n	a,b,c,h,i,k,o,p,q,r,w,aa,ab	78.57
M	Petroquímica	a,f	g	a	d,e	a,b,h,i,k,o,q,aa	76.19
I	Motores Industriales	a	c	l	c,d,i,m,n	a,b,f,i,k,l,o,q,r,x,y,ab	73.81
H	Mosaicos	d,n	g,i	a	c,d,n	g,j,l,p,r,w,y,aa	71.43
T	Tractores	a,i	d,f	m	c,h,l	a,c,q,w,af	71.43

Tabla 4.22 Estratificación por Puntaje Obtenido en Calidad Total en el Escenario 1

La nomenclatura de correspondiente a las técnicas utilizadas por cada empresa para cada variable indicada se encuentra en el **anexo IV**.

Este es el único escenario que tiene empresas cuya calificación en Calidad total es excelente o 100, y también este es el único escenario que no presenta organizaciones con puntajes reprobatorios (menores a 70). Sin embargo, se puede observar también que existen organizaciones en el escenario uno cuyas calificaciones son muy bajas, incluso cerca de ser reprobatorias, tal es el caso de las empresas H y T, con puntajes de 71.43, que aunque no son reprobatorios, están muy lejos de ser excelentes. Analizaremos a estas organizaciones:

La empresa H, cuyo giro es la fabricación de **Mosaicos**, perteneciente al escenario 1, obtuvo una calificación de **71.43**.

Se verán sus puntajes desglosados que dieron origen a la calificación global en Calidad Total.

Dimensión	Puntaje
Calidad	3
Costo	4
Entrega	1
Seguridad	3
Medio Ambiente	3
Motivación del Empleado	4

Tabla 4.23 Desglose de los puntajes en Calidad Total para la empresa H

Se analizarán algunas de sus técnicas para buscar posibles áreas de oportunidad. En cuanto a la *Administración de la demanda*, las técnicas utilizadas fueron: la analogía histórica, así como Métodos Econométricos. Con respecto a esto se podría pensar que esto es adecuado, sin embargo estas técnicas podrían ser complementadas con un mayor número de las mismas para asegurar un mejor pronóstico en la demanda, tal como se vio en el capítulo anterior, que en el escenario 1, un mayor número de técnicas de Administración de la Demanda está relacionado con un mejor puntaje general de Calidad Total.

En el rubro de *Planeación de la Capacidad* se utiliza la estrategia de revisar las decisiones de hacer o comprar artículos cuando la capacidad esté completa.

Referente a la *Administración del Inventario*, siguen el modelo de Cantidad de Orden Económica. Dentro de la variable *Calendarización*, sus actividades son

efectuadas por fechas de vencimiento, por la prioridad que el cliente le dé a los pedidos y hacen además gráficas de calendario.

En cuanto a la variable *Aseguramiento de Calidad*, se llevan a cabo las siguientes técnicas: Diagramas de Flujo, de Pareto y de Causa Efecto. De las nuevas herramientas de Calidad Total se utilizan, la Matriz de Análisis de Datos y el Diagrama de Flechas, dentro de las certificaciones, se cuenta con la norma ISO 9001.

En este caso se puede observar como la empresa **H** tiene una motivación media en los empleados lo cual va en detrimento del puntaje global de calidad total, el sistema de costos que manejan, tampoco permite que clientes y empleados perciban los precios ofrecidos como bajos, lo cual también disminuye en gran medida los puntajes de Calidad Total.

Otra empresa del escenario 1, con bajo puntaje en Calidad Total es la empresa **T**, cuyo giro es la producción de **Tractores**, también una calificación de **71.43**.

Sus actividades en Administración de Operaciones son:

En la variable *Administración de la Demanda*, las técnicas utilizadas fueron: Pronostico por la Fuerza de Ventas y Proyección de la Tendencia. Al igual que en el caso anterior estas técnicas podrían ser complementadas con un mayor número de las mismas para asegurar un mejor pronostico en la demanda (como sucede con organizaciones del mismo escenario 1 que obtuvieron buenos puntajes).

En el rubro de *Planeación de la Capacidad* se utilizan las estrategias de trabajar horas extras sin cambiar el tamaño de la fuerza de trabajo, así como subcontratar el trabajo a otras compañías. Estas dos estrategias en general son mutuamente excluyentes, es decir, no es adecuado pagar horas extras y adicionalmente requerir los servicios de terceras personas. En este caso también se tiene que

investigar si estas dos estrategias se llevan a cabo en procesos diferentes, en cuyo caso sería válido hacerlo.

En la variable *Administración del Inventario*, utilizan MRP II, en *calendarización*, sus actividades son efectuadas por fechas de vencimiento, por trabajo en la próxima fila, utilizan además Gráficas de Gantt de Carga Finita.

El *Aseguramiento de Calidad*, se lleva a cabo las siguientes técnicas: Gráficas de Promedio y de proporción de defectuosos. Las herramientas de Calidad total utilizadas son, las gráficas de control, y dentro de las nuevas herramientas de calidad total utilizan la Matriz de análisis de datos.

Aquí se puede observar que en la variable de Aseguramiento de Calidad, la empresa T tiene algunas áreas de oportunidad, por ejemplo no tienen ningún método de corrida de pruebas, o medición y control de posibles defectuosos. Tampoco miden el Cp, ni tienen alguna forma de medir la capacidad o por lo menos la eficiencia del proceso, de esta forma no pueden conocer si se está trabajando bien o no. Con respecto a las herramientas de administración por Calidad total, solo utilizan gráficas de control (promedio y porcentaje de defectuosos), sería aconsejable en este caso utilizar gráficas de rango también. De hecho la mayoría de las organizaciones exitosas las utilizan juntas, a tal grado que las manejan como gráficas X-R, implicando que la gráfica de promedios va asociada a una gráfica de control de rangos. Es posible que esta herramienta de Administración por Calidad Total que utilizan pueda ser complementada con otras, por ejemplo hojas de chequeo, histogramas, paretos, causa efecto, etcétera.

En este caso, los puntajes de las dimensiones de Calidad Total son:

Dimensión	Puntaje
Calidad	3
Costo	4
Entrega	1

Dimensión	Puntaje
Seguridad	3
Medio Ambiente	3
Motivación del Empleado	4

Tabla 4.24 Desglose de los puntajes en Calidad Total para la empresa T

En esta empresa T, las áreas de oportunidad en términos de Calidad Total se encuentran en el Costo de los procesos para ofrecer precios bajos, y la entrega de los mismos. Nótese que a pesar de contar con un sistema sofisticado como MRP II, la entrega de sus productos y servicios deja mucho que desear, además su sistema de costos no les permite ofrecer precios que los clientes perciban como competitivos, la calidad del producto es percibida como muy alta, sin embargo la organización T tiene que trabajar fuerte en términos de la seguridad que tiene el cliente con respecto a la empresa y su preocupación por el medio ambiente.

Podría parecer que no hay mucho por hacer por esta organización para levantar sus puntajes en las dimensiones de calidad Total, pues su problema más fuerte no es de Calidad de producto, sino de costos y entrega, sin embargo el hecho de contar con un proceso más controlado y medido debe influir en que su sistema de costos les permita mantener el mismo margen de ganancia y eliminando el desperdicio y el retrabajo, puedan ofrecer mejores precios, a la vez que se esforzarán (si realizan actividades complementarias de calendarización) en mejorar su servicio en términos de entrega del producto y servicio.

4.4.1.2 Estratificación por Puntaje Obtenido En Calidad Total (Escenario 2)

En este escenario 2, no se presentaron casos de organizaciones con calificaciones de excelencia, de hecho el puntaje mas alto en Calidad total para este escenario es de 90.48.

Además, en este escenario se presentaron casos de organizaciones con puntajes reprobatorios o menores a 70, este es el caso de las organizaciones V (Alambre) y AI (Perfiles de PVC) con puntajes en Calidad Total de 61.9 y 50 respectivamente.

Empresa	Giro	Demanda	Capacidad	Inventario	Calendarización	Aseguramiento de Calidad	Puntaje Obtenido en Calidad Total
AE	Imprenta	a,b,d	a,h	b,i	a,d	k	90.48
AA	Compresores Remanufacturados	c	e	k	d,o	a,b,c,j,k,l,o,p,q,r,aa	88.10
AN	PVC	a,f,i	a	a,d	a,c,d,n	a,b,h,i,k,l,m,n,o,p,q,r,t,u,w,aa	88.10
AJ	Pinturas	d,o	i	n	a,c,p	a,k,l,q,af	85.71
AM	Productos Químicos Agrícolas	f	d	g	d,n	a,b,c,i,k,l,o,q,r,u,aa	85.71
W	Banca	a,g	a	c	d,i,p	a,e,q,af	83.33
X	Banca	f	c	a	c,d,n	j,k,l,p,ab	83.33
Y	Bombas y Compresores	a	a,b,d,f	i	a,c,d,h,p	a,b,c,g,h,i,k,l,p,q,ab	83.33
AF	Industria del Plástico	a	d,h	c,h	a,d,n	a,b,k,l,o,q	83.33
AD	Impermeabilizantes	d,f	i	n	a,c,l,n	b,i,l,m,n,o,p,q,r,ab	80.95

Empresa	Giro	Demanda	Capacidad	Inventario	Calendarización	Aseguramiento de Calidad	Puntaje Obtenido en Calidad Total
AG	Industria del Plástico	a	a,b	k	d,p	g,j	80.95
AC	Explotación de Minerales	m	a,f,h	l	d,e,h,n	k,l,r,y,	78.57
AB	Equipo Industrial	a,c,f,i,k	f,h	g	a,d,e	a,b,k,l,p,q,r,t,w,ab	76.19
AK	Plástico	c	a,d	d,i	c,k	ninguna técnica	76.19
AL	Productos para Motores	e,j	b,e,h	g,i	a,n,	a,b,c,h,i,k,m,n,o,q,r,	76.19
Z	Celulosa	d,i	d,h,i	n	c,d,l	a,b,c,p,q,aa	71.43
AH	Industria Minera	a,f	h	a,i,n	a,n	a,b,h,i,k,l,p,q,r,s,y,af	71.43
AO	Resinas Sintéticas y Poliméricas	d,h	g,h	a,i	a,c,n	a,b,c,i,k,l,m,n,o,q,r,y,aa	71.43
V	Alambres	a,b,h	e	l	c,d,i,n	a,b,c,e,k,l,p,q,r	61.90
AI	Perfiles de PVC	b,h,m	c	g	a,j,n,o	a,b,c,d,k,l,o,p,q,r,v,w	50.00

Tabla 4.25 Estratificación por Puntaje Obtenido en Calidad Total en el Escenario 2

Nótese cómo en este escenario en general el número de técnicas, sobre todo en las variables de Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y calendarización de Actividades, se reduce a una o dos técnicas únicamente. Además cómo los puntajes en términos de Calidad Total, son mas bien regulares, a diferencia de los puntajes un poco más altos del escenario 1, que como veremos en el próximo capítulo, las organizaciones de este escenario tienen que aprovechar su entorno o medio ambiente para incrementar su nivel de Calidad Total.

4.4.1.3 Estratificación por Puntaje Obtenido En Calidad Total (Escenario 3)

En este escenario, el número de organizaciones con puntajes reprobatorios se incremento a tres organizaciones (33% del escenario, ya que se investigaron nueve organizaciones del escenario tres). Estas fueron la organización AP dedicada a manufacturar Cabezales engranados, cuyo puntaje en términos de calidad total sumo 64.29 puntos. La organización AU (proveedores de una Compañía de Autos), obtuvieron un puntaje aun menor, es decir 61.9 puntos. La empresa AT, dedicada a la fabricación de productos químicos obtuvo un puntaje de 50.

Empresa	Giro	Demanda	Capacidad	Inventario	Calendarización	Aseguramiento de Calidad	Puntaje Obtenido en Calidad Total
AX	Vidrio	h	i	i	d,n	j,k,r,t,w,x	92.86
AV	Recipientes a Presión	f,i	e,h	e	d,m	g,j,k,l,r,af	90.48
AQ	Compactadores de Acero	o	d,h	e	c,p	g,k	88.10
AR	Explotación de Minerales No Metálicos	c	a,d	a,k	a,p	a,p,g,h,i,k,l,q,r	85.71
AS	Partes para Automóvil	i	d	k	d,l	a,b,c,d,h,i,l,o,q,x,y,aa,af	71.43
AW	Rejillas para Aire	c	d	a	c	k,l,r	71.43
AP	Cabezales Engranados	a	i	a	c,d,l	g,j,k	64.29
AU	Proveedores de una Cia. de Autos	a,g	a,e,h	k	a,j,l	a,e,k,p,u,ab	61.90
AT	Productos Químicos	a	d	Ninguna técnica	c,l	a,b,e,l,af	50.00

Tabla 4.26 Estratificación por Puntaje Obtenido en Calidad Total en el Escenario 3

Esto no quiere decir que todas las organizaciones pertenecientes al escenario tres, estén destinadas a obtener bajos puntajes, como veremos en el próximo capítulo es la tarea de la organización reconocer el escenario en el que se encuentra ubicada para después sacar provecho de este escenario, sea adverso o no, y realizar las operaciones adecuadas que lo lleven hacia la Calidad Total.

Las organizaciones como **AV** y **AX**, obtuvieron puntajes mayores a 90 y supieron aprovechar las ventajas de pertenecer al escenario 3, y enfrentar las desventajas.

La empresa AV, perteneciente al escenario 3, obtuvo muy buenos resultados en términos de Calidad Total (**90.48**) **AV**, y se dedica a manufacturar Recipientes a Presión.

En cuanto a la *Administración de la Demanda*, las técnicas utilizadas fueron: Investigación de Mercado y Proyección de la Tendencia.

En el rubro de *Planeación de la Capacidad* se utilizan las estrategias de trabajar horas extras sin Cambiar el tamaño de la fuerza de trabajo, así como Contratar mas personal a medida que la demanda se incrementa.

Estas dos estrategias en general son mutuamente excluyentes, es decir no es adecuado pagar horas extras y adicionalmente contratar más personal. En este caso, platicando con el gerente de producción, comentó que la contratación de más personal, se hacía solo en el caso de que legalmente (Ley Federal del Trabajo) ya no se pudieran agregar más horas extras a los trabajadores actuales.

En cuanto a la *Administración del Inventario*, se utiliza el Modelo de Punto de Reorden, bajo el régimen de Demanda Variable.

Dentro de la variable Calendarización, sus trabajos los van realizando conforme a la prioridad mas alta del cliente (CUSTPR), el monitoreo de actividades se lleva a cabo mediante gráficas de Gantt de Carga Infinita. Podemos observar que dentro

del escenario tres, generalmente no se complican en cuanto a sus operaciones, sino que utilizan únicamente una o dos técnicas.

Veamos el desglose de sus valores en cuanto a Calidad Total:

Dimensión	Puntaje
Calidad	1
Costo	2
Entrega	3
Seguridad	1
Medio Ambiente	1
Motivación del Empleado	2

Tabla 4.27 Desglose de los puntajes en Calidad Total para la empresa AV

Otra empresa perteneciente al escenario 3, es **AX**, dedicada a la fabricación de Vidrio obtuvo un puntaje de **92.86** Se analizarán las técnicas realizadas en Administración de Operaciones:

Dentro de la variable *Administración de la Demanda*, AX utiliza la técnica de Administración de la Demanda por promedios Móviles, en cuanto a su *Planeación de la Capacidad*, producen sobre pedido; la variable Administración del Inventario, se cumple bajo un periodo único, siguiendo el modelo de inventario continuo. La calendarización de las Actividades se lleva a cabo con el criterio de la prioridad más alta del cliente y se monitorean las actividades mediante gráficas de calendario.

En cuanto a la variable Aseguramiento de Calidad, no se realizan gráficas de control, ni corridas de pruebas, tampoco se mide el Cp.

Se verán cuáles son sus puntajes en cuanto a Calidad Total

Dimensión	Puntaje
Calidad	2
Costo	3
Entrega	1
Seguridad	1
Medio Ambiente	1
Motivación del Empleado	1

Tabla 4.28 Desglose de los puntajes en Calidad Total para la empresa AX

La empresa AX obtuvo muy buenos resultados, resultados que no obtuvieron incluso muchas empresas del escenario uno, prestando atención a la entrega eficaz y oportuna de sus productos y servicios, aparte de que lograron una excelente seguridad de los clientes, lo que se transforma en lealtad de los mismos. También obtienen excelentes resultados en cuanto al Medio ambiente y la Motivación del Empleado.

4.4.2 Estratificación por Medición de la Capacidad del Proceso (Cp)

La medición del Cp no fue muy común en las empresas investigadas, sólo 14 de las 50 organizaciones lo miden por lo menos en uno de sus procesos, estos valores de Cp, representan en la mayoría de los casos al promedio de los Cp's de todos los procesos que manejan, y el número de σ 's (desviaciones estándar) que se reporta es el que utilizan en la mayor parte de sus variables de proceso.

La distribución por escenarios de las empresas que miden el Cp, es como sigue: 8 empresas del escenario 1, miden su Capacidad del Proceso, en tanto que 4 empresas del escenario 2, son las que lo miden; solo 2 empresas del escenario 3 lo miden.

Dimensión	Puntaje
Calidad	2
Costo	3
Entrega	1
Seguridad	1
Medio Ambiente	1
Motivación del Empleado	1

Tabla 4.28 Desglose de los puntajes en Calidad Total para la empresa AX

La empresa AX obtuvo muy buenos resultados, resultados que no obtuvieron incluso muchas empresas del escenario uno, prestando atención a la entrega eficaz y oportuna de sus productos y servicios, aparte de que lograron una excelente seguridad de los clientes, lo que se transforma en lealtad de los mismos. También obtienen excelentes resultados en cuanto al Medio ambiente y la Motivación del Empleado.

4.4.2 Estratificación por Medición de la Capacidad del Proceso (Cp)

La medición del Cp no fue muy común en las empresas investigadas, sólo 14 de las 50 organizaciones lo miden por lo menos en uno de sus procesos, estos valores de Cp, representan en la mayoría de los casos al promedio de los Cp's de todos los procesos que manejan, y el número de σ 's (desviaciones estándar) que se reporta es el que utilizan en la mayor parte de sus variables de proceso.

La distribución por escenarios de las empresas que miden el Cp, es como sigue: 8 empresas del escenario 1, miden su Capacidad del Proceso, en tanto que 4 empresas del escenario 2, son las que lo miden; solo 2 empresas del escenario 3 lo miden.

4.4.2.1 Estratificación por Medición de la Capacidad del Proceso (Cp) en el escenario 1

Se presenta la tabla para el escenario 1 en la Técnica Capacidad del Proceso, que pertenece a la variable de Aseguramiento de Calidad. Esta tabla contiene, como se mencionó anteriormente, el valor promedio de la Capacidad del Proceso, así como las desviaciones estándar utilizadas para medirla:

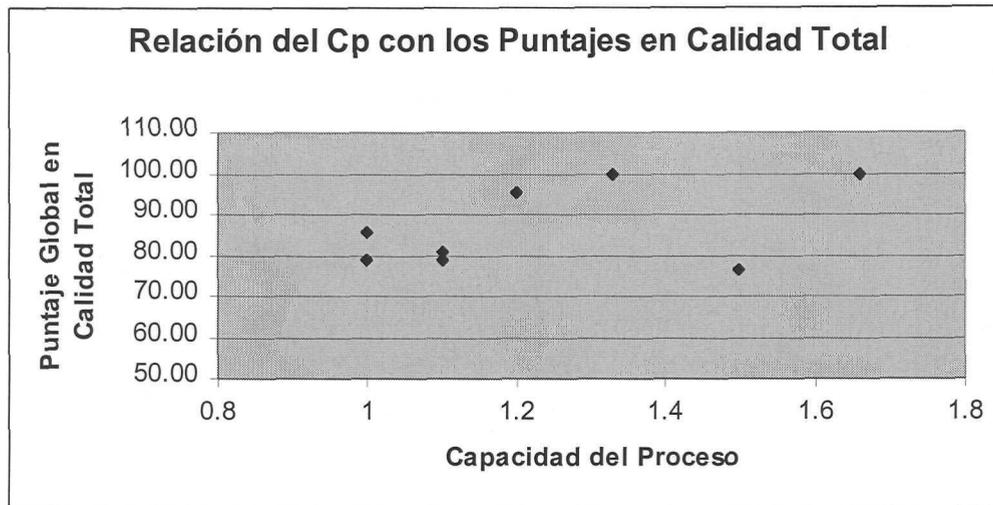
Empresa	Escenario	Giro	Cp	Num Sigmas (+/-)	Puntajes en base 100 en Calidad Total
K	1	Petroquímica	1.66	3	100.00
M	1	Petroquímica	1.5	3	76.19
Q	1	Refresco de Cola	1.33	3	100.00
P	1	Productos Químicos de Limpieza	1.2	3	95.24
B	1	Aires Acondicionados	1.1	3	78.57
O	1	Productos Químicos	1.1	3	80.95
L	1	Petroquímica	1	3	85.71
A	1	Acero	1	3	83.33

Tabla 4.29 Estratificación del Escenario 1 en cuanto a organizaciones que miden su Cp

Aquí se puede ver en forma gráfica cómo en el escenario 1, existe una tendencia lineal positiva con relación al valor promedio obtenido en el Cp y los Puntajes en Calidad Total en el escenario 1.

También se puede observar cómo el Cp más alto corresponde al puntaje más alto en términos de Calidad Total, y como el segundo Cp más bajo corresponde al puntaje más bajo en cuanto a Calidad Total se refiere.

Esta relación se puede apreciar en forma gráfica:



Gráfica 4.13 Dispersión x - y del Cp y el Puntaje Obtenido en Calidad Total en empresas del escenario 1

En esta gráfica se puede observar la relación que existe entre el valor de la Capacidad del Proceso de la organización y su Puntaje en Términos de Calidad Total. La única organización que no está en conformidad con esta tendencia indica un $Cp = 1.5$ y un puntaje en Calidad Total de 76.19.

4.4.2.2 Estratificación por Medición de la Capacidad del Proceso (Cp) en el escenario 2

En el escenario 2, solo cuatro de las veinte organizaciones investigadas miden su Capacidad del proceso. Los datos correspondientes se presentan en la siguiente tabla:

Empresa	Escenario	Giro	(Cp)	Num Sigmas (+/-)	Puntajes en base 100 en Calidad Total
Y	2	Bombas y Compresores	2	0.8	83.33
AH	2	Industria Minera	1.12	3	71.43
AL	2	Productos para Motores	1.1	3	76.19
AN	2	PVC	1	3	88.10

Tabla 4.30 Estratificación del Escenario 2 en cuanto a organizaciones que miden su Cp

Se puede observar que no existe un patrón que nos indique que a mayor Cp mayor puntaje en Términos de Calidad Total, la organización con el Cp mas alto, obtiene el segundo lugar en cuanto a Puntaje de Calidad Total, sin embargo se puede observar que el número de sigmas con los que mide el Cp es de 0.8, es decir, ni siquiera utilizan como mínimo un valor de +/- 1 sigma para evaluar su capacidad del proceso.

La organización con el segundo Cp más alto es la que tiene el menor Puntaje en Términos de Calidad Total. Un dato todavía más desconcertante es que en el escenario 2, ¡la organización con el puntaje de Calidad Total más Alto, tiene el Cp mas bajo!

4.4.2.3 Estratificación por Medición de la Capacidad del Proceso (Cp) en el escenario 3

En el escenario tres, sólo dos de las nueve organizaciones miden su capacidad del proceso, la primer empresa, dedicada a manufacturar partes para automóvil, la segunda a la explotación de minerales no metálicos. Los datos se muestran a continuación:

Empresa	Escenario	Giro	Cp	Num Sigmas (+/-)	Puntajes en base 100 en Calidad Total
AS	3	Partes para Automóvil	1.6	3	71.43
AR	3	Explotación de Minerales No Metálicos	1.5	3	85.71

Tabla 4.31 Estratificación del Escenario 3 en cuanto a organizaciones que miden su Cp

Los resultados de esta estratificación en el escenario 3 podrían parecer confusos, es decir, ¿porqué una organización cuyo Cp es 1.6 obtiene 14.28 puntos menos que su contraparte con un Cp = 1.5? La respuesta es: entrevistando a los ingenieros de proceso, comentaron que su meta era obtener un Cp con valor de por lo menos > 1.5 , y que además se midiera con +/- tres desviaciones estándar. La variable que falta analizar aquí es el límite de control (tanto inferior como superior), es decir, esta empresa dedicada a manufacturar partes para Automóvil expande sus límites de control en ambos sentidos, con el objetivo de llegar a un Cp con valor igual a 1.6.

4.4.3 Técnicas marcadas como "Otros"

Algunas organizaciones, al responder el instrumento de medición número 2, mencionaban que la técnica que ellos llevaron a cabo en una o más de las variables, no correspondía a ninguna de las opciones mencionadas, por lo que entrará a la categoría de "otros". Después, indicaron qué es lo que hacían para administrar la operación de esa variable en particular.

Este análisis cobra especial importancia, debido a que las respuestas marcadas como "otros" son muy diversas, y no hacía posible incluirlas en el análisis como técnica. Algunas empresas investigadas tienen sus propias formas de medir la calidad, productividad y eficiencia. Se compararán ahora los puntajes globales obtenidos en calidad total por estas empresas que marcaban por lo menos una

Empresa	Escenario	Giro	Cp	Num Sigmas (+/-)	Puntajes en base 100 en Calidad Total
AS	3	Partes para Automóvil	1.6	3	71.43
AR	3	Explotación de Minerales No Metálicos	1.5	3	85.71

Tabla 4.31 Estratificación del Escenario 3 en cuanto a organizaciones que miden su Cp

Los resultados de esta estratificación en el escenario 3 podrían parecer confusos, es decir, ¿porqué una organización cuyo Cp es 1.6 obtiene 14.28 puntos menos que su contraparte con un Cp = 1.5? La respuesta es: entrevistando a los ingenieros de proceso, comentaron que su meta era obtener un Cp con valor de por lo menos > 1.5 , y que además se midiera con +/- tres desviaciones estándar. La variable que falta analizar aquí es el límite de control (tanto inferior como superior), es decir, esta empresa dedicada a manufacturar partes para Automóvil expande sus límites de control en ambos sentidos, con el objetivo de llegar a un Cp con valor igual a 1.6.

4.4.3 Técnicas marcadas como "Otros"

Algunas organizaciones, al responder el instrumento de medición número 2, mencionaban que la técnica que ellos llevaron a cabo en una o más de las variables, no correspondía a ninguna de las opciones mencionadas, por lo que entrará a la categoría de "otros". Después, indicaron qué es lo que hacían para administrar la operación de esa variable en particular.

Este análisis cobra especial importancia, debido a que las respuestas marcadas como "otros" son muy diversas, y no hacía posible incluirlas en el análisis como técnica. Algunas empresas investigadas tienen sus propias formas de medir la calidad, productividad y eficiencia. Se compararán ahora los puntajes globales obtenidos en calidad total por estas empresas que marcaban por lo menos una

variable dentro de la categoría "otros", estratificadas por escenario, para conocer si existe alguna relación entre los puntajes de Calidad Total y estar apegados a lo que nos marca la bibliografía especializada como correcto para administrar las operaciones.

4.4.3.1 Estratificación de las técnicas marcadas como otros en el escenario 1

De las 21 organizaciones pertenecientes al escenario 1, fueron 10 las organizaciones que por lo menos realizaban alguna de las técnicas marcadas en el instrumento de medición número 2, como distinta a las indicadas. Se adaptaron técnicas conocidas en la bibliografía especializada a las necesidades de la empresa, pero también se realizaban técnicas propias de las organizaciones, algunas con puntajes altos, otras no tanto, se verán algunos casos:

La empresa K cuyo giro es la petroquímica obtuvo un puntaje en Calidad Total igual a 100, obsérvese que se realizan 2 técnicas marcadas como "otros", una para la variable administración de la demanda y la otra para planeación de la capacidad, estas 2 técnicas están orientadas al cliente, a satisfacer sus necesidades, se revisan los programas de los clientes para administrar la demanda, y la capacidad se planea también en función de la demanda del producto a corto mediano y largo plazo.

Por otro lado se puede observar que la empresa H, perteneciente al giro Mosaicos y que obtuvo un puntaje de 71.43 utiliza la técnica, "Comprar mas equipo para soportar los incrementos de demanda, debido a que todos los equipos deben de estar al 100%". Aquí se puede observar que esta organización es un tanto reactiva en lugar de proactiva, es decir, esperan a detectar que la demanda se incrementa para comprar mas artículos, o que la capacidad este completa para empezar a comprar equipo, lo cual puede atrasar las entregas, lo cual baja considerablemente los puntajes en Calidad Total. En términos de calidad en el

servicio, la entrega tiene que ser excelente para ser considerada como simplemente buena.

En cuanto a la medición del Cp, se utiliza otro método, este es medir el porcentaje de eficiencia, esto es el (número de piezas de primera / número de piezas totales) x 100. Aquí habría que censurar, o por lo menos cuestionar porque no miden su capacidad del proceso, siendo una organización que se encuentra en el ambiente propicio para ello, en lugar de medirlo se limitan a calcular cuantas piezas salieron excelentes con relación a las piezas manufacturadas. Estas mediciones por lo general quedan como un dato o indicador, pero no hay mucho que se pueda hacer para controlarlo, a diferencia de mediciones estadísticas como el caso del Cp.

La tabla completa de las organizaciones dentro del escenario 1 que utilizaron técnicas distintas a las marcadas en el instrumento de medición se muestra a continuación con sus respectivos puntajes en Calidad Total:

Empresa	Giro	Técnica para Administración de la Demanda	Técnica para Planeación de la Capacidad	Técnica para Admón. del Inventario	Técnica para calendarización de Actividades	Técnica para Aseguramiento de Calidad	Puntajes en Calidad Total
K	Petroquímica	De acuerdo con programas de clientes y por revisión del negocio de la disponibilidad del producto	Se planea de acuerdo con la demanda a corto, mediano y largo plazo el suministro del producto				100.00
Q	Refresco de Cola					Sistema de calidad "Marca del Refresco"	95.24
P	Productos Químicos de Limpieza	Producir hoy para vender mañana, no hay horas extras ni más personal		No se preocupan por la calendarización sino únicamente dividir la producción mensual en 4 semanas.			92.86

Empresa	Giro	Técnica para Administración de la Demanda	Técnica para Planeación de la Capacidad	Técnica para Admón. del Inventario	Técnica para calendarización de Actividades	Técnica para Aseguramiento de Calidad	Puntajes en Calidad Total
D	Cervecera					Certificaciones internas propias, basadas en el premio nacional de calidad	88.10
F	Lamina de Fierro	Mantener un stock e ir vendiendo					85.71
A	Acero		Analizar la demanda, y se decide en base si es MTO y MTS. Se programa cada semana la producción, y para MTS produces una cantidad fija y el resto de la capacidad esta destinado a las órdenes de MTO			Corrida de prueba para los clientes 2 toneladas de prueba	83.33
R	Sistemas Médicos					FDA (Food and Drug Administration)	83.33
O	Productos Químicos					Corrida de pruebas efectuada por lote de prueba	80.95
S	Telefonía y Redes				Por categoría del cliente según su rentabilidad		80.95
H	Mosaicos		Comprar mas equipo para soportar los incrementos de demanda. Todos los equipos deben de estar al 100%			Sistema visual por computadora para checar la calidad, ¿Cuánto hay de 1ra? ¿Cuánto de 2da? ¿Cuánto es desperdicio? La Medición de la Capacidad del Proceso es sustituida por la siguiente medida de eficiencia $eff = \frac{\text{num piezas de 1ra}}{\text{num piezas totales}}$	71.43

Empresa	Giro	Técnica para Administración de la Demanda	Técnica para Planeación de la Capacidad	Técnica para Admón. del Inventario	Técnica para calendarización de Actividades	Técnica para Aseguramiento de Calidad	Puntajes en Calidad Total
T	Tractores					Existen certificaciones internas, de cada línea de producción, pero en la actualidad se está trabajando en la certificación llamada: clase A, que involucra a toda la compañía, y no solamente en algún proceso	71.43

Tabla 4.32 Estratificación del Escenario 1 de empresas con técnica marcada como "otros"

Un último caso que merece especial atención dentro del escenario 1 es la empresa S, dedicada a la Telefonía y Redes, esta organización obtuvo un puntaje en términos de Calidad Total igual a 80.95 a pesar de contar con todas las condiciones propicias (recursos financieros, desarrollo de mercado, condiciones económicas y gubernamentales, etcétera) para obtener un mejor puntaje.

La respuesta a la técnica marcada como otros dentro de la variable calendarización en S, fue dar prioridad a las órdenes, quejas etcétera, en función de "... la categoría del cliente según su rentabilidad ", esto quiere decir que S, le da prioridad a los clientes según "... el valor económico que aporten a la organización ". Priorizar las actividades en función de la rentabilidad de los clientes se verá infraccionado directamente en el puntaje global de Calidad Total, debido a que la mayoría de los clientes de S pertenecen a la categoría de poca rentabilidad, y son solo unas cuantas organizaciones (grandes corporativos) los que entran en la categoría de "gran rentabilidad", por esto el número promedio de los clientes tiene percepciones de medio a bajo, en cuanto a entrega y costo se refiere.

4.4.3.2 Estratificación de las técnicas marcadas como “otros” en el escenario 2

En el escenario 2, se puede observar que la situación cambia, ya no se obtienen puntajes ≥ 90 , mas bien se obtienen puntajes que van de regulares a malos, este hecho es muy interesante. En este escenario, las organizaciones investigadas ya no se pueden dar el lujo de "salirse del libro" y hacer lo que consideren como lo mejor, sino que se obtendrían mejores resultados en Calidad Total si administraran sus operaciones por medio de técnicas conocidas y probadas.

Por ejemplo, la empresa AA, dedicada a remanufacturar compresores obtuvo un puntaje de 88.1 en términos de Calidad Total. Si observamos qué fue lo que realizó de manera diferente, podemos observar que sustituye la medición de su Capacidad del Proceso o Cp, por la medición de partes por millón de defectuosos. Esta medición no es tan buena como el Cp, pero por lo menos arroja información sobre el porcentaje de defectuosos.

La empresa AG, cuyo giro es la industria del plástico sustituye a la corrida de pruebas, revisando el futuro producto terminado, sin embargo este procedimiento tiene la desventaja que para hacer correcciones en el mismo se tiene que parar el proceso, si no se para se tendrán que aceptar productos de diferente calidad, lo cual va en detrimento del puntaje en Calidad Total.

La empresa perteneciente a la Industria Minera AH, sustituye algún tipo de certificación (como el reconocido ISO 900X), por el hecho de participar en el Premio Nacional de Calidad. Platicando con los ingenieros de calidad, comentaban el entusiasmo que se vive en la organización por ser parte de este concurso, de hecho explicaban orgullosos como su alta calidad los llevo a ser finalistas de este premio en el año 1999. ¿Porqué una organización cuyo puntaje

en términos de Calidad Total es 71.43 puede ser finalista en un premio de Calidad?

La respuesta puede obtenerse si se desglosa ese puntaje, en los factores que le dieron origen, los puntos más bajos fueron la entrega (57.14) y la motivación del empleado (57.14) estos dos factores bajaron considerablemente el puntaje global en términos de calidad total. En otras palabras, por más calidad que tenga el producto o servicio con una mala entrega y pobre motivación de los empleados, será muy difícil considerar a la organización como de Calidad Total.

La tabla completa de las organizaciones dentro del escenario 2 que utilizaron técnicas distintas a las marcadas en el instrumento de medición se muestra a continuación con sus respectivos puntajes en Calidad Total:

Empresa	Giro	Técnica para Administración de la Demanda	Técnica para Planeación de la Capacidad	Técnica para Admón. del Inventario	Técnica para calendarización de Actividades	Técnica para Aseguramiento de Calidad	Puntajes en Calidad Total
AA	Compresores Remanufacturados					En sustitución del Cp se miden las ppm de defectuosos	88.10
AJ	Pinturas	Sistema Kanban	Sistema Kanban	Sistema Kanban	La programación y estatus de la producción se observa en el panel general de producción según la posición de las tarjetas Kanban y la cantidad de éstas	Premio Nacional de Calidad, no les interesa certificarse en ISO	85.71
Y	Bombas y Compresores				Seguimiento Personal (nuestro ERP es Manufactura Ligera). No tenemos control de piso	En sustitución de las Gráficas de Control se utilizan Gráficos Tickle (Palomeo)	83.33
W	Banca				Software especializado	Normas de la CONSAR	83.33
X	Banca					Medidas de cierre cada mes, están al 100% no hay problema alguno	83.33
AD	Impermeabilizantes	CCI (Control científico de inventarios)Es muy estable la capacidad, hay una plantilla específica	CCI (Control científico de inventarios)Es muy estable la capacidad, hay una plantilla específica				80.95

Empresa	Giro	Técnica para Administración de la Demanda	Técnica para Planeación de la Capacidad	Técnica para Admón. del Inventario	Técnica para calendarización de Actividades	Técnica para Aseguramiento de Calidad	Puntajes en Calidad Total
AG	Industria del Plástico				Diferencia de cuánto produce y cuánto puedo producir, saca las diferencias, se va acomodando por prioridad del cliente.	En sustitución de las corridas de pruebas, al momento de producir se va revisando el futuro producto terminado En sustitución a la medición del Cp se utiliza una Matriz de rangos de eficiencias	80.95
Z	Celulosa		Las fluctuaciones son absorbidas por inventarios	APS (Advanced Planning Scheduling)			71.43
AH	Industria Minera			Existe un ROP para mantener un stock sacado en base a los pronósticos de venta, cuanto máximo y cuanto mínimo		Participando en el premio nacional de calidad Premio N.L. Finalistas el año pasado	71.43

Tabla 4.33 Estratificación del Escenario 2 de empresas con técnica marcada como "otros"

Por otra parte, la empresa X cuyo giro es la banca, obtuvo un puntaje de 83.33 en Calidad Total. X limita sus actividades de Aseguramiento de calidad a la certificación ISO 9002 y a un par de herramientas de calidad total, además afirman en la categoría de "otros" (en sustitución a su Capacidad del Proceso) que "... realizan medidas de cierre cada mes, están al 100% no hay problema alguno". La forma en que miden su Capacidad del proceso es que no existan errores en los cierres de cada mes. Esta forma de medir la calidad se centra en el producto que se le entrega al cliente, sin embargo no se menciona nada acerca del servicio que se le otorga a los clientes, lo cual es esencial en el giro bancario.

Si la empresa X desea incrementar sus puntajes en Calidad Total, tiene que acercarse al cliente, identificar sus necesidades y cumplirlas además de seguir cumpliendo con lo necesario para realizar sus cierres sin errores.

4.4.3.3 Estratificación de las técnicas marcadas como otros en el escenario 3

Como se ha visto a lo largo de este trabajo de investigación, en el escenario 3, cualquier cosa puede pasar, las organizaciones que utilizaron técnicas distintas a las marcadas en el instrumento de medición número 2, obtuvieron puntajes en términos de Calidad Total que van desde un nada despreciable 92.86 hasta un reprobatorio 50. Se presentan algunos casos que amplíen el panorama:

La empresa AX, cuyo giro es la producción de Vidrio, no mide su Cp para la variable de Aseguramiento de Calidad, sin embargo, mide su productividad de manera muy particular, de la siguiente forma, $\text{Productividad} = \text{ventas reales} / (\text{ventas planeadas}) * 100$.

La calidad del producto es considerada como muy alta (85.71), la pregunta es ¿Porqué no fue considerada como excelente esta dimensión? Una posible razón es que, como vimos anteriormente, las gráficas de control y la medición del Cp son sustituidas por una simple medición de la productividad en términos de las ventas realizadas, que no tienen nada que ver con el producto en si, es decir, tratan de medir la calidad del producto indirectamente por medio de las ventas planeadas con relación a las ventas reales.

Sin embargo, la terna de variables interrelacionadas (Demanda, Capacidad e Inventario), no presenta mucha variación, ya que se produce sobre pedidos fijos, por lo que el inventario y la capacidad a producir, son función de lo que pidan los clientes, lo cual simplifica mucho la tarea de administrar la demanda. Este puede ser un factor importante a favor del alto puntaje en Calidad Total de esta empresa,

lo cual se ve reflejado en los puntajes excelentes que obtuvieron en términos de entrega, seguridad, medio ambiente y motivación de los empleados.

La empresa AV, dedicada al giro de la Manufactura de Recipientes a Presión, cuyo puntaje en términos de calidad total es 90.48 también recurrió al uso de "otras" técnicas:

En sustitución a las gráficas de control y corridas de pruebas, " se checa por unidad que no existan defectos", no se mide la capacidad del proceso Cp, sin embargo "... se mide el porcentaje de productos excelentes (sus valores fluctúan entre 90 y 95%)". En cuanto a las herramientas de Calidad total se utilizan: las hojas de chequeo, los diagramas de flujo, y los diagramas de causa-efecto. Dentro de las certificaciones, no cuentan con ninguna norma ISO sino que "rigen sus operaciones de acuerdo a la norma ASME (American Standard of Mechanical Engineering)".

El desglose de sus valores en cuanto a Calidad Total es el siguiente:

Dimensión	Puntaje
Calidad	1
Costo	2
Entrega	3
Seguridad	1
Medio Ambiente	1
Motivación del Empleado	2

Tabla 4.34 Desglose de los puntajes en Calidad Total para la empresa AV

Aquí podemos observar puntos muy interesantes. A pesar de que la calidad del producto y/o servicio es percibida como excelente, esta calidad excelente es medida producto por producto, lo cual incrementa las probabilidades de atrasar la entrega a tiempo de los productos, en lugar de hacer por ejemplo, una inspección

por lotes, misma que quedaría justificada por el hecho de que su porcentaje de productos excelentes, fluctúa entre un 90% y un 95%. Así se perdería menos tiempo y su servicio de entrega sería de una mejor calidad.

La tabla completa de las organizaciones dentro del escenario 3 que utilizaron técnicas distintas a las marcadas en el instrumento de medición se muestra a continuación con sus respectivos puntajes en Calidad Total:

Empresa	Giro	Técnica para Administración de la Demanda	Técnica para Planeación de la Capacidad	Técnica para calendarización de Actividades	Técnica para Aseguramiento de Calidad	Puntajes en Calidad Total
AX	Vidrio		Se produce sobre el pedido		En sustitución a la medición del Cp, se mide la productividad, mediante la siguiente formula: productividad = ventas reales/(ventas planeadas) * 100	92.86
AV	Recipientes a Presión				En sustitución a la corrida de pruebas, se checa por unidad, que no tenga defectos. En sustitución a la medición del Cp, se mide el % de productos excelentes (90%-95%). En sustitución a una certificación, son regidos por las normas de la ASME.	90.48
AQ	Compactadores de Acero	bajo pedido		Se programa por semana porque los trabajos son variables	En sustitución a la corrida de pruebas, se carga la máquina y se pone a funcionar. Se prueba 100 veces	88.10
AR	Explotación de Minerales No Metálicos			Datos históricos de lo que ya se hizo	En sustitución a la corrida de pruebas, se toma el promedio de atributos del lote	85.71
AP	Cabezales Engranados				Hojas de reporte, tienen inscritos los parámetros críticos de las piezas al operador se le da el número de pieza, en piezas nuevas. En sustitución de la Capacidad del proceso, esta se mide Por tiempo de proceso estándar, se checa si se esta por arriba o debajo de cierta eficiencia, p ej. 80%	64.29

Empresa	Giro	Técnica para Administración de la Demanda	Técnica para Planeación de la Capacidad	Técnica para calendarización de Actividades	Técnica para Aseguramiento de Calidad	Puntajes en Calidad Total
AT	Productos Químicos			Software especializado	Certificación de Proveedores ABB (Empresa sueca de instrumentación)	50.00

Tabla 4.35 Estratificación del Escenario 3 de empresas con técnica marcada como "otros"

En el caso de la empresa AP, cuyo giro es la manufactura de cabezales engranados, su puntaje en calidad total es 64.29, vemos que sus actividades marcadas como "otros" en la variable de Aseguramiento de Calidad son adecuadas, en sustitución de la capacidad del proceso, se checan tiempos estándar de manufactura, también se mide la eficiencia etcétera. De hecho 5 de sus 6 puntajes en términos de las dimensiones de Calidad Total son buenos. Analizando el desglose de las dimensiones de Calidad Total, se puede observar que algo falta.

Dimensión	Puntaje
Calidad	2
Costo	3
Entrega	2
Seguridad	3
Medio Ambiente	3
Motivación del Empleado	5

Tabla 4.36 Desglose de los puntajes en Calidad Total para la empresa AP

Se puede observar que en AP, el puntaje de la dimensión Motivación del empleado es 5 (¡42.86 en base 100!). AP, "... no consigue la formula para motivar a sus empleados. Trabajan solo por obtener un salario y vivir ". Esta empresa

necesita encontrar ese mecanismo para motivar a sus empleados, lo cual incrementará la Calidad Total de la misma, se puede empezar por incrementos en el salario (la empresa no reveló los ingresos de los trabajadores), pero también se tienen que buscar otras formas de interesarlos en su trabajo, mediante el otorgamiento de "empowerment" a los trabajadores, realizar eventos deportivos y/o culturales, pláticas y juntas con los trabajadores con respecto a su motivación etcétera.

Capítulo V

Conclusiones, Limitaciones y Estudios Futuros

5.1 Introducción

En este capítulo se muestran las conclusiones obtenidas en este trabajo de investigación, tanto cuantitativas como cualitativas. También se explican las limitaciones del mismo, en función de los instrumentos de medición y las organizaciones investigadas. Por último se proponen algunos estudios futuros con los cuáles se podría continuar con este trabajo de investigación, ya sea para darle mayor profundidad, limitar su área de influencia, incrementar su representatividad, o para adaptarlo a algún sector industrial en particular.

5.2 Limitaciones del Trabajo de Investigación

Antes de comenzar a obtener conclusiones en base a los resultados obtenidos en el capítulo anterior, es necesario recordar que tanto los resultados obtenidos en el instrumento 3 con respecto a las 6 dimensiones de Calidad Total como la ubicación en los distintos escenarios en las organizaciones, son apreciaciones subjetivas por parte del personal investigado en las organizaciones.

Se trató en la medida de lo posible que estos resultados estén apegados a la realidad. Se les explicó a los ingenieros de proceso y de aseguramiento de calidad de las organizaciones investigadas, que los resultados presentados se mantendrán en el anonimato, sustituyendo el nombre de la organización por una letra del alfabeto, esto con el fin de que no exista sesgo en sus resultados.

5.3 Conclusiones

En esta sección se muestran las conclusiones de este trabajo de investigación, están divididas en dos partes, la primera parte, explica cómo se cumplieron con los objetivos de esta tesis y más adelante se describen, analizan y comentan algunas conclusiones generales.

5.3.1 Logro del Objetivo de Investigación

En esta investigación se plantearon diversos objetivos el primero de ellos fue dividir a las organizaciones en tres escenarios distintos, en función de ocho parámetros, y evaluar sus prácticas de administración de operaciones a partir de cinco variables (Administración de la Demanda, Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y Aseguramiento de Calidad). Esto se logró, con los instrumentos de medición 1 y 2 de este trabajo de investigación. Otro objetivo que se planteó fue comparar estas prácticas con las seis dimensiones de calidad, de tal manera que cualquier organización que se ubique en un escenario dado, tenga guías para administrar sus operaciones. Esto se logró en el Capítulo IV de Análisis de Resultados donde se comparan las prácticas en Administración de Operaciones en 50 organizaciones, pertenecientes a 3 escenarios distintos con sus puntajes globales de Calidad Total (esto se logra con el apoyo del instrumento de medición número 3).

Otro objetivo, planteado por este trabajo de investigación fue determinar y detectar el impacto de la Administración de Operaciones en los resultados organizacionales, con el objeto de acelerar la madurez de su sistema de calidad. Este objetivo también se logró, tanto con el análisis de regresión efectuado en las variables Administración de la Demanda y Aseguramiento de Calidad como en el Análisis de Regresión Múltiple, llevado a cabo en las técnicas de las variables Planeación de la Capacidad, Administración del Inventario y Calendarización de Actividades. Si estos análisis no hubieran sido suficientes, se llevaron a cabo además, análisis cualitativos estratificados por escenario que clarifican las

relaciones entre las prácticas de Administración de Operaciones con el desempeño de las organizaciones en términos de Calidad Total.

5.3.2 Conclusiones Generales

Es necesaria la utilización de escenarios para estudiar a las organizaciones más profundamente. Esta necesidad en cuanto a su uso se hizo evidente al estudiar las variables de Administración de Operaciones en el supuesto de que solo existe un escenario, en cuyo caso no se percibió una correlación fuerte entre el número de operaciones y los puntajes en Calidad Total, y en general entre cualquier parámetro y los puntajes en Calidad Total de las organizaciones.

Al reconocer que existen diversos “ambientes” organizacionales, su estudio se vuelve más sencillo, se puede observar claramente como para ciertos escenarios (escenario 1 en las variables Administración de la Demanda y Aseguramiento de Calidad, y en menor medida el escenario 2 de la variable de Administración de la Demanda) el número de técnicas utilizadas está directa y linealmente relacionado con los puntajes en Calidad Total.

Tal como se planteó anteriormente, el estar ubicado en alguno de los escenarios planteados no fue sinónimo de tener una organización exitosa o no exitosa (en términos de Calidad Total), sino simplemente ser parte de un entorno o un ambiente organizacional.

Sin embargo, se puede observar que en el escenario 1 y 2, es más probable obtener mejores puntajes que en el escenario 3, las condiciones en el escenario 1 y 2 están dadas para que así sea, pues se cuenta con mayores recursos financieros, las condiciones económicas y gubernamentales no afectan tanto a estas organizaciones, etcétera. Es decir, en estos escenarios, las organizaciones no deberían necesitar de una invitación formal para tomar ventaja de las oportunidades de tener éxito y obtener puntajes altos en Calidad Total, estas se

insinúan por si solas; A diferencia de las organizaciones del escenario 3 que necesitan trabajar más fuerte para obtener un alto nivel de Calidad Total, pero no tratando de hacer lo mismo que las organizaciones del escenario 1 y 2 (certificaciones, premios, 6 σ , MRP, etcétera) sino aprovechando las ventajas inherentes al escenario tres, (servicio más personalizado, conocimiento y acercamiento de los clientes, bajo grado de competencia, etcétera).

Las organizaciones que se encuentran en el escenario 1 obtuvieron bajos puntajes en Calidad total porque no están efectuando las operaciones adecuadas. Con respecto a estas organizaciones de escenario 1 con bajos puntajes fue evidente un marcado énfasis en la Calidad del Producto y una menor atención por el servicio en términos de entrega, seguridad del cliente, costo, etcétera. Esto daba por resultado puntajes generales bajos en Calidad Total. Se puede apreciar aquí una clara subutilización de sus recursos y técnicas. Es decir, el escenario en que se encuentran estas organizaciones es el propicio para que tengan altos puntajes en Calidad Total, sin embargo, no se lograron. Las razones pueden ser muchas, se realizan las técnicas, pero no en forma adecuada, no se realizan las técnicas adecuadas, los clientes pueden no percibir ciertos esfuerzos de estas organizaciones en administración de operaciones, etcétera.

El caso de las organizaciones pertenecientes al escenario 3 y que además obtuvieron puntajes altos en Calidad Total (entre 80 y 90 puntos), constituyen la otra cara de la moneda, se puede apreciar una suprautilización de sus recursos, es decir a pesar de encontrarse en un ambiente o entorno adverso, las percepciones generales de calidad (entrega, calidad del producto, costo, etcétera) fueron muy favorables, catalizadas por las actividades realizadas en Administración de Operaciones. Estas organizaciones evitaron utilizar algunas técnicas que son muy costosas en relación a sus resultados en el escenario tres (el cual cuenta en general con pocos recursos financieros); Mas bien, decidieron simplificar sus actividades de administración de operaciones, acordes con el escenario en que se encuentran, por ejemplo en lugar de un sofisticado sistema

de Inventarios o algún software especializado, calendarizan por ejemplo sus actividades por fechas de vencimiento, es más fácil administrar la demanda y el inventario, ya que se hace sobre pedido. Esto fue percibido indirectamente por los clientes (también por empleados) a través de entregas a tiempo, buena calidad de productos y servicios, bajos costos que permitan que los clientes adquieran estos productos y servicios a precios bajos, etcétera.

Un aspecto muy importante, e independiente del escenario, es que las organizaciones tomen en cuenta en forma balanceada o equiponderada a las seis Dimensiones de Calidad. Se percibió en gran medida un esfuerzo consciente por Incrementar la Calidad de los productos y servicios, por controlar los procesos, certificarse y brindarle a los clientes una imagen de una excelente calidad de los productos. Sin embargo es necesario, como se mencionó antes, hacer esfuerzos para mejorar la motivación de los empleados que en general fue la dimensión de calidad mas abandonada por las organizaciones.

También se puede observar que en general, los puntajes en cuanto a los sistemas de costos en de las empresas estudiadas son menores que la calidad de los productos y servicios, esto va en detrimento de la calidad misma del producto, pues existirá un punto en que los clientes, al percibir el producto o servicio como caro, disminuirán la demanda del mismo.

La entrega de los productos y servicios de calidad (en el lugar adecuado, momento adecuado y condiciones adecuadas) también fue un problema grave en las organizaciones estudiadas, quienes en realidad "creyeron" que la calidad física del producto o servicio, es suficiente para crear lealtad en los clientes, que su producto será demandado, sin tomar en cuenta que una entrega excelente es parte integral del concepto de Calidad Total.

Afortunadamente se pudo percibir en la mayoría de las organizaciones investigadas, una marcada preocupación por el medio ambiente, la naturaleza y el

control de las emisiones contaminantes, (aunque en ocasiones solo sea para cumplir con la norma ISO 14000 o equivalente), las empresas investigadas, denotaban un conocimiento de su entorno y de lo frágil que es el ecosistema.

5.4 Estudios Futuros

Una metodología alterna a la mostrada en este trabajo de investigación, y tal vez menos ambiciosa pero más confiable sería investigar personalmente e in situ a organizaciones en las cuales se desee conocer cuál es su nivel actual de Calidad Total, ubicarla en alguno de los tres escenarios clave, e investigar ahí mismo que técnicas utilizan en Administración de Operaciones (esto se hizo para algunas organizaciones estudiadas aquí, pero no en todas).

Pero no solo eso, (¡esta es la parte difícil!), Para aumentar el grado de confiabilidad en las correlaciones se hará necesario investigar además de la ausencia o presencia de la técnica, su nivel de efectividad, ¿Quiénes la aplican?, Si se aplica por un departamento o por algún empleado designado para ello, si las técnicas se llevan a cabo por método o sólo en forma esporádica, si las técnicas que se encuentran de “moda” (gráficas de control, diagramas de Pareto, de pescado etcétera) se aplican por necesidad o solo por contar con ellas per se, para tener estatus, y/o solo para transmitirle confianza a los clientes.

Antes de continuar con las propuestas acerca de estudios futuros, será necesario recomendar a los investigadores, uniformizar su tamaño de muestra para cada uno de los escenarios, con el objeto de obtener las correlaciones y conclusiones sobre una base común. Si por alguna razón se obtiene más información sobre algún escenario en particular, será necesario, tomar un tamaño de muestra igual al escenario con menos organizaciones investigadas, de tal manera que sea consistente para los tres escenarios.

Si se desea hacer este estudio aun más específico por ejemplo en una ciudad en particular y/o para un sector industrial específico se podrían obtener resultados muy útiles para esa ciudad en particular, con el conocimiento de que dichas conclusiones serán confiables para esta área de influencia.

En este trabajo de investigación se tomaron en cuenta tres escenarios, que constituyen la moda estadística de las ocho preguntas de medio ambiente asociadas al instrumento de medición número uno.

Sin embargo estas ocho preguntas con sus respectivos estados de la naturaleza: 1. Alto, 2. Medio y 3. Bajo, dan lugar a $3^8 = 6561$ escenarios específicos. El lector puede comprobar este cálculo con dos preguntas y se dará cuenta de que existen $3^2 = 9$ combinaciones posibles. Se necesitaría de una base de datos muy grande para obtener suficiente información de cada uno de estos escenarios y poder obtener correlaciones estadísticas confiables de los mismos.

Esta tarea es un tanto exhaustiva y tomaría mucho tiempo recopilar esta información. Otra propuesta complementaria a la anterior, sería obtener esta base de datos por medio del Internet. Aplicando los tres instrumentos de este trabajo de investigación a las organizaciones ya sea de forma general, o de un sector en particular y/o de alguna ciudad de interés adaptando y adoptando la metodología descrita aquí sería una forma de continuar este trabajo.

La razón por la cual esta propuesta constituiría el próximo paso lógico se fundamenta en la creciente propagación y uso de las tecnologías de información. Se podría motivar a las organizaciones a dar respuesta a estos instrumentos de medición mediante un monitoreo o banchmark de la organización que lo respondió, es decir a cambio de contestar el cuestionario vía Internet, se le dará una página de Internet a esta empresa que podrá consultarla para compararse con el resto de las empresas que ya lo contestaron, así como darle las

recomendaciones que hasta el momento se tienen para que administre sus operaciones de manera eficiente etcétera.

Más adelante, y cuando se cuente con una base de datos lo suficientemente grande, se podría pasar a otro nivel, al nivel de la consultoría; en donde alguna empresa "ABC", deseosa de conocer las técnicas más apropiadas de Administración de Operaciones para su sector industrial, se le ubicará en su respectivo escenario y se le proporcionarán guías en términos de administración de operaciones para incrementar su nivel de Calidad Total.

En este trabajo de investigación se realizaron análisis cualitativos y cuantitativos en función de los escenarios planteados, tomando a $Y = Y_0$ como respuesta a los puntajes globales en Calidad Total, como se puede ver en el siguiente diagrama:

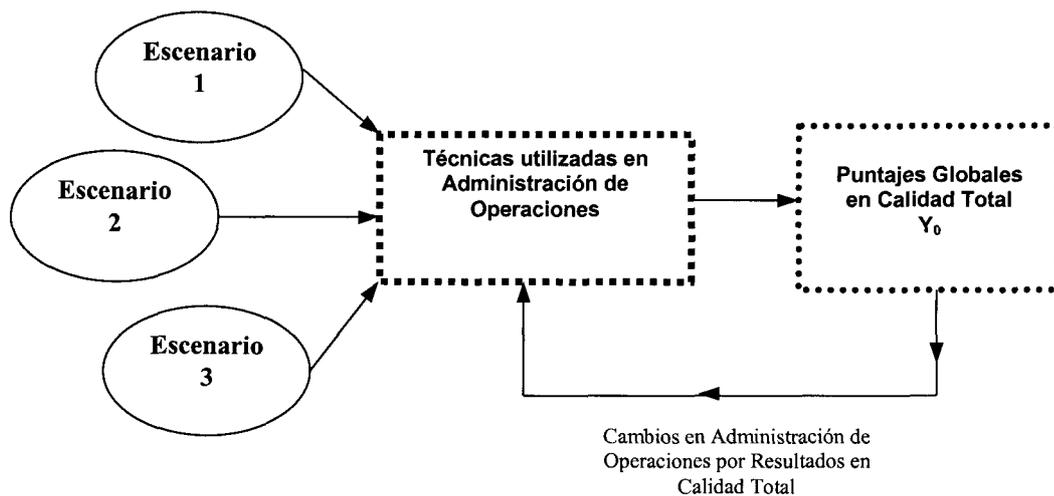


Figura 5.1 Modelo Conceptual Específico Original

Los resultados generados en las conclusiones por este trabajo de investigación son útiles para tener un panorama general de qué técnicas utilizadas en Administración de Operaciones son adecuadas, para que en un escenario dado se pueda incrementar los puntajes globales en Calidad Total.

Sin embargo esta relación no nos dice mucho acerca de cuál dimensión de calidad es la que se tiene que atacar en alguna organización perteneciente a cualquier escenario. Cuando se hicieron los análisis de regresión y los análisis cualitativos, siempre se tuvo en cuenta al puntaje global en Calidad Total, pero no se sabía con certeza (aunque se hicieron ciertas suposiciones en algunos casos extremos) qué dimensión era la que hacía que el puntaje fuera alto o bajo, o cuáles son las áreas de oportunidad más críticas para mejorar el puntaje en alguna dimensión en particular de Calidad Total.

Un posible estudio podría ser tomar los datos existentes que se presentan en el **anexo III**, y hacer correlaciones con los mismos (tomando en cuenta también los escenarios) entre las técnicas de administración de operaciones y cada dimensión de calidad. Como se mencionó anteriormente se pueden obtener además seis investigaciones adicionales si se toma cada dimensión de Calidad por separado sustituyendo el puntaje global en Calidad Total por cada dimensión Y_i ($i \in [1,6]$) investigando organizaciones de algún sector industrial en particular, o cierta área de influencia.

Estos seis estudios investigan la relación por escenario de la administración de operaciones con cada una de las dimensiones de calidad, como se puede apreciar en la siguiente figura:

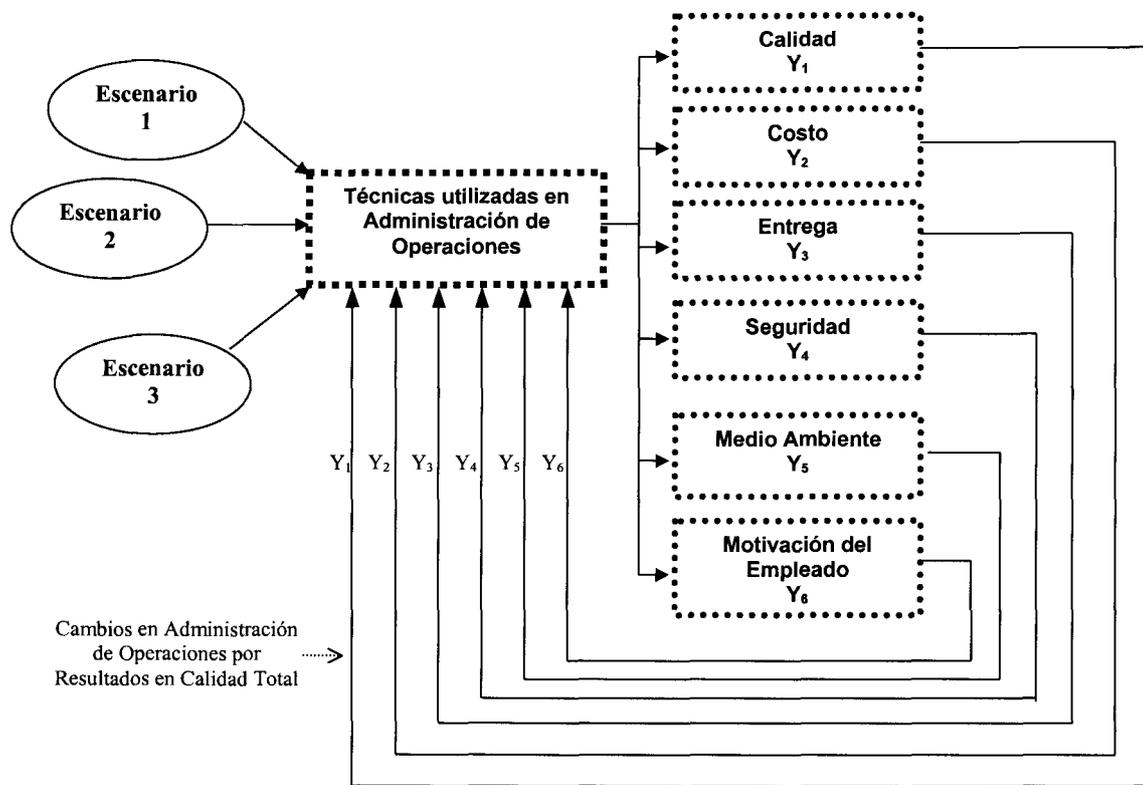


Figura 5.2 Modelo Conceptual Específico tomando en cuenta cada Dimensión de Calidad

El objeto de estos estudios será investigar de que manera, las técnicas realizadas de Administración de Operaciones por organizaciones ubicadas en algún escenario están relacionadas con la Calidad Total de la Organización Y_0 , pero ahora para cada dimensión de calidad: Calidad, Costo, Entrega, Seguridad, Medio ambiente y Motivación del empleado (Y_1, Y_2, \dots, Y_6).

Estos estudios serían aun más específicos y nos ayudarían a encontrar las causas raíz que generen bajos o altos puntajes en cada una de las dimensiones de calidad. Los estudios generados tendrían muchas ventajas que complementarían al mostrado en este trabajo de investigación.

Se ha hablado acerca de varias propuestas de mejora en este trabajo de investigación, se plantearon mejoras vía: Investigar personalmente a las organizaciones, ir más allá de la ausencia o presencia de las técnicas de Administración de Operaciones, particularizar el estudio, llevándolo a cabo en alguna ciudad, giro o sector industrial específico, tomar en cuenta todas las combinaciones posibles de escenarios en lugar de solo tres, realizar bases de datos en Internet, así como desglosar los puntajes globales de Calidad Total en sus dimensiones correspondientes, sin embargo, poco se ha cuestionado acerca de lo completo de las variables del medio ambiente; si estas ocho variables cubren realmente el aspecto del medio ambiente organizacional.

Las variables de medio ambiente manejadas en este trabajo de investigación cubren la mayor parte de los aspectos que rodean a la misma: competidores, mercado, proveedores, condiciones económicas y gubernamentales, recursos financieros, nivel sociocultural y nivel de tecnología. Sin embargo si se profundiza un poco más, en un intento de identificar que otros factores definen el medio ambiente organizacional, podríamos encontrar aspectos asociados al cliente. Estos aspectos tienen que ver con su lealtad, tendencias de compra, educación, actitud ante nuevos productos, grado de satisfacción, etcétera.

Si se toman en cuenta estas nuevas e importantes variables para diagnosticar el ambiente organizacional, la estratificación en escenarios estaría en función (aparte de las variables ya mencionadas) del comportamiento del cliente. En este caso las actividades que se realizarían en *Administración de Operaciones* también tomarán en cuenta los aspectos que son importantes para el cliente en ese escenario. Esto aportará un valor agregado a la Calidad Total, a fin de cuentas una de sus tantas definiciones es la dedicación y satisfacción total del cliente.

Anexo I

El siguiente documento fue entregado a las organizaciones, con el objeto de uniformizar los criterios en cuanto a los escenarios o ambiente organizacional, para que las organizaciones investigadas se ubicarán en los mismos, en igualdad de términos:

Descripción de las Variables del Medio Ambiente Organizacional para definir a los escenarios

Variable	Descripción
1. Disponibilidad de Recursos Financieros	Disponibilidad de créditos, apoyo gubernamental y privado, facilidad de adquirir nuevo equipo, liquidez, etcétera.
2. Desarrollo de Mercado	Lealtad del Cliente, Inversiones en promoción, publicidad y desarrollo de productos
3. Nivel de Tecnología	Grado de Innovación y automatización, contar con tecnología moderna
4. Impacto en las condiciones económicas	Impacto de la Inflación, Crisis, Grado de incertidumbre, estabilidad financiera.
5. Impacto en las condiciones gubernamentales	Leyes, Impuestos Aranceles y Reglamentaciones
6. Nivel Sociocultural	Grado de conciencia social, por el ambiente y el bienestar de los seres vivos
7. Grado de Competencia	Organizaciones en el Mismo Negocio
8. Disponibilidad de Proveedores	Grado de Confiabilidad en la Administración de Proveedores tanto Nacionales como Internacionales

1 = Alto, 2 = Medio, 3 = Bajo (Para las variables 4 y 5: 1=3, 3=1)

Las variables 4 y 5 se muestran en sentido negativo, debido a que tener un alto impacto en las condiciones económicas y gubernamentales no es algo deseable, si tiene un alto impacto en estas variables indique por favor si ya lo invirtió o lo contestó directamente.

Anexo II

Definiciones de las opciones del cuestionario de Administración de Operaciones

El siguiente documento se le entregó a las organizaciones investigadas, con el fin de que tuvieran un panorama general de las técnicas que se manejaron en este instrumento de medición, las letras asociadas a la técnica no necesariamente corresponde con las manejadas en el Capítulo IV (Debido a que las técnicas marcadas como otros también se les otorgó letra clave).

Para relacionar las técnicas vistas en el Capítulo IV, ver el Anexo V correspondiente a la nomenclatura de las técnicas investigadas en las variables de Administración de Operaciones.

Administración de la Demanda

1. Opinión y Juicio (cualitativo)

a) Compuesto por fuerza de ventas

Estimación del área de ventas como un todo.

b) Opinión ejecutiva

Gerentes de mercadotecnia, finanzas, y producción preparan pronósticos

c) Ventas y gerente de línea

Los cálculos independientes de los vendedores regionales son canalizados con proyecciones nacionales de los gerentes de línea de productos

d) Analogía histórica

Pronóstico proveniente de la comparación con un producto similar previamente introducido

e) Delphi

Los expertos responden una serie de preguntas (anónimamente), reciben retroalimentación y revisan sus cálculos

f) Investigación de mercado

Se usan cuestionarios y paneles para obtener datos que anticipen el comportamiento del consumidor.

2. Series de Tiempo (cuantitativos)

g) Simple

Se usa una regla simple que pronostica igual al último valor o igual más o menos algún porcentaje.

h) Promedios Móviles

El pronóstico es simplemente un promedio de los n periodos más recientes

i) Proyección de la tendencia

El pronóstico es una proyección lineal exponencial y otra de la tendencia pasada

j) Descomposición

Las series de tiempo se dividen en sus componentes de tendencia, estacional, cíclica y aleatoria.

k) Suavización exponencial

Los pronósticos son promedios móviles ponderados exponencialmente, donde los últimos valores tienen mayor peso.

l) Box Jenkins

Se propone un modelo de regresión de serie de tiempo, estadísticamente probado, modificado y vuelto a probar hasta que sea satisfactorio

3. Asociativos (cuantitativos)

m) Regresión y Correlación

Se usan una o más variables asociadas para pronosticar por medio de la ecuación de mínimos cuadrados (regresión) o de una asociación (correlación) con una variable explicativa.

n) Econométrico

Se usa una solución por ecuaciones simultáneas de regresión múltiple para una actividad económica

Administración del Inventario

1. Modelos de Cantidad Económica EOQ:

a) Modelo de Cantidad de Orden Económica

Este es el modelo más sencillo, se utiliza para minimizar la suma de los costos anuales de tener almacenado y ordenar el inventario.

b) Modelo de Cantidad de Orden Económica con reposición incremental

Mientras exista producción, el nivel de inventario continuará incrementándose, cuando la producción cesa, el nivel del inventario empezará a decrementarse, de tal manera que el nivel de inventario será máximo cuando la producción termina. Cuando la cantidad de inventario a la mano se termine, se reinicia la producción y el ciclo se repite a sí mismo.

c) Modelo de descuentos por cantidad

Los descuentos por cantidad son reducciones de precio ofrecidas a los clientes cuando compran grandes cantidades para inducirlos a comprar en grandes cantidades. Cuando se ofrecen descuentos por cantidad, el cliente debe de poner en una balanza los beneficios potenciales del precio con descuentos y las pocas órdenes contra el incremento en los costos de almacenaje causados por un incremento en el promedio de los inventarios.

2. Modelos de punto de reorden ROP ¿Cuánto hay que ordenar? :

d) Demanda y tiempo de recepción constante

Este método se utiliza cuando se establece un punto de reorden, (cuando la cantidad a la mano de un producto baja a cierta cantidad, se vuelve a ordenar ese producto, esta cantidad límite es conocida como punto de reorden) considerando que la demanda del producto es constante, y que el tiempo que transcurre entre la petición y la recepción de la orden también es siempre constante.

e) Tasa de demanda variable

Este método se utiliza cuando se establece un punto de reorden, (cuando la cantidad a la mano de un producto baja a cierta cantidad, se vuelve a ordenar ese producto, esta cantidad límite es conocida como punto de reorden) considerando que la demanda del producto es variable, y que el tiempo que transcurre entre la petición y la recepción de la orden es siempre constante.

f) Tiempo de recepción variable

Este método se utiliza cuando se establece un punto de reorden, (cuando la cantidad a la mano de un producto baja a cierta cantidad, se vuelve a ordenar ese producto, esta cantidad límite es conocida como punto de reorden) considerando que la demanda del producto es constante, y que el tiempo que transcurre entre la petición y la recepción de la orden es siempre constante.

g) Demanda y tiempo de recepción variable

Este método se utiliza cuando se establece un punto de reorden, (cuando la cantidad a la mano de un producto baja a cierta cantidad, se vuelve a ordenar ese producto, esta cantidad límite es conocida como punto de reorden) considerando que la demanda del producto es

variable, y que el tiempo que transcurre entre la petición y la recepción de la orden es siempre variable.

h) Intervalo Fijo

Este modelo es utilizado cuando las órdenes deben de ser efectuadas en intervalos de tiempo fijos (semanalmente, mensualmente, bimestralmente etcétera). Lo importante en cada punto de orden es: ¿Cuánto va a ser ordenado en el siguiente intervalo fijo? Si la demanda es variable el tamaño de la orden tenderá a variar de ciclo a ciclo.

4. Periodo Único

i) Niveles de inventario continuo

El tipo de inventario es el que indica qué tipo de modelo podría ser apropiado. Por ejemplo la demanda de petróleo, líquidos y gases tiende a variar en una escala continua, describiéndose así una distribución continua.

j) Niveles de inventario discreto

Por ejemplo la demanda de tractores, carros y computadoras esta expresada en términos del número de unidades demandadas y se utiliza una distribución discreta Cuando los niveles de inventario son discretos en lugar de continuos, y se calcula el nivel de servicio utilizando el radio $C_s/(C_s+C_e)$, la mayoría de las veces no coincidirá con un nivel de inventario factible (por ejemplo la cantidad óptima puede estar entre seis y siete unidades). La solución es fijar el nivel de inventario al siguiente nivel mas alto (siete unidades). En otras palabras, escoger el nivel de inventario de tal manera que el nivel del servicio deseado sea igualado o excedido.

5. Modernos:

k) JIT (Just in Time)

Sistema de producción en el que el movimiento de los bienes durante la producción y las entregas de los proveedores son cuidadosamente cronometrados, para que cada parte del proceso, el siguiente batch (por lo general pequeño) llegue justo cuando terminó el anterior (por eso se llama justo a tiempo). El resultado es un sistema

l) MRP (Material Requirements Planning)

Es un sistema de información diseñado para manejar órdenes y calendarizar inventarios dependientes de la demanda (materias primas, partes de componentes, subensambles). Se traduce un plan de producción para un número específico de productos terminados en requerimientos para partes de componentes y materias primas, se trabaja de atrás para adelante desde la fecha límite, utilizando tiempos de recepción y otra información para determinar qué y cuánto ordenar.

m) MRP II (Manufacturing Resources Planning)

Este enfoque no reemplaza el MRP, tampoco es una versión mejorada del, sino que expande el enfoque del MRP al involucrar a otras áreas funcionales de la compañía en el proceso de planeación. Mercadotecnia y finanzas son dos de las áreas más afectadas y que tienen mayor impacto en el plan de manufactura.

4. Calendarización

1. Secuenciación de trabajos

a) FCFS (Primero viene, primero se le sirve)

El proceso de priorizar los trabajos es llamado secuenciación. Si no existe un orden específico, el operador puede procesar el trabajo que llegó primero. Esta secuencia por definición es llamado Primero viene, primero se sirve FCFS (Siglas en inglés de first-come, first served).

b) LCFS (Ultimo viene, primero se le sirve)

Si los trabajos se estiban, sería más fácil procesar el trabajo que llegó al final porque ahora está hasta arriba de la estiba. A este tipo de secuenciación se le llama Al ultimo viene, primero se sirve LCFS (Siglas en inglés de last come, first served).

c) DDATE (Vencimiento más próximo)

Otro enfoque común es procesar el trabajo que tenga la fecha de entrega más próxima, conocido como vencimiento más próximo (DDATE por sus siglas en inglés earliest due date).

d) CUSTRP (Prioridad más alta del cliente)

Este enfoque es considerar el trabajo que tenga la prioridad más alta para el cliente, (CUSTPR por sus siglas en inglés customer priority).

e) SETUP (Ajuste que se está realizando en ese momento)

Los trabajadores también pueden elegir de entre un grupo de trabajos, uno con un setup (ajuste), similar al que se esta realizando en ese momento (SETUP). Esto minimizará el tiempo muerto de la máquina y hará el trabajo del operador más sencillo

f) SLACK (Holgura Mínima)

Una variaciones de la regla del DDATE es la holgura mínima (SLACK), La regla SLACK, considera el trabajo que resta por ser realizado en una tarea así como el tiempo que falta hasta la fecha límite para hacer la tarea. Las tareas que son procesadas primero son las que tienen la menor diferencia o SLACK entre las dos

g) CR (Radio Crítico)

Esta es otra variación de la regla del DDATE, el radio crítico utiliza la misma información que el SLACK pero las variables las acomoda en forma de un cociente o radio, de tal manera que el desempeño en la calendarización sea verificado fácilmente.

h) WINQ (Trabajo en la próxima cola)

Por sus siglas en inglés (Work in next queue). Darle a un trabajo la prioridad número uno en alguna máquina o proceso solo para que se espere ahí mucho tiempo no tiene mucho sentido, así que podríamos considerar el ver la siguiente operación y secuencial los trabajos en función de la cola de trabajo más pequeña.

i) NOPN (Número de Operaciones)

Por sus siglas en inglés (Number of Operations). El criterio aquí es asignar la tarea al proceso con menor número de operaciones.

j) S/OPN (Holgura por Operación Restante)

Por sus siglas en inglés (Slack per remaining operation). Este criterio le asigna el trabajo a la máquina o al proceso con menor holgura por operación restante. Esta regla requiere de actualización a medida que los trabajos se realizan en el sistema.

k) RWK (Trabajo Restante)

Por sus siglas en inglés (Remaining Work), esto es una variación del SPT que procesa los trabajos en función del tiempo más pequeño de procesamiento para todas las operaciones restantes, no solo de la operación en ese momento.

2. Monitoreo

Gráficas de Gantt

El propósito de estas gráficas es organizar y clarificar el uso de los recursos a través del tiempo. La mayoría de las veces, esta escala de tiempo es representada horizontalmente y los recursos a ser calendarizados se listan verticalmente.

Gráficas de carga

Es una gráfica de Gantt que muestra la carga y tiempos muertos para un grupo de máquinas o lista de departamentos

l) Carga Finita

Los trabajos son asignados a los centros de trabajo tomando en cuenta la capacidad del centro de trabajo y los tiempos de procesamiento de los trabajos.

m) Carga Infinita

Los trabajos son asignados a los centros de trabajo sin importarle a la organización la capacidad del centro de trabajo. Un resultado posible de las Gráficas de Gantt de carga infinita es el desarrollo de colas en alguno (o todos) los centros de trabajo.

n) Gráficas de Calendario

Gráfica de Gantt que muestra el orden en que progresan los trabajos y si están o no de acuerdo a lo calendarizado.

o) Control Entrada/Salida

Esta forma de control se refiere al monitoreo del flujo de trabajo y colas en los centros de trabajo. El propósito del control I/O (Entrada /Salida) es administrar el flujo de trabajo, de tal manera que las colas y los tiempos de espera se mantengan bajo control. Sin el control Entrada/Salida, la demanda podría exceder la capacidad de procesamiento, causando una

sobrecarga en el centro de trabajo. Por otra parte el trabajo puede llegar mas lento de lo que el centro de trabajo pueda manejar, dejando al centro de trabajo subutilizado.

5. Aseguramiento de Calidad

1. Control Estadístico del Proceso

1.1 Gráficas de control para variables

Las gráficas de promedio y de rango son utilizadas para monitorear variables. (Ej. La longitud de un artículo en un proceso).

a) Gráficas de promedio

Son utilizadas para monitorear la tendencia central de un proceso.

b) Gráficas de Rango

Utilizadas para monitorear la dispersión de los procesos; son sensibles a los cambios en la dispersión de los procesos.

1.2 Gráficas de control para atributos

Las gráficas de control para atributos son utilizadas cuando la característica del proceso es contada en lugar de medida. (Por ejemplo el número de elementos defectuosos en una muestra es contado)

c) Gráficas p

Una gráfica p es utilizada para monitorear la proporción de defectuosos generado por un proceso.

d) Gráficas c

Cuando la meta es controlar el numero de defectos por unidad, la gráfica c es utilizada

2. Corrida de Pruebas

Una *corrida* es definida como una secuencia de observaciones con una cierta característica, seguido de una o más observaciones con una característica diferente. La característica puede ser cualquier cosa observable.

e) A's y B's (Corridas arriba y abajo de la mediana)

Se mide el número de observaciones arriba y abajo de la mediana. Tanto para la mediana como para las pruebas de arriba y abajo, el número esperado de corridas es función del numero de observaciones en las series.

f) U's y D's (Corridas arriba y abajo de la anterior)

Se mide el número de observaciones arriba y abajo de su predecesor. Tanto para la mediana como para las pruebas de arriba y abajo, el número esperado de corridas es función del número de observaciones en las series

3. Capacidad del Proceso (C_p)

Es la variabilidad inherente de la salida del proceso en relación con la variación permitida por el diseño de especificaciones. Se mide con la siguiente ecuación:

g) $C_p = \text{ancho de especificación} / \text{ancho del proceso} = (\text{Espec. superior} - \text{Especif inferior}) / 6\sigma$

h) $\sigma = \text{Desviación estándar de la máquina o del proceso.}$

4. Herramientas de Administración por Calidad Total

i) Hoja de verificación

Es una herramienta para organizar y coleccionar datos, un recuento de problemas u otros eventos por categoría

j) Diagrama de Flujo

Es una representación visual de un proceso. Es una herramienta para solucionar problemas que ayuda a los investigadores a identificar los puntos posibles de un proceso donde ocurren los problemas.

k) Diagrama de dispersión

Es una gráfica que muestra el grado y dirección de una relación entre dos variables. Una correlación puede apuntar hacia la causa de un problema.

l) Estratificación

Distinguir los diferentes estratos de donde proviene la información por medio de colores o símbolos, lo cual se utiliza como información útil para un análisis complementario o posterior.

m) Histograma

Es una gráfica que muestra una distribución de frecuencias empíricas.

n) Diagrama de Pareto

Un diagrama que arregla categorías de la mayor a la menor frecuencia de ocurrencia.

o) Gráfica de Control

Una gráfica estadística de valores ordenados en el tiempo de una muestra estadística

p) Diagrama de Causa efecto:

Un diagrama utilizado para organizar la búsqueda de causas de un problema, también conocido como diagrama de pescado.

5. Nuevas herramientas de Administración por Calidad Total

De tipo cualitativo y más complejas de utilizar que las básicas

q) Diagrama de afinidad o método KJ:

El diagrama de afinidad es un método que usa la afinidad entre palabras relacionadas con el asunto bajo análisis, de una manera parcial o gradual con el fin de entender sistemáticamente la estructura del problema.

r) Diagrama de relaciones

El diagrama de relaciones es una herramienta que ayuda a percibir la relación lógica que existe entre una serie de problemas actividades o departamentos encadenados como causas y efectos. Estas relaciones se simbolizan entre flechas dirigidas de la causa al efecto, en donde los factores críticos son aquellos que tienen más flechas que salen o entran en ellos.

s) Diagrama de árbol

Representa eventos en forma de un árbol con sus ramas. Este tipo de diagramas ha sido utilizado para representar árboles genealógicos y esquemas organizacionales.

t) Diagramas matriciales

Sirve para clarificar situaciones problemáticas mediante el uso del pensamiento multidimensional. El diagrama matricial se utiliza para representar la relación que existe entre los resultados y sus causas, o entre los objetivos y los métodos para lograrlos.

u) Matriz de análisis de datos

Facilitan el proceso de identificar los problemas, causas y soluciones, a la vez que sirven para hacer recomendaciones a la administración. La matriz de análisis de datos ordena los datos presentados en un diagrama matricial de tal forma que una gran cantidad de información numérica se pueda visualizar y comprender fácilmente.

v) Gráfica de programación de decisiones de proceso

También conocida como PDPC (por sus siglas en inglés), o diagrama de contingencias permite determinar qué procedimiento seguir para obtener los resultados deseados al evaluar el progreso de los eventos relacionados con las variables de salida

w) Diagrama de flechas

Es una herramienta utilizada para programar las actividades necesarias para el cumplimiento de una tarea compleja en el menor tiempo, controlando el progreso de cada actividad. Tiene como objetivos determinar el tiempo óptimo de ejecución de un proyecto (también llamado camino crítico), identificar las actividades necesarias para el cumplimiento del tiempo mínimo, elaborar un plan completo y detallado, revisar el plan en la etapa de planeación y clasificar las prioridades del proyecto.

6. Certificaciones

x) ISO 9000

Ayuda a las compañías a determinar qué estándar aplica a la organización, ya sea ISO 9001, 9002, 9003.

y) ISO 9001

Guía a las compañías que se involucran en el diseño, desarrollo, producción, instalación y proveen productos o servicios

z) ISO 9002

Similar al ISO 9001, pero excluye a las compañías que se involucran en el diseño y desarrollo.

aa) ISO 9003

Cubre a las compañías que se involucran en la inspección final y en las pruebas.

ab) ISO 9004

Son las guías para aplicar los elementos de un sistema de Administración de la Calidad.

ac) ISO 14000

Serie de estándares internacionales para evaluar el desempeño ambiental de una compañía. Se basan en tres áreas principales: 1. Sistemas de Administración (desarrollo e integración de responsabilidades ambientales en la planeación de negocios). Operaciones (Consumo de recursos naturales y energía) y 3. Sistemas Ambientales (Medición evaluación y administración de emisiones, efluentes y otras corrientes de desperdicios).

Anexo III

Desglose de los puntajes en Calidad Total en sus seis dimensiones de Calidad de las organizaciones investigadas. (Utilice la formula del Capítulo IV para convertir de escala de Likert a escala base 100)

Empresa	Giro	Escenario	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₀
A	Petroquímica	1	1	1	1	1	1	1	1.000
C	Refresco de Cola	1	1	1	1	1	1	1	1.000
M	Productos Químicos de Limpieza	1	2	1	1	1	2	1	1.333
E	Manufactura Automotriz	1	1	2	1	1	2	2	1.500
G	Fibras de Acrílico	1	1	2	1	2	1	3	1.667
R	Azulejos	1	1	3	1	1	1	3	1.667
L	Pinturas	1	1	3	2	2	1	2	1.833
N	Cervecería	1	1	2	2	2	2	2	1.833
T	Vidrio	1	2	2	1	2	2	2	1.833
D	Petroquímica	1	2	2	2	2	2	2	2.000
K	Lamina de Fierro	1	1	2	2	2	2	3	2.000
Q	Multimedios	1	2	2	3	1	1	3	2.000
F	Sistemas Médicos	1	2	3	2	2	1	3	2.167
P	Acero	1	2	2	2	3	2	2	2.167
S	Productos Químicos	1	2	4	2	2	2	2	2.333
U	Telefonía y Redes	1	2	4	3	2	1	2	2.333
I	Aires Acondicionados	1	3	4	2	2	1	3	2.500
B	Petroquímica	1	2	4	3	2	2	3	2.667
J	Motores Industriales	1	1	2	1	3	3	7	2.833
H	Tractores	1	2	4	4	3	3	2	3.000
O	Mosaicos	1	3	4	1	3	3	4	3.000
AH	Imprenta	2	1	2	1	2	2	2	1.667

Empresa	Giro	Escenario	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₀
V	PVC	2	2	2	2	2	1	2	1.833
AK	Compresores Remanufacturados	2	2	1	3	2	1	2	1.833
AB	Pinturas	2	1	3	2	2	2	2	2.000
AL	Productos Químicos Agrícolas	2	1	3	1	2	3	2	2.000
AA	Industria del Plástico	2	2	2	2	3	1	3	2.167
AJ	Bombas y Compresores	2	2	2	2	3	1	3	2.167
AM	Banca	2	2	3	2	2	1	3	2.167
AO	Banca	2	3	4	1	2	1	2	2.167
AC	Impermeabilizantes	2	2	3	2	2	3	2	2.333
AN	Industria del Plástico	2	2	3	3	2	1	3	2.333
X	Explotación de Minerales	2	2	3	2	4	2	2	2.500
Y	Equipo Industrial	2	3	4	2	3	1	3	2.667
AE	Productos para Motores	2	3	4	2	2	2	3	2.667
AF	Plástico	2	3	2	3	2	2	4	2.667
W	Celulosa	2	3	4	3	3	2	3	3.000
AD	Industria Minera	2	3	2	4	3	2	4	3.000
AG	Resinas Sintéticas y Poliméricas	2	2	4	4	2	2	4	3.000
Z	Alambres	2	3	4	5	4	3	3	3.667
AI	Perfiles de PVC	2	4	4	4	6	5	4	4.500
AQ	Vidrio	3	2	3	1	1	1	1	1.500
AR	Recipientes a Presión	3	1	2	3	1	1	2	1.667
AW	Compactadores de Acero	3	2	3	1	1	1	3	1.833
AU	Explotación de Minerales No Metálicos	3	2	1	1	2	2	4	2.000
AT	Rejillas para Aire	3	2	4	5	4	1	2	3.000
AX	Partes para Automóvil	3	2	3	2	3	3	5	3.000
AV	Cabezales Engranados	3	3	2	3	4	4	5	3.500
AP	Proveedores de una Cía de Autos	3	4	2	1	4	5	6	3.667
AS	Productos Químicos	3	3	3	6	3	7	5	4.500

Anexo IV

Desglose de los puntajes en Calidad Total en sus seis dimensiones de Calidad de las organizaciones investigadas. (Utilice la formula del Capítulo IV para convertir de escala de Likert a escala base 100)

1. DRF = Disponibilidad de Recursos Financieros
2. DM = Desarrollo de Mercado
3. NT = Nivel de Tecnología
4. ICE = Impacto en las Condiciones Económicas
5. ICG = Impacto en las Condiciones Gubernamentales
6. NS = Nivel Sociocultural
7. GC = Grado de Competencia
8. DP = Disponibilidad de Proveedores

Empresa	Giro	DRF	DM	NT	ICE	ICG	NS	GC	DP	ESCENARIO
A	Petroquímica	2	1	1	1	1	1	1	1	1
C	Refresco de Cola	1	1	1	1	1	1	2	1	1
M	Productos Químicos de Limpieza	1	1	1	2	3	1	2	1	1
E	Manufactura Automotriz	1	1	1	2	3	2	1	2	1
G	Fibras de Acrílico	1	1	2	3	3	2	1	1	1
R	Azulejos	1	1	1	3	3	2	1	1	1
L	Pinturas	1	1	1	2	3	2	1	1	1
N	Cervecera	1	2	1	3	3	3	1	1	1
T	Vidrio	1	1	1	3	2	1	3	1	1
D	Petroquímica	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K	Lamina de Hierro	3	1	2	1	1	1	1	1	1

Empresa	Giro	DRF	DM	NT	ICE	ICG	NS	GC	DP	ESCENARIO
Q	Multimedios	1	1	1	2	1	2	1	3	1
F	Sistemas Médicos	1	1	1	2	1	2	1	1	1
P	Acero	1	1	1	2	2	2	1	1	1
S	Productos Químicos	2	1	1	3	3	2	1	1	1
U	Telefonía y Redes	1	1	1	2	3	1	1	2	1
I	Aires Acondicionados	2	1	1	1	1	1	1	1	1
B	Petroquímica	1	1	1	2	2	2	1	1	1
J	Motores Industriales	1	1	1	1	1	2	1	1	1
H	Tractores	1	1	1	2	2	2	1	2	1
O	Mosaicos	1	1	2	3	1	3	1	2	1
AH	Imprenta	2	2	2	2	1	2	1	1	2
V	PVC	2	1	1	2	2	2	3	2	2
AK	Compresores Remanufacturados	2	1	2	3	2	2	2	2	2
AB	Pinturas	2	2	2	2	2	1	1	2	2
AL	Productos Químicos Agrícolas	2	2	2	3	1	1	2	1	2
AA	Industria del Plástico	2	2	2	3	1	3	1	1	2
AJ	Bombas y Compresores	2	1	2	3	3	2	3	2	2
AM	Banca	1	2	2	2	1	2	2	2	2
AO	Banca	2	2	1	3	3	2	2	1	2
AC	Impermeabilizantes	2	2	2	3	1	2	2	1	2
AN	Industria del Plástico	3	2	2	2	1	2	1	1	2
X	Explotación de Minerales	1	2	1	2	2	1	3	2	2
Y	Equipo Industrial	2	2	1	2	3	2	1	2	2
AE	Productos para Motores	2	2	2	2	2	2	3	1	2
AF	Plástico	2	3	2	2	1	3	2	1	2
W	Celulosa	2	3	2	2	2	1	1	1	2
AD	Industria Minera	3	2	2	3	1	2	2	3	2
AG	Resinas Sintéticas y Poliméricas	2	2	2	1	1	2	1	2	2

Empresa	Giro	DRF	DM	NT	ICE	ICG	NS	GC	DP	ESCENARIO
Z	Alambres	2	2	2	3	3	2	1	2	2
AI	Perfiles de PVC	1	2	2	2	2	2	2	2	2
AQ	Vidrio	2	2	3	3	3	3	2	1	3
AR	Recipientes a Presión	2	1	3	3	3	3	2	3	3
AW	Compactadores de Acero	1	1	2	3	3	3	3	1	3
AU	Explotación de Minerales No Metálicos	2	1	2	3	3	3	1	3	3
AT	Rejillas para Aire	3	1	3	3	1	3	1	2	3
AX	Partes para Automóvil	1	1	3	2	3	3	3	1	3
AV	Cabezales Engranados	2	1	2	3	3	3	1	3	3
AP	Proveedores de una Cía de Autos	2	3	1	2	1	3	3	1	3
AS	Productos Químicos	3	3	1	3	2	2	1	3	3

Nota: Los valores de las variables ICE e ICG ya aparecen invertidos en esta tabla

Anexo V

Nomenclatura utilizada para las técnicas en Administración de Operaciones

Administración de la Demanda

Clave	Técnica	Clave	Técnica
a	Compuesto por fuerza de Ventas	i	Series de tiempo por proyección de la tendencia
b	Opinión Ejecutiva	j	Descomposición
c	Ventas y Gerente de Línea	k	Suavización Exponencial
d	Analogía histórica	l	Box Jenkins
e	Delphi	m	Regresión y Correlación
f	Investigación de Mercado	n	Métodos Econométricos
g	Series de tiempo simple	o	Otro
h	Promedios Móviles		

Planeación de la Capacidad

Clave	Técnica	Clave	Técnica
a	Producir en un Periodo Anterior y esperar a que el producto sea demandado	f	Subcontratar el trabajo a otras compañías
b	Ofrecer la entrega del producto o servicio después, cuando la capacidad este disponible	g	Revisar las decisiones de hacer o comprar artículos cuando la capacidad este disponible
c	Hacer esfuerzos de mercadotecnia para cambiar la demanda a periodos de baja demanda	h	Contratar mas personal a medida que la demanda se incrementa
d	Trabajar horas extra sin cambiar el tamaño de la fuerza de trabajo	i	Otro
e	Tener Staff para niveles de alta producción de tal manera que el uso de horas extra no sea necesario		

Administración del Inventario

Clave	Técnica	Clave	Técnica
a	Modelo de Cantidad de Orden Económica	h	Intervalo Fijo
b	Modelo de Cantidad de Orden Económica con Reposición Incremental	i	Niveles de Inventario Continuo
c	Modelo de Descuentos por Cantidad	j	Niveles de Inventario Discreto
d	ROP bajo demanda y tiempo de recepción constante	k	JIT (just in Time)
e	ROP bajo tasa de demanda variable	l	MRP (Material Requirements Planning)
f	ROP bajo tiempo de recepción variable	m	MRP II (Manufacturing Resources Planning)
g	ROP bajo demanda y tiempo de recepción variable	n	Otro

Calendarización de Actividades

Clave	Técnica	Clave	Técnica
a	FCFS (Primero viene primero se le sirve)	i	NOPN (Número de Operaciones)
b	LCFS (Último viene primero se le sirve)	j	S/OPN (Holgura por Operación Restante)
c	DDATE (Vencimiento más próximo)	k	RWK (Trabajo Restante)
d	CUSTPR (Prioridad más alta del cliente)	l	Gráfica de Gantt de Carga Finita
e	SETUP (Ajuste que se está realizando en ese momento)	m	Gráfica de Gantt de Carga Infinita
f	SLACK (Holgura Mínima)	n	Gráfica de Gantt de Calendario
g	CR (Radio Crítico)	o	Otro
h	WINQ (Trabajo en la próxima cola)		

Aseguramiento de Calidad

Clave	Técnica	Clave	Técnica
a	Gráfica de Promedio	q	Gráfica de Control
b	Gráfica de Rango	r	Diagrama de Causa Efecto
c	Gráfica p	s	Diagrama de Afinidad o Método KJ
d	Gráfica c	t	Diagrama de Relaciones
e	Corrida de Pruebas A's y B's (Arriba y Abajo de la Mediana)	u	Diagrama de Arbol
f	Corrida de Pruebas U's y D's (Arriba y Abajo de la Anterior)	v	Diagramas Matriciales
g	Otro Método (corrida)	w	Matriz de Análisis de Datos
h	Cp (Capacidad del Proceso)	x	Gráfica de programación de decisiones de Proceso
i	Número de σ 's o desviaciones Estándar	y	Diagrama de Flechas
j	Otro Método (Cp)	z	ISO 9000
k	Hoja de Chequeo	aa	ISO 9001
l	Diagrama de Flujo	ab	ISO 9002
m	Diagrama de Dispersión	ac	ISO 9003
n	Estratificación	ad	ISO 9004
o	Histograma	ae	ISO 14000
p	Diagrama de Pareto	af	Otro (Certificación)

BIBLIOGRAFÍA

- Cantú D, José Humberto [1997]. Desarrollo de una cultura de calidad. Mc.Graw Hill, México.
- Ciampa, Dan [1992]. Calidad Total. Guía para su implantación. Addison Wesley Iberoamericana. Wilmington, Delaware, E.U.A.
- Dilworth James [1992]. Operations Management: Design, Planning, And Control For Manufacturing and Services, Mc Graw Hill. New York.
- Feigenbaum Armand [1993] Control total de la Calidad. CECSA 2^{da} Edición México.
- Gallagher, A Charles [1982] Métodos Cuantitativos para la toma de decisiones en Administración. Mc Graw Hill.
- Groff, Gene K [1972]. Operations Management: Analysis for decisions, RD Irwin. Homewood Ill.
- Hall, R. H [1976] Organizaciones: estructura y proceso. Madrid. Prentice Hall
- Hillier, S.Hillier [1994]. Introducción a la Investigación de Operaciones. Mc Graw Hill.
- Hines, William W [1994]. Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Administración. Tercera Edición. Editorial CECSA.
- Johnson, Richard [1972]. Operations Management: A Systems concept Houghton Mifflin.

- Kleinbaum David G. [1998]. Applied Regression Analysis and other multivariable methods 3rd edition. Duxbury press.
- Lamb, Robert. [1988]. Advances in Strategic Management. A research Annual JAI Press.
- Monks Joseph G [1991]. Administración de Operaciones. Mc.Graw Hill Serie Shaum. México. D.F.
- Montgomery C. Douglas [1996]. Probabilidad y Estadística aplicados a la ingeniería. Mc. Graw Hill.
- Neter John [1996]. Applied linear statistical Models. Fourth edition. Mc. Graw Hill USA.
- O'Connell Bowerman [1993]. Forecasting and time series: an applied approach. Third edition. Duxbury Press, USA.
- Rawlings O. John [1988]. Applied Regression Analysis: A research tool. Wadsworth & Brooks / Cole Advanced Books & Software.
- Russell, Roberta S [1998]. Operations Management: Focusing on quality and competitiveness. Prentice Hall. Upper Saddle River, NS. 2nd Edition.
- Scott W. Richard [1987]. Organizations: rational, natural and Open Systems. Englewood Cliffs, NJ. Prentice Hall, 2nd Edition.
- Stevenson William J. [1999]. Production Operations Management. Mc. Graw Hill 6th Edition.

- Wallace W. Stein [2000]. "Scenario based Planning".
http://www.iot.ntnu.no//iok_html/users/sww/scenarios.htm
Ultima revisión Dic. 2000.
- Zeithaml, Valerie A [1990]. Delivering Quality Service: balancing customer perceptions and expectations. Free Press. New York

Centro de Información-Biblioteca



30002005918198