



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA**  
**INGENIERÍA DE SISTEMAS – PLANEACIÓN**

**DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES DE LAS PYMES PARA LA IMPLANTACIÓN  
DE LA INGENIERÍA CONCURRENTES: EL CASO DE LAS INDUSTRIAS  
MANUFACTURERAS**

**TESIS**  
**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**  
**MAESTRO EN INGENIERÍA**

**PRESENTA:**  
**ING. GERARDO GALINDO CONTRERAS**

**TUTOR**  
**DR. BENITO SÁNCHEZ LARA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MÉXICO, D. F. JUNIO 2016**

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: M. I. SILVINA HERNÁNDEZ GARCÍA  
Secretario: DR. MARIANO ANTONIO GARCÍA MARTÍNEZ  
Vocal: DR. BENITO SÁNCHEZ LARA  
1<sup>er.</sup> Suplente: DR. TOMÁS BAUTISTA GODINEZ  
2<sup>d o.</sup> Suplente: M. I. RICARDO TORRES MENDOZA

**Ciudad Universitaria, México, D.F.**

**TUTOR DE TESIS:**

DR. BENITO SÁNCHEZ LARA

-----  
**FIRMA**

# *Agradecimientos*

*Dedico este trabajo a mi padre Ángel, la persona más importante en mi vida y mi ejemplo. Gracias por apoyarme en este camino y por demostrarme que a pesar de las adversidades podemos salir adelante. Gracias por nunca darte por vencido.*

*A mis hermanos Ángel y Saúl, que siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo.*

*A mis sobrinos por alegrar mi vida.*

*A Azucena por estar siempre a mi lado y por la ayuda que me has brindado, tu motivación fue fundamental, me inspiras a ser una mejor persona. Gracias por tu amor.*

*A mi tutor, Dr. Benito Sánchez Lara. Gracias por todo el tiempo de dedicación a este trabajo que sin su valiosa ayuda y paciencia, no hubiera sido posible. Gracias por sus enseñanzas y por su amistad.*

*A mi sinodales por su valioso tiempo que le dedicaron a la revisión de este trabajo. Gracias por sus sugerencias y comentarios.*

*A mis compañeros y amigos sistémicos que compartieron esta etapa de mi vida (Heri, Joss, Vic, Robert, Oli, Abraham y Mexique), gracias por hacer de esta aventura algo inolvidable.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México, mi alma máter, por brindarme la oportunidad de formarme académicamente.*

*Al CONACyT por el otorgamiento de la beca para la realización de mis estudios de Maestría.*

# Índice

Resumen.....	iii
Introducción .....	iv
Capítulo 1. Ingeniería Concurrente y las PYMES Manufactureras en México .....	1
1.1 Descripción del sector manufacturero en México .....	1
1.2 Ingeniería Concurrente (IC) .....	8
1.3 Aplicación de la Ingeniería Concurrente .....	12
1.4 Problemática de Implantación de Ingeniería Concurrente .....	15
Capítulo 2. Herramientas de la Ingeniería Concurrente .....	19
2.1 Herramientas de la Ingeniería Concurrente .....	19
2.1.1 Herramientas Blandas.....	20
2.1.2 Herramientas Duras .....	24
2.1.3 Clasificación de las herramientas de IC en relación a las condiciones operativas, organizacionales y de información. ....	26
2.2 Características de las empresas de acuerdo con sus procesos de creación de conocimiento .....	28
2.3 Herramientas de IC adecuadas a las características de las PYMES manufactureras. ....	36
2.4 Sistemas socio-técnicos como marco de adopción de las herramientas de IC en PYMES manufactureras.....	38
2.5 Estrategia general de investigación.....	41
Capítulo 3. Diagnóstico de las condiciones de las PYMES para la implantación de la IC.....	43
3.1 Herramientas Blandas .....	43
3.1.1 Las 5'S.....	43
3.1.2 Normas ISO .....	45
3.1.3 Six Sigma .....	46
3.1.4 JIT .....	48
3.1.5 Kaizen .....	49
3.1.6 Balanced Scorecard.....	50

3.2 Herramientas Duras.....	53
3.2.1 CAD.....	53
3.2.2 CAM.....	54
3.2.3 CAE .....	54
3.2.4 DFMA.....	55
3.2.5 AMEF .....	56
3.2.6 EDI .....	56
3.3 Herramientas y su relación con el proceso de manufactura.....	57
3.4 Problemas que presentan las PYMES industriales y su relación con el proceso de manufactura.....	58
3.5 Proceso concurrente e integración de las herramientas y grupos de problemas .....	59
3.6 Marco Arquitectónico Empresarial.....	61
3.7 Validación de la propuesta mediante casos de estudio .....	66
Capítulo 4. Conclusiones .....	76
Referencias .....	79

# Resumen

La manufactura incluye una serie de actividades que van desde el diseño del producto hasta la fabricación del mismo. Estas actividades constituyen lo que se denomina Proceso de Diseño y Desarrollo de un Producto (PDDP), es este proceso el que las empresas tratan de reducir a través de mejoras continuas. En la literatura se identifican dos formas del PDDP, el primero es secuencial, caracterizado por actividades que se dan en forma consecutiva y cronológica, por una organización funcional y una toma de decisiones jerárquica. El segundo proceso se denomina concurrente, está caracterizado fundamentalmente por actividades que pueden realizarse en forma paralela, es este proceso el que da origen a la Ingeniería Concurrente (IC).

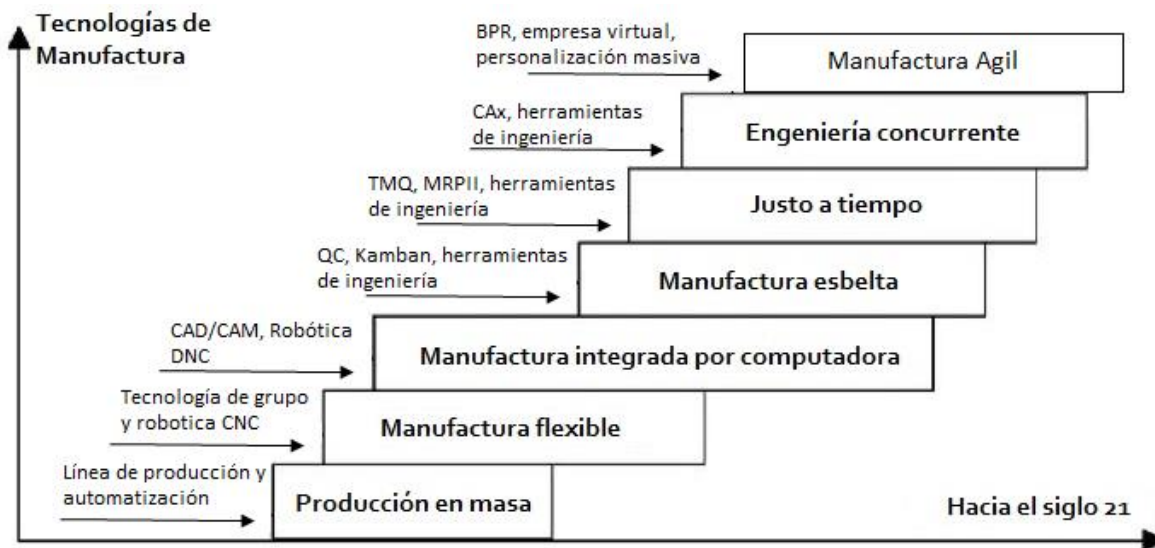
La IC, en términos generales, es una forma de manufactura que busca reducir el ciclo de vida de un producto. El término se popularizó a partir de 1988 y tuvo origen en el Instituto de Análisis de la Defensa (IDA por sus siglas en inglés) en los Estados Unidos. La IDA utilizó el término para describir un método sistemático de diseño integrado y simultáneo del producto y de los subsiguientes procesos de fabricación, donde los diseñadores deberían considerar los factores que afectan al producto a lo largo de su ciclo de vida. En forma similar, Capuzo (1999) definió a la IC como un sistema de trabajo donde las diferentes actividades de ingeniería se integran desde el desarrollo de producto hasta el proceso de producción. La meta general de la IC es reducir los cambios en el diseño y la ingeniería de proyecto y consecuentemente los tiempos y costos asociados al PDDP y ciclo de vida del producto, a partir de mejoras organizacionales, de trabajo en equipo y en el aprovechamiento de las tecnologías de la información y comunicación (TIC).

El propósito de este trabajo es presentar un diagnóstico que lleva a valorar la factibilidad y viabilidad de la IC en PYMES manufactureras. Del diagnóstico se desprende un marco decisorio que permite evaluar, seleccionar y planear la implantación de herramientas de IC en empresas manufactureras, especialmente en PYMES mexicanas. En el diagnóstico se establecen las características de los problemas, especialmente los productivos, de las PYMES y se asocian a las características y alcances de la IC tratando de valorar la viabilidad y obstáculos de su implantación. En términos de selección, con base en la diferenciación de las herramientas de la IC en blandas y duras, se presenta un esquema del proceso de manufactura estándar donde se ubican las herramientas considerando la correspondencia entre la función de la etapa del proceso de manufactura y el propósito de la herramienta.

# Introducción

La historia de la manufactura se puede separar en dos partes: la primera hace hincapié en el descubrimiento y la invención por parte del hombre de los materiales y los procesos para fabricar cosas, la segunda se enfoca en el desarrollo de los sistemas de producción, la segunda parte es la de interés para los fines de este trabajo y es la que se desarrolla a continuación. Los sistemas de manufactura describen la manera de organizar a las personas y a los equipos de modo que la producción se lleve a cabo con mayor eficiencia (Groover, 2007).

Los sistemas de producción consisten en personas, equipos y procedimientos diseñados para combinar materiales y procesos que constituyen las operaciones de manufactura de la organización. En la figura A, se muestran algunos cambios notables en los sistemas de producción, desde la producción en masa, pasando por los sistemas flexibles de producción, hasta llegar a la manufactura ágil



**Figura A.** Desarrollo de las tecnologías de producción.

**Fuente:** Adaptado de Cheng et al. (2000).

Las actividades de la manufactura se desarrollan desde el diseño hasta la fabricación del producto, actividades que constituyen lo que se denomina Proceso de Diseño y Desarrollo de un producto (PDDP), proceso al que las empresas tratan de reducir a través de mejoras continuas. En la literatura se identifican dos formas del PDDP, el primero es secuencial, caracterizado por actividades que se dan en forma consecutiva y cronológica, por una organización funcional y

una toma de decisiones jerárquica. El segundo proceso se denomina concurrente, está caracterizado fundamentalmente por actividades que pueden realizarse en forma paralela, es este proceso el que da origen a la Ingeniería Concurrente (IC).

De acuerdo con Luna-Amaya (2000), la IC hace uso de tecnologías blandas y duras. Las primeras hacen posible una práctica de gestión eficaz en la organización, especialmente en procesos y procedimientos interdependientes. Entre las tecnologías que se consideran blandas están: Brainstorming, Diagramas causa-efecto, QFD, Análisis de valor, Diseños de experimentos, Kaizen y Reingeniería. Las tecnologías duras son necesarias para simplificar el manejo de información, los procesos de diseño y de fabricación. Entre las tecnologías que se consideran duras están: Diseño asistido por computadora (CAD), Manufactura asistida por computadora (CAM), Ingeniería asistida por computadora (CAE) y Diseño para la manufactura y ensamble (DFMA).

La IC se ha implantado en empresas multinacionales como Toyota y Nissan, en México se reporta su implantación en el Instituto Mexicano del Petróleo, International Technology Network de México, Vitro, Pond's y Famma. Debe observarse que estas empresas caen en la categoría de grandes empresas a las cuales, generalmente, se les asocia una sólida estructura para la gestión que facilitaría la implantación casi de cualquier estrategia de mejora.

Para el caso de pequeñas empresas, Pullan et al. (2010), infiere que la principal barrera para incorporar a la IC está asociado a la identificación de las tecnologías, duras o blandas, adecuadas a su PDDP. Prats (2003) señala como desafíos de su implantación: la comunicación interdepartamental, limitaciones tecnológicas y desconocimiento de sus costos. Bhuiyan et al. (2006) señala problemas de definición de requerimientos, problemas entre equipos de trabajo asociados al hardware y el software de manufactura, problemas de control de recursos y de apoyo directivo para la implantación, entre otros.

Considerando la naturaleza y las características de la IC, específicamente que implica el ciclo de vida completo de un producto, su ámbito de mayor aplicación tendría que ser el sector manufacturero. De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), organismo clasificador de las actividades económicas para Canadá, Estados Unidos y México, en 2013 el sector manufacturero en México estaba conformado por 21 subsectores, 86 ramas, 179 subramas y 291 clases de actividad. De acuerdo con el Censo Económico 2009, en México el sector manufacturero es el más importante en producción bruta total, genera 44.3% del total nacional, concentrado 11.7% de las unidades económicas y 23.2% del personal ocupado. Aunque este sector es el de menor índice de ocupación y de unidades económicas, además de ser el de menor crecimiento en los últimos años (3.7%), en comparación con los



sectores de comercio (5.5%) y servicios (8.0%), es el que genera el mayor ingreso, lo que le da importancia para la economía mexicana.

La dimensión relevante de la problemática de la implantación de la IC es la gestión de funciones de la empresa y equipos de trabajo, y esta problemática podría agudizarse en pequeñas empresas si se considera los pocos mecanismos de gestión y herramientas con los que generalmente cuentan. La percepción de que en las PYMES podrían ser mayores los problemas de implantación de la IC, se sustenta en que estas organizaciones generalmente presentan niveles organizacionales, tecnológicos y de información inadecuados para que algunas de las herramientas usadas por la IC se implanten. Sin embargo, las PYMES requieren mejoras productivas y competitivas sustanciales que pudieran obtenerse a partir de la IC y de sus herramientas aunque habría que identificar tanto las etapas o procesos donde implantarlas como las condiciones para ello.

Recapitulando, debido a la importancia que tienen las pymes manufactureras, se llega al planteamiento del siguiente problema:

Dados los requerimientos de la Ingeniería Concurrente, es necesario diagnosticar las condiciones operativas, organizacionales y de información en las empresas en general, para potenciar su implantación efectiva, en específico de las PYMES y particularmente el caso de las manufactureras mexicanas.

Por lo anterior el propósito de esta investigación es:

Elaborar un diagnóstico que permita establecer las condiciones operativas, organizacionales y de información de empresas PYMES manufactureras, para proponer alternativas de implantación de la Ingeniería Concurrente.

# Capítulo 1

## Ingeniería Concurrente y las PYMES Manufactureras en México

### 1.1 Descripción del sector manufacturero en México

De acuerdo con el INEGI (2012), México cuenta con 4 millones 374 mil 600 establecimientos, de los cuales 4 millones 15 mil 602 son pymes, que generan el 52% del Producto Interno Bruto (PIB) y 72% del empleo del país, según la Secretaria de Economía (s.f.). De estos totales, el 98.4% de las pymes y el 90.2% del personal ocupado corresponden, en conjunto, a la industria manufacturera, al comercio y a los servicios. En la tabla 1, se muestra el desglose de los porcentajes para cada sector.

**Tabla 1.1.** Unidades económicas y personal ocupado total del sector privado y paraestatal por actividad económica.

Actividad económica	Unidades económicas		Personal ocupado total	
	Absoluto	%	Absoluto	%
<b>Total nacional**</b>	<b>3 724 019</b>	<b>100.0</b>	<b>20 116 834</b>	<b>100.0</b>
Servicios	1 367 287	36.7	7 340 216	36.5
Comercio	1 858 550	49.9	6 134 758	30.5
Manufacturas	436 851	11.7	4 661 062	23.2
Transportes, correos y almacenamiento	17 705	0.5	718 062	3.6
Construcción	18 637	0.5	704 640	3.5
Electricidad, agua y gas	2 589	0.1	235 688	1.2
Pesca y acuicultura	19 443	0.5	180 083	0.9
Minería	2 957	0.1	142 325	0.7

**Fuente:** INEGI. Censos económicos 2009.

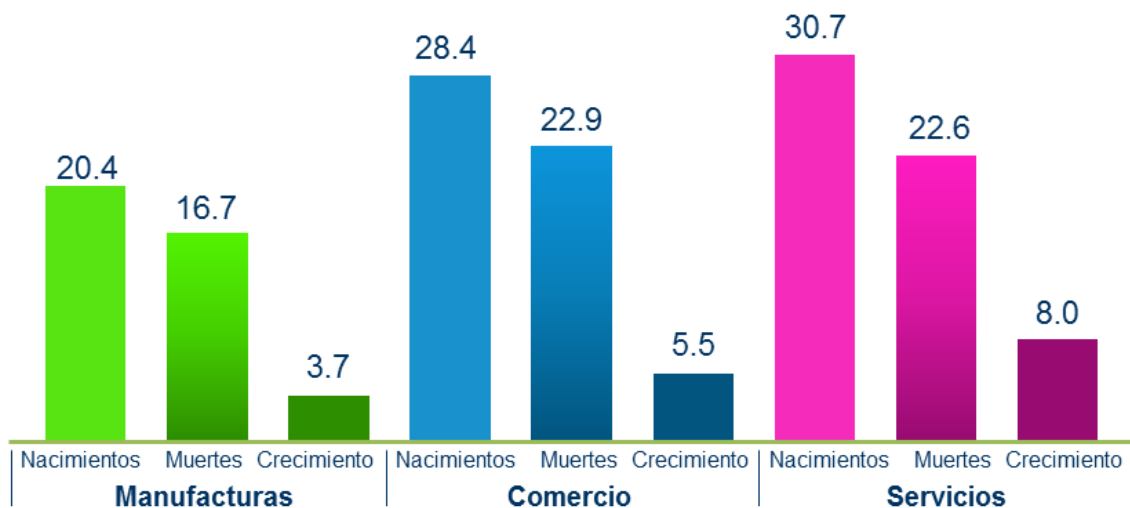
De acuerdo a la tabla 1.1, las tres principales actividades económicas en el país son las industrias de servicios, comercio y manufacturera, por ello es conveniente proporcionar algunos de los principales indicadores de estos sectores, como son: el crecimiento tanto de establecimientos como de personal ocupado, así como también las proporciones de crecimiento por tamaño de establecimiento y por entidad federativa. Esto con el fin de tener una perspectiva de la situación

del sector manufacturero en México, para posteriormente enfocarse en el mismo, el cual es el de interés para fines de este trabajo.

En México el sector manufacturero es el más importante en producción bruta total, genera 44.3% del total nacional, concentrando el 11.7% de las unidades económicas y 23.2% del personal ocupado. Aunque este sector es el de menor índice de ocupación y de unidades económicas, es el que genera el mayor ingreso, lo que le da importancia para la economía mexicana.

A nivel nacional se tiene un crecimiento de establecimientos (PYMES) del 6.2%, con un 28.3% en nacimientos, 22% en muertes, lo que corresponde a un crecimiento promedio anual del 1.7%, correspondiente al periodo de abril 2009 a mayo 2012, INEGI (2012).

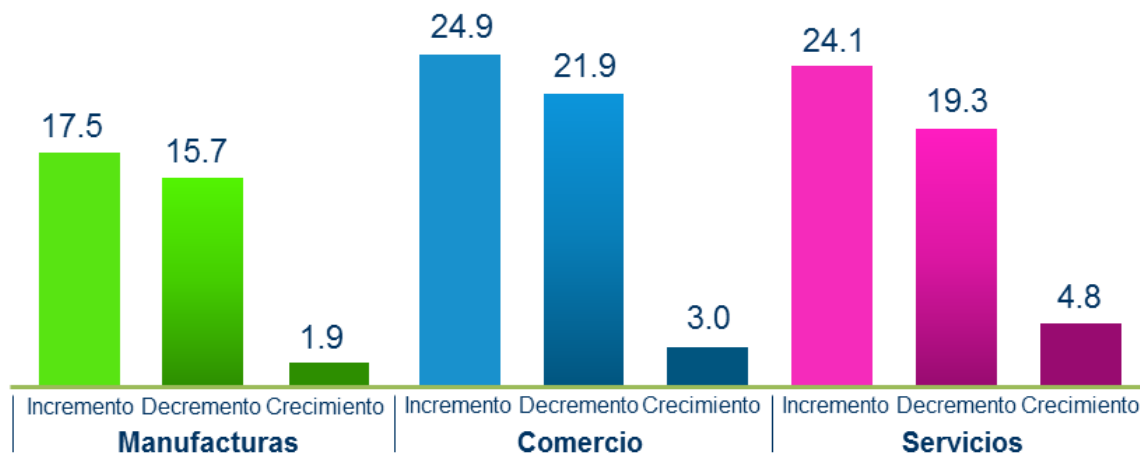
Para el caso por sector de actividad como se ilustra en la figura 1.1. El sector manufacturero es el que ha tenido un menor crecimiento (3.7%) en comparación con los sectores de comercio (5.5%) y servicios (8.0%), correspondiente al periodo de abril 2009 a mayo 2012, INEGI (2012).



**Figura 1.1.** Proporciones de nacimientos y muertes de establecimientos por sector de actividad (2009 – 2012).

**Fuente:** INEGI. *Análisis de la demografía de los establecimientos 2012*

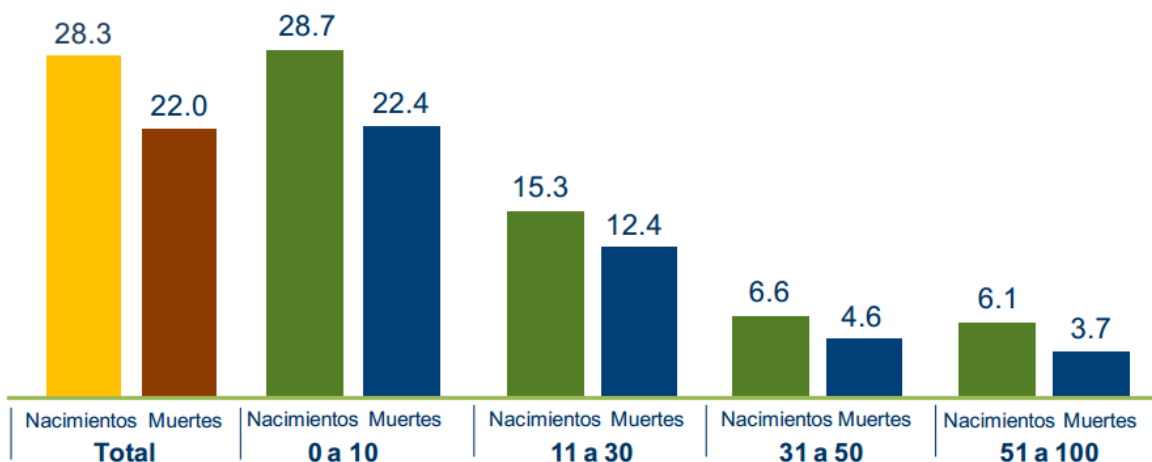
Y respecto al personal ocupado, el sector manufacturero presentó el menor índice de las empresas que crecen (1.9%), en contraste al sector comercio (3.0%) y servicios (4.8%), ver figura 1.2.



**Figura 1.2.** Proporciones de personal ocupado en los establecimientos que nacen y/o mueren, por sector de actividad (2009 – 2012).

**Fuente:** INEGI. *Análisis de la demografía de los establecimientos 2012*

A continuación se presenta el caso del crecimiento de los establecimientos por tamaño, en donde se observa una similitud entre el nivel global nacional y con el sector de 0 a 10 personas que es el correspondiente al de las micro empresas, esto debido a que este sector concentra más del 95% de los establecimientos (pymes). De la figura 1.3, se obtiene el porcentaje de crecimiento para cada establecimiento, de acuerdo al número de personas ocupadas en los mismos, de 0 a 10 (6.3%), de 11 a 30 (2.9%), de 31 a 50 (2%), de 51 a 100 (2.4%) y para el total se presenta del 6.2%

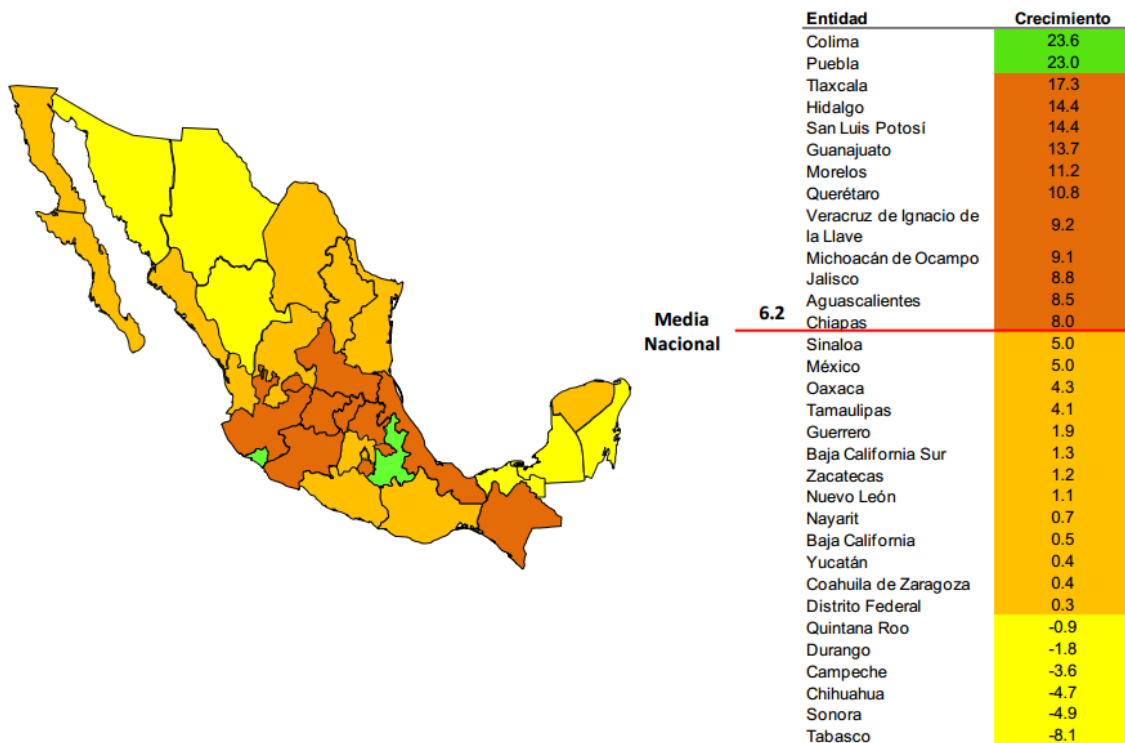


**Figura 1.3.** Proporciones de nacimientos y muertes de establecimientos, según tamaño (de acuerdo con el número de personas ocupadas 2009 – 2012).

**Fuente:** INEGI. *Análisis de la demografía de los establecimientos 2012*

Por entidad federativa, Colima y Puebla presentan la mayor proporción de crecimiento con el 23.6% y 23.0%, respectivamente, con una media nacional de 6.2%, en la figura 1.4, se

representan las entidades con sus respectivos crecimientos, donde se aprecia que las entidades con mayor incremento en su crecimiento se ubican en la región centro del país.



**Figura 1.4.** Crecimiento neto de establecimientos por entidad federativa (2009 – 2012).  
**Fuente:** INEGI. *Análisis de la demografía de los establecimientos 2012*

### Clasificación de las industrias manufactureras en México

El Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), es el organismo encargado de las clasificaciones de las actividades económicas productivas o no productivas, con o sin fines de lucro, para la región que comprende Canadá, Estados Unidos y México.

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), organismo clasificador de las actividades económicas para Canadá, Estados Unidos y México, en 2013 el sector manufacturero en México estaba conformado por 21 subsectores, 86 ramas, 179 subramas y 291 clases de actividad.

En la clasificación del SCIAN México, las categorías que tienen junta la abreviatura “T” se refiere a categorías acordadas trilateralmente (una categoría trilateral es aquella en la que los tres países manifiestan estar de acuerdo en su contenido y ese compromiso conlleva a que no se rebasen los límites cuando esas categorías se desagregan en categorías nacionales), mientras

que las categorías que no van acompañadas de dicha letra son categorías exclusivas de México (partes específicas, nacional, elaborada únicamente por México).

A continuación se presenta un cuadro (Tabla 1.2) que muestra un ejemplo de la clasificación de la estructura del SCIAN, así como la clasificación del sector manufacturero, solo sector y subsector (Tabla 1.3).

**Tabla 1.2.** Ejemplo de la estructura del SCIAN

<i>Nivel</i>	<i>Número de dígitos</i>	<i>Código</i>	<i>Ejemplos de categorías</i>
Sector	2	31-33	Industrias manufactureras
Subsector	3	311	Industria alimentaria
Rama	4	3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas
Subrama	5	31122	Elaboración de almidones, aceites y grasas vegetales comestibles
Clase	6	311222	Elaboración de aceites y grasas vegetales comestibles <sup>MÉX.</sup>

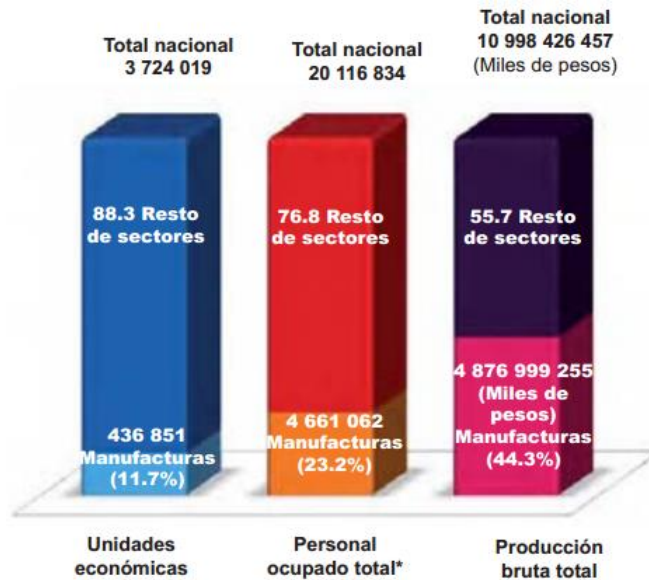
**Fuente:** SCIAN México 2013

**Tabla 1.3.** Clasificación del sector industrias manufactureras

31-33	<b>Industrias manufactureras<sup>T</sup></b>
311	Industria alimentaria <sup>T</sup>
312	Industria de las bebidas y del tabaco <sup>T</sup>
313	Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles <sup>T</sup>
314	Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir <sup>T</sup>
315	Fabricación de prendas de vestir <sup>T</sup>
316	Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos <sup>T</sup>
321	Industria de la madera <sup>T</sup>
322	Industria del papel <sup>T</sup>
323	Impresión e industrias conexas <sup>T</sup>
324	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón <sup>T</sup>
325	Industria química <sup>T</sup>
326	Industria del plástico y del hule <sup>T</sup>
327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos <sup>T</sup>
331	Industrias metálicas básicas <sup>T</sup>
332	Fabricación de productos metálicos <sup>T</sup>
333	Fabricación de maquinaria y equipo <sup>T</sup>
334	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos <sup>T</sup>
335	Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica <sup>T</sup>
336	Fabricación de equipo de transporte <sup>T</sup>
337	Fabricación de muebles, colchones y persianas <sup>T</sup>
339	Otras industrias manufactureras <sup>T</sup>

**Fuente:** SCIAN México 2013

La información de los Censos Económicos 2009 indican que el sector Manufacturero en México es el más importante en producción bruta total, al generar 44.3% del total nacional, concentrando el 11.7% de las unidades económicas y 23.2% del personal ocupado (ver figura 1.5).



Nota: Los totales nacionales excluyen actividades agropecuarias, gobierno, asociaciones religiosas y organizaciones extraterritoriales.  
 \* El personal ocupado total incluye al personal dependiente de la razón social y al personal no dependiente de la misma.

**Figura 1.5.** Importancia de las Industrias manufactureras en la economía.  
**Fuente:** INEGI. Censos económicos 2009.

De la figura 1.5, se puede concluir que el sector manufacturero es el de menor índice de ocupación de personas, y de unidades económicas (establecimientos) de los tres principales sectores (manufactura, comercio y servicios), aun así, es el que genera el mayor ingreso (producción bruta total), casi la mitad del ingreso nacional 44.3%. Por lo cual el estudio de este sector es de suma importancia para México, el cual se aborda para este trabajo.

### Formas de manufactura

La manufactura es el proceso de convertir la materia prima en productos terminados. De forma breve sus actividades Incluyen el diseño del producto, la selección de la materia prima y la secuencia de procesos a través de los cuales será manufacturado el producto. En un contexto moderno, la manufactura involucra la fabricación de productos a partir de materias primas mediante varios procesos, maquinarias y operaciones a través de un plan bien organizado para cada actividad requerida. La manufactura es claramente una actividad compleja.

En la manufactura el proceso de diseño requiere de la comprensión clara de las funciones y del rendimiento esperado del producto, el cual puede ser nuevo o una versión revisada de un producto ya existente.

Los Procesos de Diseño y Desarrollo de Productos (PDDP) comprenden una serie de actividades que comienza con la gestación de una idea innovadora y continúan con el desarrollo del concepto en sí mismos. Algunas empresas disponen de un proceso formalmente definido, mientras que en otras organizaciones el mismo es de carácter informal y por ello no lo conocen o no lo pueden identificar y/o definir.

En general se consideran dos alternativas de los PDDP, el primero son los tradicionales que siguen un modelo secuencial donde cada actor trabaja de manera independiente y aislada, e interviniendo de manera cronológica en los procesos, siguiendo así una organización por función donde la toma de decisiones es fundamentalmente jerárquica.

En el proceso secuencial, cada fase del proceso de diseño se desarrolla consecutivamente, de forma que cada etapa de la secuencia no se inicia hasta que concluye la anterior. Si durante el proceso se detecta algún error se retrocede hasta la etapa correspondiente.

Este proceso es relativamente lento en términos de tiempo de desarrollo, pero requiere poco esfuerzo de gestión. Este enfoque suele conducir al que algunos autores llaman *síndrome del muro* (“lo que yo diseñe, tu deberás fabricarlo, y él ya se encargara de venderlo”), en el que la cooperación interdepartamental es mínima.

En una empresa organizada rígidamente según áreas funcionales (departamentos), que actúan como si fueran compartimentos, el desarrollo de productos presenta los siguientes problemas:

- El intercambio de información es insuficiente, ya que cada departamento puede llegar a “considerar” que es propietario de la información que genera.
- El producto diseñado secuencialmente suele definirse de forma incompleta, lo que provoca multitud de cambios y correcciones en fases posteriores del proceso.
- El costo del producto se incrementa debido a que no se consideran los procedimientos operativos y recursos disponibles para su fabricación.
- Las modificaciones finales son frecuentes y muy costosas, al no haber sido previstas, requieren cambios de máquina y de herramienta, a la vez que provocan tiempos muertos y retrasos en los plazos de entrega.



El segundo tipo de PDDP es, concurrente, esto es, implica la realización de actividades en forma paralela, este proceso da origen a la Ingeniería Concurrente (IC).

## 1.2 Ingeniería Concurrente (IC)

La IC es la consideración de los factores asociados con el ciclo de vida del producto durante la fase de diseño. Estos factores incluyen la funcionalidad del producto, fabricación, montaje, pruebas, mantenimiento, confiabilidad, costo y calidad. IC es importante porque es en la etapa de diseño que se especifican aspectos tales como la calidad del producto y el costo. La esencia de la IC no es sólo la concurrencia de las actividades, sino también el esfuerzo cooperativo de todos los equipos involucrados.

De acuerdo con Capuzo (1999), las bases de la IC fueron establecidas a principios de la década de los 80. Sin embargo, el término “ingeniería concurrente” no se populariza hasta el año 1988, en el que el Instituto para el Análisis de la Defensa de los Estados Unidos (IDA), donde se utiliza para describir:

*“un método sistemático de diseño integrado y simultáneo del producto y de los subsiguientes procesos de fabricación y mantenimiento, con el objeto de que los diseñadores tomen en consideración, desde el primer momento, todos los factores que afectarán al producto a lo largo de su ciclo de vida (desde su concepción hasta su retirada), incluyendo calidad, costos, plazos y requerimientos de usuario”.*

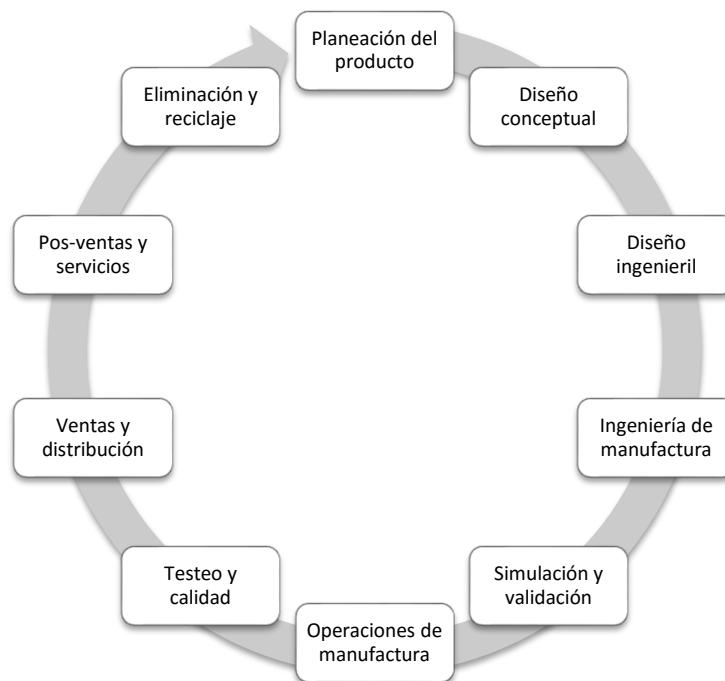
Otra definición propuesta por Capuzo (1999), para el concepto de Ingeniería Concurrente es:

*“un sistema de trabajo donde las diferentes actividades de ingeniería en los procesos de desarrollo de producto y del proceso de producción se integran y se realizan en paralelo, siempre que sea posible, en vez de secuencial”.*

La IC es un método sistemático que integra el diseño y la manufactura de los productos, manteniendo a la vista la optimización de todos los elementos involucrados en el ciclo de vida del producto. El ciclo de vida implica que todos los aspectos de un producto, como diseño, desarrollo, producción, distribución, uso, eliminación y reciclado se consideran de una manera simultánea. Las metas básicas de la IC son reducir los cambios en diseño, ingeniería de proyecto y reducir el tiempo de los costos involucrados en tomar el producto de su concepto de diseño a su producción e introducción en el mercado.

La IC ha recibido otros nombres, tales como Ingeniería Simultánea, Ingeniería Colaborativa, Ingeniería para el Ciclo de Vida, Ingeniería Integrada o Desarrollo Integrado de Producto, en función del ámbito en que se utilice el término. Los términos “concurrente” y “simultánea” destacan el paralelismo de las actividades de diseño del producto y de diseño del proceso. En cambio la denominación de Ingeniería para el Ciclo de Vida, utilizada para destacar la influencia que tienen sobre el diseño otros factores diferentes al proceso de fabricación (fiabilidad, seguridad, economía de uso y de mantenimiento, reducción del impacto ambiental, etc.). La expresión Ingeniería Colaborativa resalta los aspectos de trabajo en equipo, comunicación multidisciplinar y colaboración multidepartamental. Cuando se pretende evidenciar la importancia que las herramientas informáticas de apoyo tienen para coordinar los equipos y las actividades simultáneas, suele utilizarse el nombre de Ingeniería Integrada. Por último, el término Desarrollo Integrado de Producto, suministra un método estructurado para el diseño integrado de producto, proceso de fabricación, marketing, y en general, el resto de áreas funcionales de la empresa.

La IC propone un método sistemático para el diseño paralelo e integrado de productos y los procesos relacionados, incluyendo manufactura y servicios de apoyo, con la intención de que los desarrolladores consideren, desde el inicio del proyecto, todos los elementos del ciclo de vida del producto (figura 1.6), desde su concepción hasta su eliminación o reciclaje.

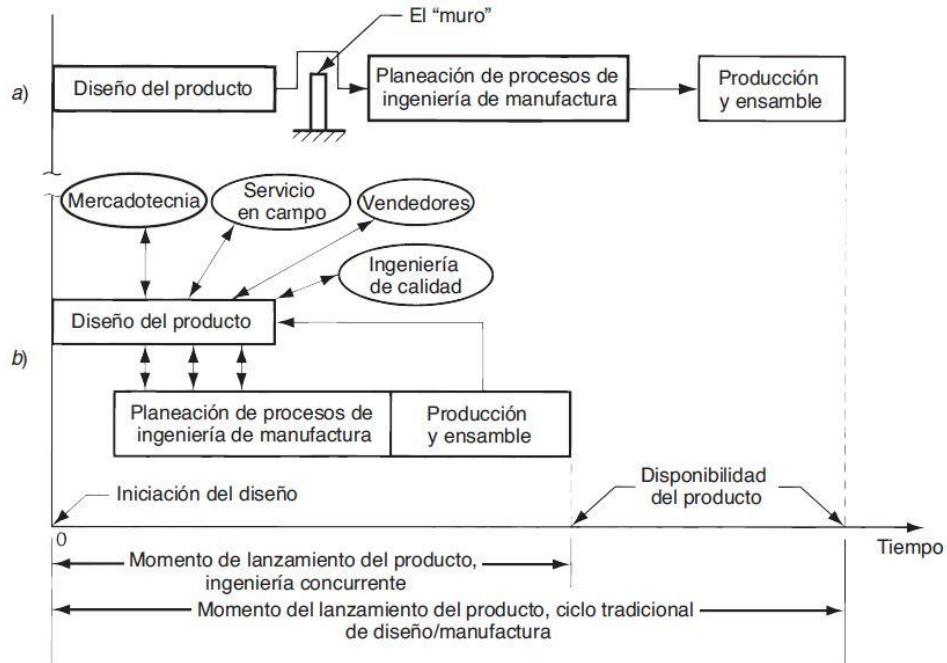


**Figura 1.6.** Ciclo de vida del producto  
**Fuente:** Modificado de Tecnoparquecolombia

La IC se refiere a un método para el diseño de productos en el cual las empresas intentan reducir el tiempo que se requiere para llevar un nuevo producto al mercado, integrando ingeniería de diseño, ingeniería de manufactura y otras funciones en la compañía. El enfoque tradicional para lanzar un nuevo producto tiende a separar las dos funciones. El área de diseño de productos desarrolla el nuevo producto, en ocasiones sin considerar la capacidad de manufactura que posee la organización. Hay poca interacción entre los ingenieros de diseño y los ingenieros de manufactura que podrían brindar consejos sobre estas capacidades y como podría alterarse el diseño de productos para integrarla. Es como si existiera un muro entre las dos funciones; cuando la ingeniería de diseño completa su trabajo, lanza los dibujos y especificaciones sobre el muro para que puedan comenzar la planeación del proceso.

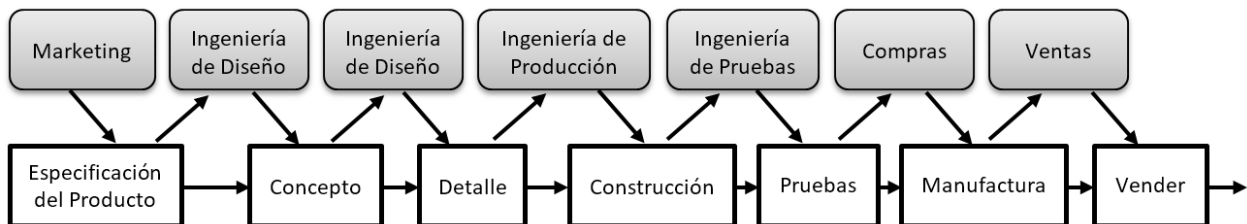
En una compañía que practica la IC, la planeación de manufactura empieza cuando el diseño de producto se está desarrollando. La ingeniería de manufactura se involucra muy pronto en el ciclo de desarrollo del producto. Además, también implica otras funciones, tales como el servicio en campo, la ingeniería de calidad, los departamentos de manufactura, los vendedores que promocionan los componentes importantes y en algunos casos los clientes que usaran el producto. Todas estas funciones contribuyen a un diseño de producto que no sólo funcione bien, sino que también sea fácil de fabricar, de ensamblar, de revisar, de probar, de recibir servicio, de recibir mantenimiento, libre de defectos y seguro. Todos los puntos de vista se han combinado desde las etapas iniciales para diseñar un producto de alta calidad que produzca la satisfacción de los clientes; en lugar de ser el procedimiento en el que se revise el diseño al final y que surjan cambios después de ser demasiado tarde para integrarlos en forma conveniente. De acuerdo con Groover (2007), la IC evita que el producto diseñado se revise sólo al final y que surjan cambios tardíos, es decir, el PDDP se reduce sustancialmente.

La Figura 1.7 intenta mostrar las diferencias temporales y funcionales entre la manufactura secuencial y la concurrente. La mayor diferencia recae en el horizonte temporal en que un producto sale al mercado después del proceso de manufactura, este horizonte temporal se reduce en la manufactura concurrente al incorporar desde el diseño información sobre la producción y post producción.



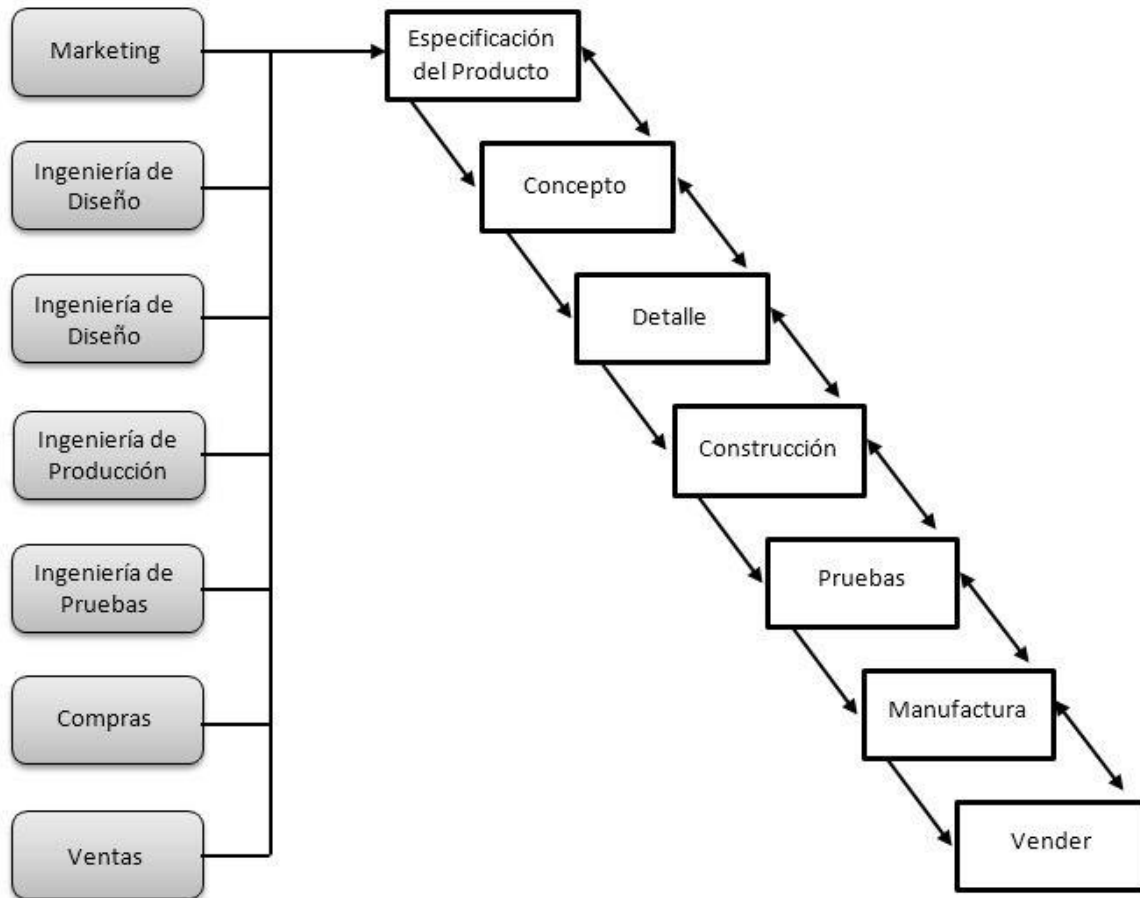
**Figura 1.7.** Comparación entre (a) PDDP secuencial y (b) PDDP concurrente de la IC.  
**Fuente:** Groover, 2007.

Una forma detallada del PDDP secuencial, es la que se muestra en la Figura 1.8, la cual presenta por lo menos tres actividades asociadas con el diseño y otras más con el desarrollo del producto, antes de llegar a la manufactura. Esto hace pensar en la posibilidad de que se presenten los problemas mencionados anteriormente. Particularmente problemas de intercambio de información y de cambios y correcciones.



**Figura 1.8.** Proceso secuencial de diseño y desarrollo de un producto.  
**Fuente:** Pullan et al., 2010.

Una forma detallada del PDDP concurrente, como la que se presenta en la Figura 1.9, muestra un proceso secuencial hacia abajo y un proceso concurrente hacia arriba, este último, potencia la reducción de problemas asociados con la información y de cambios y correcciones que provocan costos no previstos. El PDDP concurrente enfatiza en la realización de actividades de diseño y de proceso en paralelo, posibles por la colaboración basada en el intercambio de información en los equipos de trabajo asociados con las mismas actividades.



**Figura 1.9.** Desarrollo concurrente de nuevos productos  
**Fuente:** Pullan et al., 2010.

### 1.3 Aplicación de la Ingeniería Concurrente

A continuación se resumen algunos casos reportados acerca de la aplicación de la IC en distintas organizaciones.

***Caso 1. Aplicación de las técnicas y tecnologías asociadas con la IC en el sector manufacturero (Luna-Amaya, 2000).***

El objetivo de este caso fue determinar las tendencias o señalar las posibles relaciones que pudieran existir entre las variables del proyecto, por medio de la aplicación de un cuestionario, en donde la muestra consistió de 35 empresas en su mayoría del subsector metalmecánico (40%) y alimentos (20%) con las siguientes características:

- Abarcar la mayor parte de las actividades del sector manufacturero.

- Empresas con reconocimiento operacional.
- Empresas importantes en la innovación de sus productos.
- Empresas con mayor perfil tecnológico.

La investigación mostró que el 68% de las empresas en cuestión no conoce la IC. Aun así aplican algunas de las técnicas y/o herramientas de la misma, específicamente en el departamento o área de manufactura, destacando las tecnologías blandas las cuales fueron las más conocidas por las empresas estudiadas. La falta de conocimiento acerca de las tecnologías duras se explica por la ausencia de medios eficaces y suficientes para su difusión, así como insuficientes relaciones entre las universidades y empresas.

La importancia que las empresas atribuyen a las técnicas tiene relación con el nivel de conocimiento, ya que las más conocidas se evaluaron como las más importantes, entre ellas, el Control Total de Calidad, Control Estadístico de Procesos y el Trabajo en Equipo y las consideradas como menos relevantes fueron las Técnicas Taguchi, Simulación y el Intercambio Electrónico de Datos.

Las tecnologías más empleadas por las empresas son el Control Total de Calidad, Trabajo en Equipo y el Outsourcing, las cuales son consideradas blandas.

Para este caso se concluyó que los costos son la principal barrera por la cual argumentan las empresas la poca utilización de las técnicas, especialmente las duras.

### ***Caso 2. Aplicación de la IC en la industria manufacturera (Pullan et al., 2010).***

En este caso se aplicó la IC a una empresa de fabricación de máquinas herramientas, en donde se mostró que de 60 proyectos ejecutados por año, 40 presentaron problemas serios, en donde el proceso de diseño convencional que seguía la compañía tomaba demasiado tiempo y que el incumplimiento en tiempo era el principal problema, ocasionando sobrecostos y problemas de calidad. Utilizando la IC (específicamente Diseño para la fabricación (DFM por sus siglas en inglés), Despliegue de la función de calidad (QFD por sus siglas en inglés y Planeación del proceso asistido por computadora (CAPP por sus siglas en inglés) en un periodo de 2 años, para reducir el proceso de diseño, se redujo a 15 proyectos problemáticos y la empresa incremento en un 8.41% su volumen de ventas.

### ***Caso 3. La IC en la industria petrolera mexicana (Arellano, 2009)***

Se diseñó un cuestionario que sirvió como instrumento de medición; basado en los principios teóricos del Modelo EFQM de Excelencia, para obtener un diagnóstico que permite determinar el proceso de soporte-gestión de proyectos de inversión de la cadena de valor de Pemex, aplicando la metodología de las tres “T”, relacionando las herramientas (Tools), el entrenamiento (Training) y el factor tiempo (Time), con el objetivo de evaluar las ventajas competitivas entorno a la ingeniería concurrente.

Los cuestionarios fueron contestados por directivos, mandos medios y personal técnico de la Dirección Corporativa de Ingeniería y Desarrollo de Proyectos (DCIDP), de Pemex Corporativo.

Los cuestionarios ayudaron a determinar los principales factores, que ayudan a determinar la factibilidad que se tiene para el proceso de soporte de Pemex, (gestión de proyectos de inversión), para lograr los resultados de competitividad que ofrece el trabajo en un ambiente concurrente, estos factores son:

- La sensibilidad al cambio.
- Manejo del tiempo.
- Las filosofías de trabajo.
- Normas aplicables a la organización.
- Planeación estratégica.

Los factores antes mencionados se determinan por medio del diagnóstico en el comportamiento de los patrones preponderantes que describen la gestión de los proyectos de inversión, proceso complementario de la cadena de valor de Pemex.

Los patrones de diagnóstico, son los siguientes:

- Rol del administrador.
- Cultura corporativa.
- Equipos funcionales transversales.
- Codiseño.
- Infraestructura y comunicación.
- Técnicas y herramientas.

Entre los resultados de la muestra, en el proceso de soporte de la cadena de valor de Pemex (gestión de proyectos de inversión), permitieron observar que uno de los dominios con menor desarrollo es el factor humano, este dominio incluye reactivos en liderazgo, equipos funcionales y cultura corporativa. Así como también se determinó que difiere mucho de trabajar en un ambiente de la IC.

A partir de los casos se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Las empresas desconocen en su amplitud la IC, aun así aplican algunas de sus técnicas o herramientas en los procesos que llevan a cabo.
- Los costos de implantación de IC son la principal barrera por la cual argumentan las empresas la poca utilización de las técnicas, especialmente las duras.
- Al utilizar algunas técnicas y herramientas de la IC en empresas manufactureras se redujo el proceso de diseño, así como también los problemas presentados en los mismos.
- Las organizaciones en general invierten pocos recursos en el desarrollo organizacional y que en ocasiones las mediciones y metodologías utilizadas no son las apropiadas.
- De acuerdo al tipo de empresas a las cuales se les aplico la IC, las cuales son de un perfil tecnológico importante, así como de una estructura organizacional, esto acorde a que estas empresas son de gran tamaño, lo anterior nos hace pensar que para que se pueda llevar a cabo la implantación de la IC se necesita de ciertas características que las empresas deben de tener como son: una estructura organizacional, innovación en sus productos, cierto nivel de conocimiento en los procesos que llevan a cabo, procesos de diseño, etc.

## 1.4 Problemática de Implantación de Ingeniería Concurrente

Según Pullan et al. (2010), la principal barrera para la implantación de la IC es la falta de herramientas y técnicas disponibles para ayudar en la aplicación de este método de trabajo. Otros desafíos que afectan el aplazamiento de la implantación señalados por Prats (2003), son: el poco conocimiento acerca de los beneficios y costos asociados, limitación tecnológicas, dificultades para estimar las ganancias y la escasa comunicación entre los departamentos de la organización.

Otros problemas que se consideran son los mencionados por Bhuiyan et al., (2006):



- Falta de unidad de negocio y apoyo de la dirección,
- Requisitos difíciles de establecer en la etapa de concepto,
- Falta de control de los recursos del proyecto,
- Falta de interacción entre los grupos de hardware y software,
- Falta de implicación de marketing al inicio del proyecto y
- No se comprende bien el concepto de Ingeniería Concurrente

En general los problemas mencionados anteriormente son algunos de los que se han registrado en la literatura, ya que en ésta se habla más acerca de los beneficios y áreas de implantación, sin indagar en los problemas que debe ocasionar la implantación de IC en la industria, aunque sean mínimos, eso datos son omitidos por la mayoría de los autores, por lo cual se puede concluir que para las grandes y estructuradas organizaciones manufactureras pareciera que no se les debería de presentar inconvenientes si decidieran implantar este método de trabajo, ya que cumplen con las características que demanda esta propuesta, como son: estructura organizacional, equipos multidisciplinarios, herramientas y tecnologías, cruce de información entre los diferentes departamentos, etc.

De acuerdo con Baudin (2011), la aplicación y desarrollo de la IC como método de trabajo responde principalmente a problemas relacionados con el diseño y desarrollo de productos complejos, que por lo regular se manifiestan en las grandes organizaciones, además menciona que si se desea implantar en las PYMES la IC deben de estar sujetas a las capacidades y compromisos en términos de recursos financieros, humanos y técnicos de cada PYME.

A nivel operativo, la IC se basa en la mejora por medio de la formación de equipos multidisciplinarios, del intercambio de información y conocimiento, de la aplicación de tecnologías y herramientas, además de ser orientada a la satisfacción del cliente.

La aplicación del método de la IC según Ríos et al. (1999), se basa en cinco acciones fundamentales:

- Trabajo en equipos multidisciplinarios con participación de proveedores.
- Especificación de detalle del producto, desde el punto de vista de ingeniería, a partir de los términos definidos por el cliente.
- Especificación de los parámetros que permiten asegurar la optimización de la calidad del producto.
- Optimización del diseño del producto, teniendo presente todos los aspectos que afectan a su ciclo de vida: funcionalidad, fabricación, montaje, mantenimiento y servicio, reciclaje, retirada, etc.

- Desarrollo simultáneo del producto, equipo de fabricación y procesos, control de calidad y marketing.

De las acciones antes mencionadas se puede afirmar que el intercambio e integración de información, así como la interdisciplinariedad son factores clave para el fomento de un enfoque concurrente.

Recapitulando lo anterior, esto hace pensar que para el caso de las PYMES, el enfoque es distinto ya que en su mayoría las organizaciones presenta un nivel inadecuado de organización y/o estructura, en el cual la IC como método con su arsenal de técnicas y tecnologías no se adapta a las realidades de las PYMES, por lo cual no a todas se les podría implantar IC, se necesita enfocarse a las que en sus etapas iniciales de sus respectivos proceso tengan un departamento de diseño o rediseño constante, debido a que el principal objetivo de IC es el proceso en paralelo del diseño con la elaboración o manufactura del producto.

Considerado todo lo anterior, es posible formular una problemática de la implantación de la IC cuya principal dimensión es la gestión. La implantación de la IC en empresas con sistemas de operación y gestión secuenciales requiere modificarlos, principalmente, impulsando la colaboración entre funciones de la empresa y equipos de trabajo. En este cambio se presenta el llamado síndrome del muro, ya mencionado, al que hay que responder con mecanismos de gestión y herramientas adecuadas.

Para el caso de las PYMES, existe la percepción de que son mayores los problemas de implantación de propuestas de mejora dada su problemática asociada a su estructura, procesos y actores (Sánchez-Lara, 2011). En este sentido, Starbek y Grum (2002) señalan que en empresas grandes la posibilidad de formar equipos multidisciplinarios para el desarrollo del producto (PDT por sus siglas en inglés) y la comunicación de estos equipos a través de sistemas de información centralizados (CIS, por sus siglas en inglés), basados en tecnologías de internet, hace factible la implantación de la IC, lo que no pasa en las pequeñas empresas.

Recapitulando, la dimensión relevante de la problemática de la implantación de la IC es la gestión de funciones de la empresa y equipos de trabajo, y esta problemática podría agudizar en pequeñas empresas si se considera los pocos mecanismos de gestión y herramientas con los que generalmente cuentan.

La percepción de que en las PYMES podrían ser mayores los problemas de implantación de la IC, se sustenta en que estas organizaciones generalmente presentan niveles organizacionales, tecnológicos y de información inadecuados para que algunas de las herramientas usadas por la

IC se implanten. Sin embargo, las PYMES requieren mejoras productivas y competitivas sustanciales que pudieran obtenerse a partir de la IC y de sus herramientas aunque habría que identificar tanto las etapas o procesos donde implantarlas como las condiciones para ello.

Teniendo en cuenta lo que se ha revisado en este trabajo y debido a la importancia que tienen las pymes manufactureras, se llega al planteamiento del siguiente problema:

Dados los requerimientos de la Ingeniería Concurrente, es necesario diagnosticar las condiciones operativas, organizacionales y de información en las empresas en general para potenciar su implantación efectiva, en específico de las PYMES y particularmente el caso de las manufactureras mexicanas.

Por lo anterior se plantean los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

- Elaborar un diagnóstico que permita identificar las condiciones operativas, organizacionales y de información de empresas PYMES manufactureras para proponer alternativas de implantación de la Ingeniería Concurrente.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar a las PYMES manufactureras en términos de sus condiciones de operación, organización e información.
- Identificar las herramientas y técnicas de la Ingeniería Concurrente que de acuerdo a las características de las PYMES mexicanas manufactureras, en términos de sus condiciones de operación, organización e información, pueden implantarse en estas empresas.
- Determinar los problemas tipo que se tienen en las PYMES manufactureras, así como en el área del proceso de manufactura que se presentan.
- De acuerdo al tipo de problemas presentes en las PYMES, establecer las condiciones necesarias para llevar a cabo la implantación de la IC.
- Determinar la(s) estrategia(s) de implantación de las herramientas de la IC en las PYMES manufactureras.

# Capítulo 2

## Herramientas de la Ingeniería Concurrente

Como se mencionó en el capítulo 1, la Ingeniería Concurrente (IC) es un método de trabajo que busca integrar el diseño y la manufactura de los productos de una manera simultánea, considerando todos los elementos involucrados en el ciclo de vida del producto, como: diseño, desarrollo, producción, distribución, uso, eliminación y reciclado. El objetivo principal de la IC es reducir los cambios en el diseño, a través de la incorporación temprana de los distintos departamentos implicados (diseño, desarrollo, producción, marketing, compras, etc.) para reducir el tiempo y costos involucrados desde el diseño hasta la integración en el mercado.

En la actualidad el tiempo que se destina para el desarrollo de los nuevos productos es cada vez más corto, debido a la presión que se ejerce por medio de la competencia, en la cual las PYMES son las empresas con mayor vulnerabilidad respecto a estos cambios, es por lo anterior que surge la necesidad de actuar para que este tipo de empresas se incorporen al mercado de una manera eficiente, una propuesta para lograrlo es por medio de la IC, método de trabajo que han estado empleando grandes organizaciones a nivel mundial (Toyota, Nissan, etc.) y en el caso de México (Instituto Mexicano del Petróleo, Vitro, Pond's, Famma, etc.). Según Pullan (2010), la principal barrera para incorporar la IC a las PYMES es la falta de herramientas y técnicas disponibles, para este trabajo no se considera que haya una falta de técnicas y herramientas, más bien se carece de una selección adecuada de las mismas para cada problema que se puede tener en las diferentes PYMES manufactureras, es por esto que el principal objetivo de este capítulo es llevar a cabo la identificación de las herramientas y técnicas de la IC que pueden ser incorporadas a este tipo de empresas, conforme a las características de las mismas (operativas, organizacionales y de información).

### 2.1 Herramientas de la Ingeniería Concurrente

La IC es un método de trabajo que mejora la productividad de las empresas, utiliza programas de mejora productiva, mejora de la calidad, programas de diseño y manufactura, tecnologías de

información y comunicación, etc. A partir de Luna-Amaya (2000), menciona que para llevar a cabo la implantación de la IC, se tiene que hacer uso de tecnologías blandas que hagan posible una práctica de gestión eficaz en la organización, especialmente en procesos y procedimientos ya que la IC requiere una interdependencia de aspectos infraestructurales y tecnológicos, así como también del uso de tecnologías duras que simplifiquen el manejo de información, procesos de diseño y fabricación en la obtención de productos y servicios.

De acuerdo con Ckeckland (1995), la distinción entre sistemas duros y sistemas blandos recae en que los primeros se identifican como aquellos en que interactúan hombres y maquinas, a los cuales se les da mayor importancia a la parte tecnológica en contraste con la parte social. Los sistemas blandos se caracterizan porque a lo contrario de los sistemas duros, a estos se les da mayor importancia a la parte social. En los sistemas blandos se pueden tomar decisiones que pueden afectar a un grupo de personas, además se tiene que considerar no solo las opiniones de las demás personas sino que también lo económico y criterios técnicos.

Lo anterior abre la posibilidad de clasificar a las herramientas de la IC en blandas y duras. Las primeras de ellas corresponden a las que se tiene mayor importancia la interacción de las personas (conformado por actividades humanas), y no a lo tecnológico, a este tipo, se les nombra herramientas blandas. Y las segundas son en las que interactúan hombre - máquina, o en otras palabras, a las que son aplicadas a lo tecnológico y a operaciones técnicas, a estas se les nombra herramientas duras.

A continuación se presentan algunas de las herramientas que de acuerdo a Luna-Amaya (2000), Baudin (2011), Ranky (1994), Ahuett (2006), forman parte de la IC.

### 2.1.1 Herramientas Blandas

**Brainstorming.** Sirve para la búsqueda de soluciones (o causas) a un problema dado. Su principal particularidad es la prohibición de efectuar críticas a las ideas expuestas por los miembros del grupo de trabajo a fin de evitar la inhibición de cualquiera de ellos. Dichas ideas son después agrupadas por categorías y priorizadas por votación en orden a generar un plan de acción.

**Diagramas Causa Efecto.** Consiste en la representación gráfica, ordenada y lógica, de la cadena de causas que conducen a un determinado efecto. Puede aplicarse como caso intermedio en la aplicación de otras técnicas como el Análisis de modos de fallos y sus efectos (AMFE), o directamente para buscar la solución a un determinado problema.

**Despliegue de la Función de Calidad (QFD).** Incorpora los deseos de los clientes en las especificaciones de diseño de un producto. Esta técnica asegura que el producto satisfaga las necesidades del cliente en la fase de concepto y en la producción.

**Análisis de Valor (AV).** Su finalidad es la identificación eficiente de los costos innecesarios, como aquellos que no aportan calidad, aplicación, duración, presentación o atractivo para el cliente. Esta técnica mejora el diseño del producto y disminuye los costos, ya que provee un método de comunicación dentro de un equipo de trabajo multidisciplinario de desarrollo del producto y busca siempre el consenso en equipo.

**Análisis de modos de fallo y sus efectos (AMFE).** Asegura que todos los modelos de fallo que puede presentar un producto o un proceso han sido analizados y prevenidos. Para ello se asocia cada modo de fallo con sus causas y los efectos que proponen. A partir de dicho análisis se establece prioridades así como plan de actuación encaminado a eliminar o minimizar las causas más importantes de los fallos.

**Diseños de experimentos (DOE).** Están encaminadas a la planeación estadística de los ensayos a fin de examinar la información extraída, minimizando el número de los mismos. El diseño de experimentos se complementa con el análisis de las superficies de respuesta y las técnicas de optimización. De entre las técnicas de optimización destacan los métodos de diseño robusto de Taguchi cuyo objetivo es minimizar la sensibilidad del comportamiento del producto a las variaciones en los parámetros de entrada.

**Mejoramiento Continuo (Kaizen).** Mejoramiento continuo o progresivo en el cual se encuentra involucrada toda la empresa, incluyendo tanto las directivas, la alta administración como a los trabajadores. Supone que la organización, los procesos, los productos, la vida de trabajo, siempre pueden estar en un continuo mejoramiento. Los equipos multidisciplinarios son la clave para lograr resultados.

**Control Total de Calidad (CTC).** Busca eliminar las causas de los defectos en la producción. Con su aplicación se busca el desarrollo, diseño, manufactura, y mantener un producto de calidad, económico, útil y siempre satisfactorio para el cliente.

**Técnicas Taguchi.** Consiste en que el diseño debe hacerse robusto, apto para fabricarse con buena calidad a pesar de las variables inevitables en el proceso de fabricación.

**Control Estadístico de Procesos (CEP).** Identifica las condiciones anormales de los procesos, para mantenerlos en condiciones estables. Entre sus principales herramientas de apoyo se

encuentran los diagramas de Pareto, los diagramas Causa-Efecto, histogramas, diagramas de dispersión, graficas de control y análisis de varianza.

**Justo a Tiempo (JIT).** Conjunto de actividades integradas, diseñadas para obtener un alto volumen de producción utilizando inventarios mínimos de componentes que llegan al centro de trabajo. Es un proceso para lograr mejoras continuas a través de la eliminación sistemática del desperdicio y de la variabilidad. JIT abarca no solo las técnicas de control de producción, como los sistemas Kanban, sino también los programas de control de calidad total, la capacitación de los empleados y las iniciativas involucradas en el diseño y la instalación de las líneas, entre otras.

**Benchmarking.** Evalua los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidas como representativas de las mejores prácticas con el propósito de realizar mejoras organizacionales.

**Outsourcing.** Contratación externa de recursos anexos, que busca que las organizaciones tengan ventajas y beneficios en costos, calidad y servicios. Se logra seguridad y confianza al contratar un proveedor integral que ayudara a mantener el inventario y reducir los costos generados por las compras.

**Trabajo en Equipo.** Interacción de los elementos componentes del equipo para el logro de objetivos comunes. Estos están compuestos por personas pertenecientes a la empresa, o instituciones, proveedores y/o clientes.

**Reingeniería de procesos.** Consiste en el replanteamiento fundamental y rediseño radical de los procesos de negocio con el fin de conseguir mejoras espectaculares en las medidas actuales más relevantes sobre los resultados, tales como: costos, calidad, servicio y rapidez de respuesta.

Sus principios básicos son:

- Organización entorno a resultados, y no en tareas.
- El proceso deberá llevarlo a cabo quienes vayan a hacer uso de sus resultados.
- Mezclar el trabajo de procesamiento de información con el de la producción real de la información.
- Tratar los recursos que estén dispersos geográficamente como si estuvieran centralizados.
- Relacionar las actividades paralelas en lugar de integrar sus resultados.
- Tomar las decisiones en el lugar donde se está desarrollando el trabajo y establecer un control sobre el proceso.

- Capturar la información solo una vez y en la fuente.

**Gestión del cambio.** Proceso a través del cual las personas y la cultura de una organización se alinean con los cambios de sistemas, de estrategia de negocio y de la estructura organizacional. Entienden y se comprometen a los cambios independientemente de cual sea el método de aplicación para conseguir el cambio deseado y permite la mejora continua en los resultados con el objeto de sostener el cambio.

**Círculos de calidad.** Es un grupo de personas de la fuerza de trabajo, por lo general dentro de un departamento, que se reúnen cada determinado tiempo en forma voluntaria para estudiar los problemas de calidad que ocurren dentro de su departamento.

**Seis Sigma.** Su objetivo es ofrecer un mejor producto o servicio, más rápido y al costo más bajo, centrandolo su foco en la eliminación de defectos y la satisfacción del cliente, tanto interno como externo.

Puede aplicarse a todas las actividades que conforman la cadena de valor interna, en las que se consideran defecto todo aquello que provoca insatisfacción del cliente.

Esta metodología se define en dos niveles: operacional y gerencial. En el primero de ellos se utilizan herramientas estadísticas para elaborar la medición de variables de los procesos industriales con el fin de detectar los defectos; en el segundo se analizan los procesos utilizados por los empleados para aumentar la calidad de los productos, procesos y servicios.

La metodología seis sigma consta de seis pasos:

1. Definir el problema o defecto
2. Medir y recopilar datos
3. Analizar datos
4. Mejorar
5. Controlar
6. Resultados

**Normas ISO.** Son programas estándares para el mejoramiento de la calidad de las organizaciones orientadas hacia la estandarización de sistemas de calidad. El principal objetivo de estas normas es proporcionar elementos para que una organización pueda lograr la calidad del producto o servicio, de manera que las necesidades del cliente sean satisfechas



permanentemente, permitiendo a la empresa reducir costos de calidad, aumentar la productividad y destacarse o sobresalir frente a la competencia.

**Las 5'S.** Se aplica en el ámbito de las empresas para elevar la calidad de vida en el trabajo, la estrategia que utiliza es crear un entorno de trabajo ordenado, limpio y seguro, en la que se facilita la realización de las tareas cotidianas, generando productos y servicios de calidad a bajos costos. Requiere que los trabajadores se concentren en la realización de tareas que generan valor, y eliminando las que no lo agregan, como buscar las cosas que no están en su sitio, repetir un trabajo, hacer lo que no se tiene que hacer, etc. (Guevara, 2009).

Las 5'S son:

- Seiri: clasificar, organizar, arreglar apropiadamente
- Seiton: ordenar
- Seiso: limpieza
- Seiketsu: limpieza estandarizada
- Shitsuke: disciplina

## 2.1.2 Herramientas Duras

**Diseño Asistido por Computadora (CAD).** El diseño asistido por computadora (CAD) es indispensable en un entorno de ingeniería concurrente, no solo por cuestiones de eficiencia operativa sino también para garantizar un intercambio ágil y sin errores así como una actualización constante de la información entre los diversos grupos de trabajo implicados en el proyecto (especialmente entre las ingenierías de producto y fabricación). Con una adecuada combinación de hardware y software pueden conseguirse drásticas reducciones en los plazos de ejecución, especialmente cuando se integra la información de diseño con la generación de programas de mecanizado (CAM).

**Manufactura Asistida por Computadora (CAM).** Rapidez en el proceso, sobre todo con los equipos de control numérico, mayor precisión y afectación positiva de la calidad de los productos.

**Ingeniería Asistida por Computadora (CAE).** La simulación reduce el riesgo en la toma de decisiones tempranas y amplía el campo de exploración de soluciones posibles facilitando los procesos de optimización.

**Ensayo (CAT).** En el entorno de la ingeniería concurrente existe un importante nivel de complementariedad entre los enfoques numérico y experimental que debe ser potenciado mediante una adecuada integración de ambos. Es indispensable validar los resultados con los modelos numéricos en función del propósito perseguido en la simulación, al tiempo que es necesario verificar que se ha obtenido un nivel de correlación suficiente entre simulación y ensayo, especialmente la primera vez que se aborde una determinada tipología de problema.

Al margen de su utilización en sinergia con la simulación, la experimentación forma parte de la presciencia cuando es capaz de predecir comportamientos futuros anticipando los resultados de otros ensayos más complejos o tardíos.

**Diseño para la Manufactura y Ensamble (DFMA).** Analiza y cuantifica los diseños propuestos desde el punto de vista de la manufactura y del ensamble. Manejo de datos sobre características de fabricación y parámetros de montaje, análisis no solo de componente individual sino del conjunto del sistema. Esta herramienta facilita la comunicación entre diseño y fabricación o cualquier otra disciplina que forme parte en la determinación del costo final de un producto.

**Análisis de Modo y Efectos de Falla (AMEF).** Evalúa los modos de falla y las causas asociadas con el diseño y procesos de manufactura de un nuevo producto.

**Intercambio Electrónico de Datos (EDI).** Intercambio entre sistemas de información, por medios electrónicos, de datos estructurados según normas de mensajes acordadas.

**Simulación.** Estimación sobre prototipos virtuales, comportamiento físico futuro de producto, facilitando la detección rápida de fallas y las modificaciones respectivas al mismo.

A partir de las herramientas blandas y duras antes mencionadas, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Las herramientas blandas se caracterizan principalmente por tener un carácter organizacional, ya que estas se enfocan en la interacción de las personas, ya sea en grupos de trabajo de un mismo departamento o de grupos interdisciplinarios, en donde tienen que colaborar desde la alta dirección hasta los operadores.
- Otra característica importante de las herramientas blandas, son los sistemas de información, ya que con la ausencia de información no podrían llevar a cabo un control de la organización y no se podría establecer un mejoramiento en las áreas en las cuales se involucren este tipo de herramientas.

- Existen herramientas blandas como por ejemplo Six Sigma que está enfocada a los procesos operacionales y organizacionales, pero esta herramienta está apoyada en herramientas estadísticas que necesariamente requieren de la mayor cantidad de información relevante de la organización.
- Para el caso de las herramientas duras, en su mayoría están enfocadas a la optimización del proceso operativo, como también al intercambio de sistemas de información, principalmente a las áreas de diseño y manufactura.

### 2.1.3 Clasificación de las herramientas de IC en relación a las condiciones operativas, organizacionales y de información.

Las herramientas que se señalaron anteriormente, se pueden separar de acuerdo a sus necesidades de implantación que se requieren en las PYMES, las cuales son: operativas, organizacionales y de información, y son presentadas en la Tabla 2.1.

Para la elaboración de la tabla se entiende como características a las condiciones operativas, organizacionales y de información que requieren las PYMES en general, estas características se describen a continuación.

Características Operacionales. Son aquellas que de acuerdo con Render (2009), para una empresa manufacturera consta de por lo menos las siguientes tipologías, y estas son:

- Instalaciones. Lugar donde se llevan a cabo la construcción y mantenimiento del producto.
- Producción y control de inventarios. En esta etapa se tiene la programación y control de materiales.
- Control y aseguramiento de la calidad.
- Administración de la cadena de suministro.
- Manufactura. Suministro de herramientas, fabricación y ensamble
- Diseño. Desarrollo y diseño de productos, especificaciones detalladas del producto.
- Ingeniería industrial. Uso eficiente de las maquinas, espacio y personal.
- Análisis del proceso. Desarrollo e instalación de herramientas y equipo de producción.

Características Organizacionales. La estructura organizacional u organizativa de una empresa es la forma en que se agrupan los recursos humanos y materiales en la misma, definiendo el papel de cada unidad para hacer más viable su administración y alcanzar sus objetivos.

De acuerdo con Bravo (2001), una estructura organizacional consta de tres componentes básicos, los cuales son: departamentalización, definición de atribuciones y definición del nivel de formalización.

La departamentalización es un proceso cuya finalidad es definir las unidades según las cuales serán agrupados los recursos humanos y materiales. Los elementos importantes en esta etapa son:

- Selección de los criterios de departamentalización (funcional, por productos, por proceso, por proyectos, matricial, etc.) adecuados a cada área de la empresa;
- Definición del grado de descentralización de las unidades de apoyo, y
- Definición de la amplitud del control para cada cargo y, como consecuencia, los niveles jerárquicos de la estructura.

El producto de la departamentalización se puede representar en un Organigrama.

La definición de atribuciones involucra la especificación de las actividades y decisiones de cada uno de los cargos que componen la estructura y también las formas básicas de comunicación entre las diversas unidades. El producto de esta etapa del delineamiento de la estructura es un manual de atribuciones y/o un organigrama lineal.

Definir el nivel de formalización es decidir el grado de materialización que deben tener los dos componentes anteriores: departamentalización y definición de atribuciones. Este aspecto es de mucha importancia para las actividades de Investigación y Desarrollo en la empresa.

La estructura organizacional debe estar en sintonía con un conjunto de factores denominados condicionantes de la estructura: naturaleza de la actividad / tecnología, objetivos y estrategia; condiciones externas; condiciones internas y factor humano.

Características de información. De acuerdo a Andreu (1991), los sistemas de información se definen como: *conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurados de acuerdo a las necesidades de la empresa, recopila, elabora y distribuye selectivamente la información necesaria para la operación de dicha empresa y para las actividades de dirección y control correspondientes, apoyando, al menos en parte, los procesos de toma de decisiones necesarios para desempeñar funciones de negocio de la empresa de acuerdo con su estrategia.* Los sistemas de información realizan cuatro actividades básicas: entradas, almacenamiento, procesamiento y salida de información.

**Tabla 2.1.** Características operativas, organizacionales y de información de las herramientas de IC.

Herramientas	Condiciones de implantación		
	Operativas	Organizacionales	Información
<b>Tecnologías Blandas</b>			
Brainstorming			
Diagramas Causa Efecto			✓
Despliegue de la Función de Calidad			✓
Análisis de Valor		✓	✓
Análisis de modos de fallo y sus efectos			✓
Diseños de experimentos			✓
Mejoramiento continuo (Kaizen)		✓	✓
Control Total de Calidad			✓
Técnicas Taguchi		✓	✓
Control Estadístico de Procesos			✓
Justo a Tiempo	✓	✓	✓
Benchmarking			✓
Outsourcing			✓
Trabajo en Equipo		✓	✓
Reingeniería de procesos		✓	✓
Gestión del cambio		✓	
Círculos de calidad		✓	
Seis Sigma	✓	✓	✓
Normas ISO	✓		✓
Las 5'S			
<b>Tecnologías Duras</b>			
Diseño Asistido por Computadora (CAD)	✓		✓
Manufactura Asistida por Computadora (CAM)	✓		✓
Ingeniería Asistida por Computadora (CAE)	✓		✓
Ensayo (CAT)	✓		✓
Diseño para la Manufactura y Ensamble (DFMA)	✓		✓
Análisis de Modo y Efectos de Falla (AMEF)			✓
Intercambio Electrónico de Datos			✓
Simulación	✓		✓

**Fuente.** Elaboración propia.

La finalidad de la tabla 2.1, es tener de una forma más clara la asociación que se tiene entre las diferentes herramientas y sus condiciones de implantación, cabe aclarar que en la tabla no se especifica el grado en que cada una de las herramientas necesita de cada característica, ya que es obvio que todas son importantes, pero algunas son más relevantes que otras.

## 2.2 Características de las empresas de acuerdo con sus procesos de creación de conocimiento

De acuerdo con Davison et al. (2006), existen dos formas en cómo se pueden clasificar las empresas: la primera se basa en criterios cuantitativos, y la segunda en criterios cualitativos.

La clasificación cuantitativa de las PYMES actuales, se basan en la identificación de sus características que pueden ser medidas objetivamente como: tamaño de la empresa en función del número de empleados y/o ventas anuales.

La clasificación cualitativa responde al interés por conocer las capacidades de desarrollo de las PYMES como son: giro empresarial, las formas de planeación, tipo de liderazgo del empresario y las formas de control.

Las características cuantitativas permiten conocer solo una parte de las empresas mientras que las cualitativas son las que pueden explicar mejor sus capacidades de desarrollo.

En la Tabla 2.2, se muestra una clasificación de las empresas por número de empleados, monto en ventas y giro.

**Tabla 2.2.** Estratificación de las PyMEs.

Sector	Estratificación								
	Micro			Pequeña			Mediana		
	Personal	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado*	Personal	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado*	Personal	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado*
Industria	De 0 a 10	Hasta \$4	4.6	De 11 a 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95	De 51 a 250	Desde \$100.1 hasta \$250	250
Comercio	De 0 a 10	Hasta \$4	4.6	De 11 a 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93	De 31 a 100	Desde \$100.1 hasta \$250	235
Servicios	De 0 a 10	Hasta \$4	4.6	De 11 a 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95	De 51 a 100	Desde \$100.1 hasta \$250	235

**Fuente:** INEGI. Censos Económicos 2009.

Bohn (1994), identificó ocho etapas con base en el nivel de conocimiento tecnológico disponible para producir bienes o servicios. En la primera etapa las empresas tienen conocimientos rudimentarios relacionados con la producción de bienes y/o servicios; por el contrario, las empresas en la octava fase consiguen un conocimiento completo y dominio de los procesos productivos. Las empresas se mueven hacia arriba de una etapa a otra, sobre la base de su tecnología, el aprendizaje y acumulación de conocimiento.

**Tabla 2.3** Las ocho etapas del conocimiento propuesta por Bohn.

<b>Etapas</b>	<b>Nombre</b>
8	Completo conocimiento
7	Saber por qué
6	Caracterización del proceso
5	Capacidad del proceso
4	El control de la media
3	Medida
2	Conciencia
1	completa Ignorancia

Esta clasificación fue apoyada por las ideas contemporáneas que consideran la creación de conocimiento en una organización como una espiral ascendente. Usando el conocimiento disponible para resolver sus problemas, una empresa obtiene un mayor nivel de desarrollo. En el nuevo nivel de desarrollo, la empresa adquiere más conocimiento que permite la identificación de nuevos y más sofisticados problemas (Nonaka, 2000). La solución de estos nuevos problemas promueve el aprendizaje y acumulación de conocimiento. La creación de conocimiento en las empresas representa una fuente fundamental de su desarrollo.

La figura 2.1 resume las ideas de Nonaka y Bohn mostrando una espiral ascendente del conocimiento acumulado y que coincide con los ocho niveles de conocimiento.

En cada vuelta de la espiral, una empresa identifica los problemas más relevantes relacionados con su funcionamiento y llega a su solución. Cuando se logra la solución de problemas relevantes, la empresa alcanza el siguiente nivel de conocimiento tecnológico disponible. En este nuevo nivel, los problemas más relevantes relacionados con su operación serán más complejos y la empresa tratará de resolverlos. Al resolverlos, avanzará al siguiente nivel tecnológico del conocimiento.

La empresa aprende y acumula conocimiento sobre el tiempo de permanencia en cada nivel; Por lo tanto, la organización puede identificar nuevos problemas relevantes que pueden ser resueltos por los conocimientos adquiridos en las etapas anteriores.



**Figura 2.1.** Concepto de creación de conocimiento en espiral de Nonaka y las ocho etapas del conocimiento disponible propuesta por Bohn.

**Fuente:** López-Ortega, et al. (2016)

En una conceptualización similar de la creación del conocimiento, Albino et al. (2001) toma las bases de la tipología de Bohn, con el objeto de proponer una clasificación operativa del tipo de conocimiento utilizado por las PYMES.

Según Albino et al. (2001), las empresas evolucionan en su capacidad de transformar la información en conocimiento. Ellos proponen una métrica basada en la forma en que las empresas adquieren y procesan la información relativa a las actividades productivas y las oportunidades de mejorar. Esta métrica consiste de cinco tipos de empresas, en función del tipo de información utilizada y según la forma en que esta información se procesa con el fin de crear nuevos conocimientos.

A partir de Bautista (2008), Esta clasificación de las empresas se muestra en la tabla 2.4, y es la desarrollada por Albino et al. (2001), en la cual establecen que es posible clasificarlas de acuerdo al tipo de conocimiento con que operan sus procesos de transformación, ya que este refleja los tipos de problemas que identifican en sus procesos.

Esta clasificación denota cinco tipos de empresas, las cuales se enuncian a continuación:  
Empresas intuitivas o imitativas – Nivel I. Este tipo de empresas cuentan con un proceso definido y operan a partir de la imitación o de la intuición. Carecen de registro de insumos, de capacidad de producción instalada, y de los productos que generan.



Empresas tácitas – Nivel II. Los procesos con los que cuentan están definidos por las acciones de cada individuo que a su vez están fortalecidas a través de la experiencia. Se conocen los insumos y los resultados se miden con base en rangos definidos por la costumbre. Aunque se tiene conocimiento del proceso, estos en su mayoría no pueden ser descritos con precisión.

Empresas cualitativas – Nivel III. Cuentan con procesos documentados y controlados, lo que les permite diagnosticar las deficiencias del proceso. Estas empresas se interesan en la satisfacción del cliente, consideran la calidad y rapidez de entrega de sus productos.

Empresas cuantitativas – Nivel IV. Cuentan con procesos bien definidos, tanto cualitativa como cuantitativamente. Lo que les permite aplicar técnicas cuantitativas y sujetarse a procesos de mejora continua.

Empresas científicas – Nivel V. conocen perfectamente sus insumos y sus salidas. Sus procesos se encuentran perfectamente definidos a través de modelos científicos, permitiéndoles describir con bastante precisión los procesos de producción y prever o simular los efectos generados por los insumos utilizados.

**Tabla 2.4.** Cinco tipos de procesar la información con el fin de crear conocimientos tecnológicos.

<b>Tipo de conocimiento</b>	<b>Tipo de Información Básica</b>	<b>Tipo de procesamiento</b>
Científico	Medir con precisión	Científico
Cuantitativo	Medir con precisión	Cuantitativo
Cualitativo	Medir casi con precisión	Cualitativo
Tácito	No medible con precisión	Basada en la experiencia
Intuitivo	Conoce parcialmente	Intuitivo

De esta clasificación se puede concluir que para cada una de las empresas descritas anteriormente se les puede asociar las necesidades de implantación de las herramientas de la IC (Operativas, Organizacionales y de Información), en donde para el caso de las empresas intuitivas, es evidente que carecen de las tres condiciones de implantación, cabe aclarar que es obvio que tienen condiciones operativas y organizacionales, pero estas son mínimas, por lo cual, para mejorar su funcionamiento se tendría que empezar a trabajar con alguna herramienta que no necesariamente requiera tener estas tres condiciones, como por ejemplo las 5 S'.

Para las empresas tácitas, se cuenta con cierto conocimiento de las condiciones operativas, y carece tanto de las condiciones organizacionales y de información, es por esto que para este tipo de empresas las herramientas que más se adaptan son las que solo involucran en mayor nivel las condiciones operacionales por ejemplo, alguna de las herramientas duras que no involucre con relevancia la condición de la información o también las Normas ISO.

En las empresas cualitativas, la situación de las condiciones es diferente a las empresas antes mencionadas, ya que este tipo de empresas cuentan en cierta medida con las tres condiciones de implantación de las herramientas de la IC, por lo cual se podría implantar en teoría cualquiera de las herramientas de la IC.

La situación tanto para las empresas cuantitativas y científicas es similar, ya que estas empresas cuentan con procesos bien definidos para el caso de las cuantitativas, para las científicas sus procesos están perfectamente definidos a través de modelos científicos, por lo cual no tendrían ningún problema en implantar algún sistema de mejora productiva. Cabe aclarar que estos tipos de empresas no caen en la categoría de PYMES, más bien son grandes y estructuradas empresas, por lo cual no entran en la línea de investigación de este trabajo.

La propuesta de Albino et al. (2001), tiene la intención de ofrecer una métrica que permita ubicar el nivel de desarrollo de una organización basada en el conocimiento disponible; este nivel en una empresa específica, se determinaría con base en el tipo de información utilizada y su procesamiento, con el fin de resolver los problemas relevantes. Esta idea se puede considerar como una clasificación de las empresas basada en el tipo de conocimiento disponible.

La propuesta de Albino et al. (2001) de asignar a una empresa un nivel de conocimiento disponible con base en la identificación de la clase de información utilizada y la manera de procesarla, resulta poco precisa. Solo presentan un marco teórico pero no un método práctico, basado en parámetros, que permita localizar constantemente un conjunto de empresas en los diferentes niveles de conocimiento propuestos.

Para determinar el nivel de conocimiento con el que una empresa cuenta, según Nonaka (1994), las empresas deben utilizar los conocimientos adquiridos a través de la experiencia para identificar y resolver los problemas que se les presenten. Con esto a ese conjunto de problemas ya identificados con sus dominantes en su funcionamiento se podrían considerar como una representación de su nivel de conocimiento.

Dado que las empresas que cuenten con un nivel alto de conocimiento, muestran diferentes problemas que otras con bajo nivel de conocimiento. Con esto se puede afirmar que los problemas están relacionados con el tipo de conocimiento que tienen las empresas.

A partir de Bautista (2008), algunos grupos de problemas caracterizan el comportamiento de las empresas, ver Tabla 2.5.

**Tabla 2.5.** Grupos de problemas que caracterizan los niveles de desarrollo.

<b>Empresas intuitivas o imitativas – Nivel I</b> Grupo 2 (asociados con la operación técnica)
<b>Empresas tácitas – Nivel II</b> Grupo 1 (asociados a la planeación de la producción) Grupo 3 (asociados a la dirección y el dominio del proceso) Grupo 4 (asociados a la seguridad y mantenimiento)
<b>Empresas cualitativas – Nivel III</b> Grupo 5 (otros)

**Fuente:** Bautista (2008).

A continuación se presenta los cinco grupos de problemas productivos, los cuales se muestran en la Tabla 2.6.

Grupo 1. Este grupo se asocia a la planeación de la producción. Estos problemas se encuentran vinculados a la organización del proceso productivo, en el que la empresa tiene cierto control que le permite identificar posibles mejoras.

Grupo 2. Se asocian a la operación técnica. Son problemas ocasionados por el desconocimiento de la forma en que operan sus procesos, y de los requerimientos necesarios para su adecuado funcionamiento.

Grupo 3. Dirección y dominio del proceso. Problemas que aparecen cuando las empresas comienzan a tener conocimiento de la importancia de la documentación de sus procesos para tomar decisiones anticipadas, y del papel relevante que tiene el factor humano en la organización.

Grupo 4. Seguridad y mantenimiento. Este tipo de problemas se presentan cuando se carece de medidas de seguridad tanto en las instalaciones como en el equipo, y cuando existe falta de mantenimiento de los mismos.

Grupo 5. Otros. Estos problemas corresponden a los que se presentan en las relaciones que mantienen las organizaciones con su entorno, como son: rotación de personal, materiales inapropiados, diseño del producto, servicio al cliente (post venta), e insuficiencia de personal. Otros más están relacionados con la planeación de mediano y largo plazo.

**Tabla 2.6.** Grupos de problemas.

<b>Grupo 1. Asociados a la planeación de la producción.</b>	<b>Grupo 2. Asociados a la operación técnica.</b>	<b>Grupo 3. Asociados a la dirección y dominio del proceso.</b>	<b>Grupo 4. Asociados a la seguridad y mantenimiento.</b>	<b>Grupo 5. Otros.</b>
Planeación y control de la producción.	Área de trabajo.	Asignación de funciones y responsabilidades.	Medidas de seguridad en utilizar equipo y herramienta.	Rotación de personal.
Distribución de planta.	Manejo de los materiales.	Definición de políticas internas.	Mantenimiento de instalaciones.	Materiales inapropiados.
Técnicas utilizadas en el proceso.	Uso de equipo y herramienta.	Compromiso del personal.	Respeto a medidas de seguridad.	Diseño del producto.
Balanceo de línea.	Aprovechamiento inadecuado de los materiales.	Controles administrativos y de recursos.		Servicio al cliente (post venta).
Control de calidad.	Mantenimiento de equipo y herramienta.	Trabajo en equipo.		Insuficiencia de personal.
	Seguridad e higiene del lugar de trabajo.	Capacitación.		Documentación del proceso.
	Disponibilidad de equipo y herramienta.	Control de entregas y pedidos.		Mano de obra extra.
	Control de equipo y herramienta.			Pronósticos de producción.
	Equipo y herramienta acorde con el proceso.			Actualización de equipo y herramienta.
	Ergonomía.			Establecimiento de objetivos y metas a corto y mediano plazo.
				Especificaciones del producto.

**Fuente:** Bautista (2008).

De acuerdo a las definiciones de cada uno de los grupos de problemas, se puede llevar a cabo la asociación correspondiente de las necesidades de implantación de las herramientas de la IC, las cuales son: operativas, organizacionales o de información.

Para el grupo 1. Sus problemas se encuentran vinculados a la organización del proceso productivo, por lo tanto se tendría que atender en primera instancia los problemas de tipo operativos.

Para el grupo 2. Son problemas ocasionados por el desconocimiento en que operan sus procesos, así como de los requerimientos para su adecuado funcionamiento, por consiguiente se tiene que atender primeramente las necesidades de tipo operativo.

Para el grupo 3. Los principales problemas que presenta, están relacionados con la importancia de la documentación de sus procesos, por lo cual el factor a resolver para este grupo es de información.

Para el grupo 4. Los problemas relacionados a este grupo están relacionados a las medidas de seguridad tanto de las instalaciones como de los equipos de la empresa, y a la falta de mantenimiento de los equipos, por lo anterior son estas áreas a las cuales se les debe poner atención y corregir, las cuales son necesidades de tipo operativas.

Por último el grupo 5. Los problemas de este tipo de empresas corresponden en cierta medida a las tres necesidades de implantación de las herramientas de la IC, considerando que se tratan de empresas del tipo cualitativas, las cuales cuentan con un proceso definido, así como con cierta estructura organizacional y control e información de sus operaciones, insumos y demás, se podría hablar que para este grupo se tendrían necesidades de las tres características, operativas, organizacionales y de información.

Quedando la siguiente clasificación, como se muestra en la Tabla 2.7.

**Tabla 2.7.** Necesidades de los grupos de problemas productivos

Problemas productivos	Características		
	Operativas	Organizacionales	Información
Grupo 1	✓		
Grupo 2	✓		
Grupo 3			✓
Grupo 4	✓		
Grupo 5	✓	✓	✓

**Fuente.** Elaboración propia.

En la tabla 2.7 se especifican las necesidades primordiales de cada uno de los grupos, en las cuales se tiene que actuar inicialmente con algunas de las herramientas de la IC, la cual se adapte a las condiciones presentes de las distintas empresas.

## 2.3 Herramientas de IC adecuadas a las características de las PYMES manufactureras.

Las técnicas más utilizadas por los programas de mejora productiva, de acuerdo con Lagacé y Bourgault (2003), son JIT, TQM, y las normas ISO 9000, mismas que han generado grandes beneficios en las grandes empresas, sin que esto suceda en las PYMES manufactureras, porque

carecen de ciertas características técnicas y organizacionales que obstaculizan la asimilación y apropiación de las mismas.

En temas anteriores de este trabajo se llevó a cabo una clasificación de las herramientas de IC de acuerdo a las condiciones operativas, organizacionales y de información, esto en contraste a la clasificación de empresas, también propuesta en este trabajo, considerando lo anterior se llega a la siguiente clasificación de las herramientas que pueden ser tomadas en cuenta para la implantación efectiva de la IC para el caso de las PYMES manufactureras, esta información se muestra en la Tabla 2.8. Cabe mencionar que para la elaboración de la siguiente tabla, se llevó por medio de la interpolación de la tabla 2.1 y 2.7, en la tabla 2.1 se señalaron las condiciones de implantación que requiere cada herramienta, la cual puede ser solo una condición o más, esto depende de la complejidad de cada herramienta, con esta información y de acuerdo a la clasificación de la tabla 2.7, nos permite saber qué tipo de herramienta es la más adecuada a cada grupo de problemas productivos, como se mencionó anteriormente esta tabla muestra las necesidades que requiere cada grupo ya sean del tipo operativo, organizacional o de información, por último se utiliza la clasificación de la tabla 2.5 en donde se tienen asociados los grupos de problemas productivos a cada tipo de empresa, quedando como resultado la tabla 2.8, la cual se muestra a continuación.

**Tabla 2.8.** Herramientas de IC adecuadas al tipo de empresa.

<b>Tipo de empresa</b>	<b>Herramientas de IC</b>
Empresas intuitivas o imitativas Grupo 2	Brainstorming 5'S
Empresas tácitas Grupo 1 Grupo 3 Grupo 4	Brainstorming 5'S Diagramas Causa Efecto Despliegue de la Función de Calidad Análisis de modos de fallo y sus efectos Diseños de experimentos Control Total de Calidad Control Estadístico de Procesos Benchmarking Outsourcing Análisis de Modo y Efecto de Falla Intercambio Electrónico de Datos
Empresas cualitativas Grupo 5	Brainstorming Diagramas Causa Efecto Despliegue de la Función de Calidad Análisis de Valor Análisis de modos de fallo y sus efectos Diseños de experimentos Diseño para la manufactura y ensamble Mejoramiento continuo (Kaizen) Control Total de Calidad Técnicas Taguchi

	Control Estadístico de Procesos Justo a Tiempo Benchmarking Outsourcing Trabajo en Equipo Reingeniería de procesos Gestión del cambio Círculos de calidad Seis Sigma Normas ISO Las 5'S Diseño Asistido por Computadora Manufactura Asistida por Computadora Ingeniería Asistida por Computadora Ensayo (CAT) Diseño para la Manufactura y Ensamble Análisis de Modo y Efectos de Falla Intercambio Electrónico de Datos Simulación
--	---

**Fuente:** Elaboración propia.

De la tabla anterior se puede concluir que para las empresas del tipo intuitivas, las herramientas que se les pudiera implantar son aquellas que no necesiten ninguna de las condiciones de implantación y que solo estén enfocadas a arreglos simples que ayuden a mejorar a la empresa. Para el caso de las empresas del tipo tácitas, las herramientas que pueden ser implantadas son las que solo necesiten de condiciones de implantación del tipo operativas y/o de información. Para las empresas cualitativas, en teoría se podría llevar a cabo la implantación de todas las herramientas que se han abordado en este trabajo, ya que estas empresas tienen las tres condiciones de implantación que requieren las herramientas, por lo tanto la selección de las herramientas para estas empresas deberá de ser de acuerdo al área que se quiera mejorar.

## 2.4 Sistemas socio-técnicos como marco de adopción de las herramientas de IC en PYMES manufactureras.

El método de investigación-acción que fue desarrollado para estudiar fenómenos sociales, fue adoptado por el Instituto Tavistock como el camino para enfrentar problemas en organizaciones vistas como sistemas.

A partir de Trist & Murray, (1981) sugieren que como resultado de los procesos innovadores resultantes del cambio tecnológico, un grupo de trabajo no es un sistema técnico o un sistema social por sí solo; es el resultado de un sistema Social y Tecnológico interdependiente.

Con base en lo anterior surge una nueva forma de organización del trabajo denominada Diseño de sistemas Socio-Técnico inspirado en los conceptos y teorías de sistemas, de la biología, la lógica y la cibernética, la cual se sustenta en tres principios sistémicos:

- Holismo, que hace posible mirar el conjunto de una situación, adoptado una visión integrada del sistema productivo compuesto de un sistema técnico y un sistema social en continua interacción.
- Sistema abierto, donde la atención se dirige también hacia el entorno.
- Autorregulación, que es la base de los grupos de trabajo.

Los estudios del Instituto Tavistock, concluyen, que las Empresas deben ser visualizadas como sistemas Socio-Técnicos, más que un sistema social aislado. El comportamiento económico y la satisfacción en el empleo son el resultado de la interacción de estos factores. Su nivel cuantitativo está en función de la bondad de las interacciones entre ambos sistemas (Emery, 1981).

Los sistemas socio-técnicos más que una metodología concreta de intervención sistémica, marcan un claro encuadre del entendimiento Socio-Técnico como parte de un cambio mental y cultural dentro de una organización.

Dichos sistemas se concentran en el conjunto de problemas siguientes como el objetivo de los 3 estados principales en el análisis de una empresa:

1.- El análisis de la parte de los componentes para revelar la manera en que cada uno contribuye al desempeño de la empresa y también crea o conoce los requerimientos de otras partes. Los primeros componentes a analizar son:

- Técnico
- La estructura de relaciones de trabajo y sus roles.

2.- El análisis de las interrelaciones de las partes con respecto a los problemas de coordinación interna y de control que se crean.

3.- Detección y análisis de los problemas internos dentro de una organización.

Para este tipo de sistemas se debe definir el sistema político ya que el componente tecnológico no solo establece límites si no crea demandas que pueden ser reflejadas en la organización interna y final de la empresa.



Se deben relacionar los trabajadores con las actividades, además se debe considerar el objetivo estratégico para llevar a la empresa en la posición donde su ambiente puede hacerla crecer.

Existen características relevantes las cuales son consideradas al evaluar criterios de intervención dentro de los sistemas Socio-Técnicos y los cuales evidencian el paradigma de dichos sistemas, es decir, los que consideran los sistemas técnicos y sociales de una organización los cuales son:

- 1.- Grupos de trabajo multidisciplinarios.
- 2.- Desarrollo de multihabilidades.
- 3.- La discrecionalidad de los roles de trabajo.
- 4.- reglamentación interna del grupo.
- 5.- Incremento de la variedad del trabajo para reducir el grado de la burocracia.

Otro factor a considerar es el objetivo concreto dentro de una organización ya que ellas existen para hacer un trabajo que involucre a la gente usando artefactos tecnológicos (duros y suaves) para llevar a cabo tareas relacionadas con los propósitos globales de la organización misma.

El modelo Socio-Técnico plantea el análisis, con un tratamiento equivalente, del sistema social y del sistema técnico y el estudio de las relaciones entre ellos; el mejor desempeño del todo no puede reducirse a la suma de los mejores desempeños de sus partes tomadas por separado (Trist, 1981).

Este paradigma está representado en los siguientes principios de diseño (Trist, 1981):

- El sistema de trabajo, que comprende un conjunto de actividades que hacen que funcione como un todo, es ahora la unidad básica, en lugar del trabajo individual en el cual ésta era descompuesta.
- De acuerdo a esto, el grupo de trabajo pasa a ser un elemento clave frente al trabajador particular.
- De este modo es posible la regulación interna del sistema por el grupo en lugar del control externo de los trabajadores por los supervisores.
- La filosofía esencial de la organización se basa en la redundancia de funciones en lugar de redundancia de partes, que tiende a desarrollar múltiples habilidades en el individuo y a incrementar el conjunto de respuestas y la flexibilidad del grupo.
- Este principio valora la discrecionalidad más que los roles de trabajo establecidos.
- Además trata al individuo como un complemento de la máquina, en lugar de una extensión de ella.

- Busca el incremento de la variedad para el individuo y para la organización, frente a su disminución en el modelo burocrático.

La implantación de estos principios en las organizaciones se lleva a cabo fundamentalmente a través de los grupos de trabajo. Si bien éstos no se plantean como una solución estándar dentro del modelo de diseño Socio-Técnico, las posibilidades que ofrecen para la cooperación y la coordinación entre las personas los han convertido en un elemento clave en la nueva organización del trabajo para definir estructuras de trabajo más democráticas y participativas.

El uso de las tecnologías (blandas y duras) de la IC, tienen como varios de sus aspectos los principios del enfoque socio-técnico, hablando principalmente de las tecnologías blandas, estas enfatizan en la interacción de las personas (grupos de trabajo) como sistemas sociales, que de acuerdo a Trist & Murray (1981) los grupos de trabajo no son sistemas técnicos ni sociales por sí solos, sino el resultado de un sistema social y tecnológico interdependiente. Para el uso de estas tecnologías también se deberá considerar otros aspectos, como la relación de los trabajadores con las actividades que se desarrollan en la organización, los trabajadores deben de dejar de actuar como entes individuales e incorporarse a la unidad de trabajo, otro aspecto que se toma en cuenta para llevar a cabo la implantación de las tecnologías ya sean blandas o duras, es desarrollar las habilidades de los trabajadores, con esto se busca incrementar el conjunto de respuestas y la flexibilidad de los grupos de trabajo. Por lo tanto la incorporación del enfoque socio-técnico para la implantación de las tecnologías de la IC, apoya a que en las organizaciones se defina el sistema político, y haya un cambio mental y cultural dentro de la organización, esto apoya a que las PYMES se fortalezcan y puedan competir en el ambiente global en el que nos encontramos, en donde el ciclo de vida de los productos cada vez es menor.

## 2.5 Estrategia general de investigación

La falta de análisis de la información relacionada con la problemática interna de las empresas, y en específico de la PYMES manufactureras, obstaculiza la intervención de metodologías o programas de mejora productiva, esto de acuerdo con Bautista (2008), orilla a los encargados de implantar este tipo de herramientas y continuar adoptando las técnicas que se encuentran “de moda”, mismas que han generado grandes beneficios en las grandes empresas, pero no así en las PYMES, ya que estas últimas carecen de las características (operacionales, organizacionales, y de información, etc.) de las anteriores.

El objetivo de este trabajo en resumen, es realizar un diagnóstico de las condiciones de las PYMES manufactureras, para determinar que herramientas de IC se pueden implantar en este

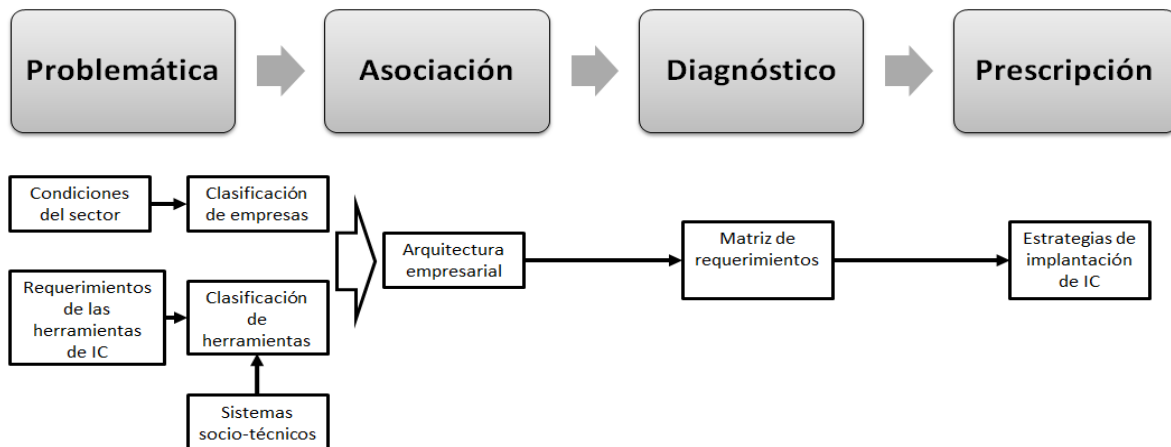
tipo de empresas. La estrategia propuesta en este trabajo se muestra en la Figura 2.2, y consta de cuatro etapas las cuales son: Problemática, Asociación, Diagnóstico y Prescripción. Estas etapas son descritas a continuación.

**Problemática.** En esta etapa se formula la problemática de las PYMES manufactureras, la cual se desarrolla en dos partes, la primera es por medio de las condiciones del sector, con ayuda de la clasificación de empresas, y en la segunda parte se hace una revisión de los requerimientos de las herramientas de la IC, con esto se lleva a cabo una clasificación de las herramientas que podrían implantarse en este tipo de empresas.

**Asociación.** En la asociación se lleva a cabo el contraste entre las condiciones básicas de las PYMES manufactureras (Operativas, Organización e Información), y la clasificación de herramientas (suaves y duras), con lo anterior se busca obtener las condiciones mínimas que deben tener este tipo de empresas para que las herramientas puedan ser implantadas eficazmente, además se debe de considerar a los sistemas socio-técnicos como marco de adopción de las herramientas de la IC, ya que las PYMES son sistemas socio-técnicos.

**Diagnóstico.** Una vez obtenidas las condiciones que requieren las PYMES manufactureras, para llevar a cabo la implantación de las herramientas de la IC, esto por medio de la matriz que da como resultado en la etapa de asociación.

**Prescripción.** Por último se desarrolla la estrategia de implantación de las herramientas de la IC, esto de acuerdo a lo derivado de la etapa de diagnóstico, ya que dependiendo del tipo de empresa a la cual se quiera intervenir (características operativas, organizacionales y de información), será la estrategia de implantación.



**Figura 2.2.** Estrategia de investigación

Fuente: Elaboración propia

# Capítulo 3

## Diagnóstico de las condiciones de las PYMES para la implantación de la IC

En el capítulo 2, a manera de introducción se mencionaron varias de las tecnologías, tanto blandas como duras, las cuales son utilizadas en la implantación de la IC, en este capítulo se describen 12 tecnologías (6 blandas y 6 duras), la finalidad de que se hayan seleccionado estas doce tecnologías, es para facilitar la comprensión del método de trabajo de la IC, la selección de las 12 tecnologías fue por medio de un análisis el cual cumpliera que estas tecnologías abarcaran las tres etapas principales del proceso de producción propuesto por Pullan et al. (2010), estas etapas son: Diseño, Manufactura y Ventas, cabe aclarar que la etapa de ventas queda fuera del alcance de este trabajo y en su lugar se incorpora la etapa de control que de acuerdo a García-Martínez (2013), es la que marca las pautas en la operación de las empresas, Las 12 tecnologías son descritas conforme al objetivo que estas buscan, así como los beneficios que aportan a las empresas al llevarse a cabo su implantación. Posteriormente se lleva a cabo la identificación de los grupos de problemas (ver capítulo 2), en las áreas del proceso de producción en donde se localizan. Finalmente se incorpora el marco arquitectónico empresarial, en el cual se basó para la elaboración del instrumento de análisis de este trabajo.

### 3.1 Herramientas Blandas

#### 3.1.1 Las 5'S

Es una herramienta que las empresas optan por implantar y según Peterson & Smith (1998), las 5'S puede ser descrita como una herramienta para el desarrollo de una planeación sistemática, clasificación, orden y limpieza, y que la implantación de las 5'S se traduce en un incremento de la productividad, seguridad, clima organizacional, motivación de los empleados, y por lo tanto competitividad. El nombre de esta herramienta proviene de las cinco palabras japonesas que definen esta herramienta.

Seiri – Clasificar  
Seiton – Orden  
Seiso – Limpieza  
Seiketsu – Estandarización  
Shitsuke – Mantenimiento de la Disciplina

De acuerdo con Gomes et al. (2013), en su primer etapa de la implantación de 5'S corresponde a la eliminación de todas las herramientas, documentos y materiales, para conservar sólo lo que es importante en la realización de las actividades o tareas.

En la segunda etapa se mejora el flujo de trabajo, simplificando el suministro de herramientas y equipos en el lugar de trabajo, reduciendo el mínimo movimiento del operador. Estos deben estar situados en un lugar claramente definido, disponible para todos los trabajadores, y en las zonas en las que se utilicen, “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

La tercera etapa se dedica a la limpieza sistemática, esto es, se determina lo que se limpia, como se limpia y quien lo limpia. Esta práctica se debe de llevar a cabo diariamente con el propósito de mantener el lugar de trabajo en condiciones óptimas para llevar a cabo las tareas.

En la cuarta etapa, se propone la estandarización de unificar y sistematizar los conceptos y procesos establecidos en las etapas anteriores.

En la última fase se busca mantener las cuatro etapas anteriores, a través de la auto disciplina y el control, con el fin de evitar caer en la rutina.

5'S es una de las mejores herramientas para generar un cambio de actitud entre los trabajadores y sirve como una forma para participar en las actividades que mejoren el lugar de trabajo (Gapp, Fisher, y Kobayashi 2008 ). Hirano ( 1996 ), establece que Lean requiere un cambio en la mentalidad de la gente, así como la aplicación de 5'S, como requisito previo para la ejecución de otras acciones para lograr mejoras y como un paso fundamental hacia la eliminación de los residuos (desperdicios).

Es importante entender los principios detrás de la metodología 5'S, ya que su aplicación a menudo implica sólo la adopción de la técnica, dejando de lado el significado holístico (Bayo-Moriones, Bello-Pintado, y Merino-Díaz de Cerio 2010 ; Kobayashi, Fisher, y Gapp 2008 ). Varios factores, como la cultura de la empresa, la comunicación y las actitudes de los empleados, puede evitar que el éxito en el uso de 5'S (O'hEocha, 2000 )

De acuerdo con (O'hEocha, 2000) los factores, como la cultura de la empresa, la comunicación y las actitudes de los empleados, que pueden evitar el éxito en el uso de las 5'S.

Por lo tanto el objetivo general de 5'S es lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para lograr una mayor productividad y un mejor entorno laboral.

### 3.1.2 Normas ISO

El propósito de las normas internacionales ISO es garantizar que los productos y servicios son seguros, fiables y de buena calidad, lo que se traduce para las empresas como herramientas estratégicas que reducen los costos al minimizar los desperdicios y errores, además aumentan la productividad.

La implantación de las Normas Internacionales trae beneficios tecnológicos, económicos y sociales. Ayudan a armonizar las especificaciones técnicas de los productos y servicios que hacen de la industria más eficiente y rompe las barreras del comercio internacional.

Las normas enfocadas a la gestión de la calidad son las de la familia ISO 9000, estas proporcionan orientación y las herramientas para las empresas y organizaciones que quieren asegurarse de que sus productos y servicios cumplen consistentemente los requerimientos del cliente, además de que la calidad se mejora constantemente.

Las Normas de la familia ISO 9000 son:

ISO 9001: 2008 – establece los requisitos de un sistema de gestión de calidad

ISO 9000: 2005 – cubre conceptos básicos y el lenguaje

ISO 9004: 2009 – se centra en cómo hacer un sistema de gestión de calidad más eficiente y eficaz

ISO 19001: 2011 – establece orientaciones sobre las auditorías internas y externas de los sistemas de gestión

ISO 9001: 2008 establece los criterios para un sistema de gestión de calidad, además esta norma puede ser utilizada por cualquier organización, grande o pequeña, independientemente de su ámbito de actividad.

Esta norma se basa en una serie de principios de gestión de calidad, incluyendo un fuerte enfoque en el cliente, la motivación e implicación de la alta dirección, el enfoque basado en procesos y la mejora continua. El uso de esta norma ayuda a garantizar que los clientes reciban, productos y servicios consistentes de buena calidad.

Esta norma establece los ocho principios de la gestión de la calidad, los cuales son:

- Enfoque al cliente
- Liderazgo
- Participación del personal
- Enfoque basado en procesos
- El enfoque de sistemas para la gestión
- Mejora continua
- El enfoque basado en hechos para la toma de decisiones
- Las relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

Las ventajas que ofrece una vez implantada en la empresa son:

- Estandarización de las actividades del personal que labora en la organización por medio de la documentación
- Medir y monitorear el desempeño de los procesos
- Disminuir los procesos, trabajos o actividades que se tienen que volver a realizar (repetir) por errores o defectos en el producto terminado.
- Incrementar la eficacia y/o eficiencia de la organización en el logro de sus objetivos.
- Mejorar continuamente en los procesos, productos, insumos, etc.

### 3.1.3 Six Sigma

Six sigma está asociada a la estrategia del negocio que se basa en el enfoque al cliente y mejora de resultados. Six sigma permite reducir la variabilidad de los procesos, basada en el análisis de datos y dirigida a la reducción y/o eliminación de defectos, tiempos improductivos y costos de cada producto, procesos o transacciones, a partir de los requerimientos del cliente busca que las cosas se hagan mejor, más rápido y a un menor costo.

Six sigma se puede considerar como una estrategia que busca obtener mejores resultados, por medio de procesos que permitan reducir los defectos y errores, a través de la utilización de herramientas probadas para la solución de problemas reales, apoyándose en métodos

estadísticos, para identificar las fuentes de variabilidad que tienen más influencia en los procesos.

Las herramientas básicas para six sigma son:

- Diagrama de Pareto
- Estratificación
- Hoja de verificación (obtención de datos)
- Diagrama de Ishikawa (o de causa-efecto)
- Lluvia de ideas
- Diagramas de dispersión
- Despliegue de la Función de Calidad (DFC, QFD)
- Sistemas poka-yoke

**Diagrama de Pareto.** Gráfico de barra que ayuda a identificar prioridades y causas, que se ordenan por orden de importancia a los distintos problemas que se presentan en un proceso.

**Estratificación.** Se analizan problemas, fallas quejas o datos, clasificándolos de acuerdo con los factores que pueden influir en la magnitud de los mismos.

**Hoja de verificación.** Es un formato construido para recolectar datos, de forma que su registro sea sencillo y sistemático, y se puedan analizar visualmente los resultados.

**Diagrama de Ishikawa.** Es un método gráfico de relaciona un problema o efecto con sus posibles causas.

**Lluvia de ideas.** Es una forma de intervención por medio de la aportación de ideas o pensamiento (creativo), encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten sobre un tema.

**Diagramas de dispersión.** Es una gráfica que tiene por objetivo analizar la forma en que dos variables numéricas están relacionadas.

**Despliegue de la Función de Calidad.** Herramienta de planeación que introduce la voz del cliente en el desarrollo de un producto o un proyecto.

**Sistemas poka-yoke.** Es el diseño de dispositivos a prueba de errores y olvidos.



La meta de six sigma, es logra procesos con alta calidad seis sigma, es decir que como máximo generen 3.4 defectos por millón de oportunidades. Esta meta se pretende alcanzar mediante un programa de mejora, diseñado e impulsado por la alta dirección de una organización.

Las etapas de un proyecto Six sigma, se basan en la metodología DMAMC, las cuales son:

- Definir el proyecto (D)
- Medir la situación actual (M)
- Analizar la causa raíz (A)
- Mejorar (M)
- Controlar para mantener la mejora (C)

### 3.1.4 JIT

Just in time (JIT) es una forma de fabricación en la cual se trata de eliminar todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución, orientada a la calidad y a responder a los deseos del cliente. También se refiere a producir solamente las unidades necesarias, en las cantidades precisas, y en el momento justo.

Para que el JIT funcione es necesario que se presenten simultáneamente varias circunstancias, entre ellas: producción fluida, recursos flexibles, alta calidad, ausencia de averías en las maquinas, proveedores de confianza, adaptación de las máquinas y especialmente se debe tener disciplina por parte de todos los recursos humanos implicados en el proceso.

Entre sus objetivos se encuentra el desarrollo continuo para producir un alto volumen de bienes a bajo costo, mejorando la competitividad de las empresas mediante la reducción de costos de operación y la eliminación de actividades innecesarias tanto en materiales, maquinaria y mano de obra, las cuales no agreguen valor al producto. Así como también reducir los desperdicios, es decir todo aquello que no se necesita en el preciso momento incluyendo las holguras en la capacidad de almacenaje o grandes lotes acumulados en los inventarios.

En JIT hay tres importantes componentes básicos para eliminar el desperdicio.

El primer componente básico es imponer equilibrio, sincronización y flujo en el proceso productivo, ya sea en donde no exista o donde se pueda mejorar.

El segundo componente es la actitud de la empresa hacia la calidad, esto es hacerlo bien la primera vez.

Y por último, la participación de los empleados, requisito previo para la eliminación del desperdicio. Cada miembro de la organización, desde el personal de fábrica hasta los más altos ejecutivos tienen una función que cumplir en la eliminación del desperdicio y en la solución de los problemas de producción que ocasionan desperdicios. Es por ello que es necesario crear en la organización una cultura de intervención de los empleados, del trabajo en equipo, para que JIT funcione.

### 3.1.5 Kaizen

El Kaizen en principio busca el mejoramiento en todas las áreas de la empresa, como costos, tiempos de entrega, seguridad y aumento de conocimiento del empleado, relaciones con proveedores, creación de nuevos productos, o productividad, lo cual amplía la calidad en la empresa, así mismo el kaizen se apoya en actividades como el establecimiento de sistemas de control de calidad, tecnología, establecimiento de sistemas de sugerencias de empleados, mantenimiento de equipo y puesta en marcha de sistemas de producción justo a tiempo.

De acuerdo con (Evans, 1995), el kaizen se concentra en mejoras pequeñas, frecuentes y graduales en un lapso prolongado, además de que la inversión financiera es mínima y no solo la alta administración interviene en el proceso, muchas mejoras son el resultado y la experiencia de los trabajadores. El personal y no la tecnología es el punto principal del kaizen.

En cuanto al mejoramiento de la calidad y de acuerdo a los principios del kaizen, en primer lugar y el más importante es la calidad de las personas, ya que mejorando la calidad de las personas, habrá calidad en los productos, esto mediante la capacitación en el uso básico de las estrategias de mejoramiento de calidad. Por lo anterior la capacitación es un aspecto crítico del kaizen y se lleva a cabo de forma regular en todos los niveles, tanto en la alta dirección, como a nivel operativo, otro aspecto importante son los equipos de participación de empleados como sistemas de sugerencias.

El soporte del mejoramiento de la calidad en esta estrategia es el empleo de herramientas de resolución de problemas con base estadística, lo cual asegura que los problemas sean tratados de modo objetivo y con datos objetivos y no con opiniones.

La involucración de la calidad personal del empleado, permite lograr beneficios tanto en la participación global de los empleados y mayor compromiso de estos, como en el desarrollo y potencial de ellos, reflejando un mejoramiento en el servicio y/o producción, con lo cual no se requiere de grandes inversiones ni de gran tecnología.

La característica principal del kaizen es trabajar continuamente por mejorar algo, de una manera sencilla, pero gradual, para que en un largo plazo los resultados sean no solo satisfactorios sino dramáticamente positivos. Algunos de sus objetivos, aparte de mantener un cambio incesante, son la eliminación de desperdicios (tiempo, dinero, materiales, esfuerzos desaprovechados), elevando la calidad (de productos, servicios, relaciones, conducta personal, desarrollo de los empleados), reduciendo costos de diseño, manufactura, inventario y distribución.

El kaizen se vale de diez principios que le permiten desarrollarse dentro de toda la organización en todas las áreas, los cuales son:

- Enfoque en el cliente
- Realizar mejoras continuamente
- Reconocer abiertamente los problemas
- Promover la apertura
- Crear equipos de trabajo
- Manejar proyectos a través de equipos inter-funcional
- Alentar los procesos apropiados de relaciones
- Desarrollar la autodisciplina
- Información constante a los empleados
- Fomentar el desarrollo de los empleados

Algunas de las herramientas que sirven como soporte para desarrollarse completamente en sus procesos y técnica son los sistemas de sugerencias, Justo a Tiempo, ciclo Deming y los círculos de calidad, entre otros.

### 3.1.6 Balanced Scorecard

Vitasek (2003), define al BSC como: “un sistema de medición estructurado basado en una mezcla de medidas financieras y no financieras del desempeño del negocio. El Balanced Scorecard formalmente conecta todos los objetivos, estrategias y mediciones. Cada medición tiene metas e indicadores”.

El objetivo de BSC de acuerdo con Kaplan y Norton (2001), es convertir la estrategia de una empresa en acción y resultado, a través de la alineación de los objetivos de todas las perspectivas; financieras, clientes, procesos internos así como aprendizaje y crecimiento.

Kaplan y Norton (1992) diseñan el Balanced Scorecard como un instrumento para medir resultados, partiendo de la base del establecimiento de indicadores financieros y no financieros derivados de la visión, misión y estrategia de la empresa, por lo que se convierte en una herramienta para gestionar la estrategia.

El principio fundamental del BSC establece que se debe hacer una evaluación “Estrategia vs Acción”. Esto es, que el establecimiento de una buena estrategia no es suficiente, aún la estrategia mejor formulada puede fracasar si no está bien implantada dentro de la organización.

De acuerdo al BSC existen cuatro perspectivas de funcionamiento que usan las relaciones causa-efecto para describir cómo deben estar conectadas y balanceadas dentro de las actividades de una compañía.

1. Perspectiva Financiera. La perspectiva financiera conserva los elementos tradicionales de evaluación de los estados financieros, como son los niveles de ventas, las utilidades o el retorno sobre la inversión. Sin embargo, estos indicadores no pueden dar información completa del estado de la empresa, por lo que deben ser complementados con otros elementos que proporcionen una visión integral del sistema.

2. Perspectiva del Cliente. Esta perspectiva refleja la capacidad de la empresa u organización para proporcionar mercancías y servicios de calidad, realizar entregas rápidas y con eficacia, así como la satisfacción total del cliente.

3. Perspectiva de Proceso de Negocio Interno. Esta perspectiva proporciona datos con relación a los resultados internos del negocio contra las medidas que conducen al éxito financiero y a los clientes satisfechos. Para cumplir los objetivos de la empresa y las expectativas del cliente, se deben identificar los procesos dominantes del negocio en los cuales se debe sobresalir. Los procesos dominantes se supervisan para asegurarse de que los resultados sean satisfactorios.

4. Perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento. Esta perspectiva refleja la capacidad de los empleados, de los sistemas de información, de la ordenación de la empresa para manejar el negocio y para adaptarse al cambio. Los procesos tendrán éxito solamente si los empleados están adecuadamente capacitados y motivados, si poseen la información exacta en el momento oportuno y si se están dirigiendo en el sentido correcto.

En el desarrollo del BSC se debe contar con tres equipos de trabajo, los cuales participan a lo largo del diseño de proyecto:

**Equipos líderes.** Son los que toman las decisiones estratégicas, participan en los puntos clave del proceso, asignan recursos y son responsables de la ejecución del plan.

**Equipo de gestión de la estrategia.** Lo conforma personal con conocimientos generales de cada área. Participa durante todo el proceso, reúne la información inicial de todas las fuentes posibles (lluvia de ideas), entrevista a los líderes como punto de partida, hace la planeación de los tiempos, coordina las actividades y da seguimiento al cumplimiento de los acuerdos alcanzados en las reuniones. Lleva a cabo un plan de implementación y se encarga del borrador y diseño final del BSC y el mapa estratégico.

**Equipos de apoyo.** Están conformados por especialistas de cada una de las áreas de la organización, participan de acuerdo a las necesidades que van surgiendo durante el proceso de diseño del BSC. Son los que se encargan de proporcionar la información necesaria para establecer los indicadores y las metas y elaborar propuestas de mejora, puesto que conocen sus puestos a detalle. También están encargados de alinear las iniciativas con los objetivos.

El BSC por sí solo no garantiza el éxito de una estrategia. El éxito en la implantación de BSC depende de algunos factores tales como el apoyo de los niveles directivos para la asignación de recursos para el proyecto, la cultura de la organización, la disponibilidad de las personas para participar, el involucrar a todos los niveles de la empresa para conocer con detalle los diferentes procesos, informar los cambios a todos los niveles de la empresa para evitar especulaciones, hacer del BSC un proceso continuo: evaluar y modificar el BSC de acuerdo a la situación actual y asignar el tiempo suficiente al desarrollo del BSC.

Para iniciar el proceso del BSC dentro de una organización se requiere:

- Una estrategia
- Tener una misión
- Tener una visión
- Tener una propuesta de valor definida
- Conocer la cultura de la organización
- Un análisis detallado de la organización
- Definir un destino estratégico
- Ser una organización focalizada en la estrategia

Actualmente el BSC es concebido fundamentalmente como parte de un sistema completo de planeación estratégica y de gestión. Por este motivo, desarrollar un BSC, metodológicamente requiere una clara vinculación de la estrategia corporativa con cada uno de los objetivos

operacionales, tanto globales, como de las distintas unidades de la empresa. En este sentido Ronchetti (2006), postula que para implantar un BSC y lograr su vinculación con la planeación estratégica pueden formularse acciones que involucran las siguientes fases: formular el propósito, establecer la misión, realizar un análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (FODA) construir un mapa estratégico, definir los temas estratégicos y finalmente identificar los objetivos estratégicos y los indicadores de desempeño.

## 3.2 Herramientas Duras

### 3.2.1 CAD

Computer Aided design, más comúnmente conocida como CAD, es el uso de software de computadora, programas y sistemas para crear gráficos en dos y tres dimensiones, modelos utilizados ampliamente en arquitectura, industrias de diseño e ingenierías civil, eléctrica y mecánica, y puede describirse como la “utilización de la computadora en el proceso de diseño”.

Los programas y software CAD abarcan una amplia variedad de implicaciones que permiten a los usuarios diseñar no solo piezas de máquinas, automóviles, edificios, y prótesis, sino también para crear efectos visuales, animación por computadora, videojuegos y mapas y aplicaciones geoespaciales.

Los programas CAD permiten reducir los costos de producción, permitiendo un menor número de personas para realizar el trabajo de muchos en una fracción de tiempo en comparación con los métodos tradicionales de diseño y técnicas de ingeniería.

El valor de esta tecnología en la industria va más allá de la eficiencia de costos y de la productividad. La avanzada tecnología asociada con estos sistemas ha mejorado las técnicas de fabricación y de construcción, el aumento de estabilidad y la seguridad de los productos y edificios, con mayor precisión y con menos errores introducidos en el proceso. Estas mejoras han permitido a los diseñadores, ingenieros o arquitectos a la utilización de mejores materiales utilizados en los proyectos, dado que pueden determinar la forma en que el material y la estructura actuaran en un modelo 3D antes de la construcción. CAD también ha ampliado las posibilidades de construcción con nuevas formas y diseños complejos que habrían sido muy costosos con las técnicas de diseño tradicional.

### 3.2.2 CAM

Los equipos CAM (Computer Aided Manufacture), ayudan a la eliminación de los errores del operador y la reducción de los costos de mano de obra. Debido a su precisión y uso óptimo del equipo presenta otras ventajas, como que las herramientas de corte que se utilizan, se desgastan más lentamente y se estropean con menor frecuencia en comparación a un sistema convencional de maquinado (Torno, Fresa, etc.), con lo cual se reducen aún más los costos de producción. En contra parte a los ahorros de producción se tiene un mayor costo de bienes de capital o las posibles implicaciones de mantener la productividad con una reducción de la fuerza de trabajo. Los sistemas CAM se basan en una serie de códigos numéricos, almacenados en archivos informáticos, para controlar las tareas de manufactura, este control numérico por computadora (CNC), se obtiene describiendo las operaciones de la maquina en términos de los códigos especiales y de la geometría de forma de los componentes.

CAM se refiere a cualquier proceso de fabricación automática que esté controlada por computadoras.

Los elementos más importantes de un CAM son:

- Técnicas de programación y fabricación CNC
- Fabricación y ensamble mediante robots controlados por computadora
- Sistemas de fabricación flexibles (FMS)
- Técnicas de inspección asistidas por computadora (CAI)
- Técnicas de ensayo asistidas por computadora (CAT)

### 3.2.3 CAE

Ingeniería Asistida por Computadora (Computer Aided Engineering), se refiere al uso de software de computadora para simular el desempeño y con ello realizar las mejoras a los diseños de los productos o bien como apoyo a la resolución de problemas de ingeniería. En CAE se incluyen la simulación, validación y optimización de productos, procesos y herramientas de manufactura (SIEMENS).

Para realizar el CAE, se disponen de programas que permiten calcular como se va a comportar determinada pieza en la realidad, con todos los aspectos que en esta se presentan, estos aspectos son las deformaciones, resistencias, características térmicas, vibraciones, etc., Vivancos, et al. (s.f.).

Las aplicaciones CAE soportan una gran variedad de disciplinas y fenómenos de la ingeniería incluyendo:

- Análisis de estrés y dinámica de componentes y ensambles utilizando el análisis de elementos finitos (FEA).
- Análisis Termal y de fluidos utilizando dinámica de fluidos computacional (CFD).
- Análisis de Cinemática y de dinámica de mecanismos (Dinámica multicuerpos).
- Simulación mecánica de eventos (MES).
- Análisis de control de sistemas.
- Simulación de procesos de manufactura como forja, moldes y troquelados.
- Optimización del proceso del producto.

### 3.2.4 DFMA

Diseño para la Manufactura y Ensamble (Design for Manufacturing and Assembly) busca mejorar el diseño o rediseño de un producto y tiene como objetivo principal mejorar los aspectos de manufactura, ensamble y costos, respetando las funciones esenciales del producto, Fernández (2010).

Por medio del DFMA se concibe la ingeniería de diseño y desarrollo de productos y servicios de forma global e integrada donde concurren algunos puntos de vista tales como:

- Producto. Se considera lo que se tiene que fabricar así como los requerimientos en las diferentes etapas del ciclo de vida del producto, los costos y recursos asociados (función, ensamble, calidad, etc).
- Recursos humanos. Trabajo en equipos pluridisciplinarios en donde se requiere de profesionales que actúen de manera colectiva en tareas de asesoramiento, decisión o de forma individual en tareas de gestión, estos grupos pueden pertenecer o no a la empresa (otras empresas, universidades, centros tecnológicos).
- Recursos materiales. Concurrencia de TIC (modelación 3D, simulación, prototipos rápidos, comunicación interna e internet).

Entre sus usos en las empresas están:

- Analizar la cadena de suministros.
- Simplificar los productos y mejorar la calidad.



- Mejorar la comunicación entre los departamentos de diseño, manufactura, compras y gestión.
- Recortar los costos de manufactura y ensamble.

### 3.2.5 AMEF

El Análisis de Modo y Efectos de Falla (Failure Mode and Effect Analysis) identifica los problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un sistema, con ello se pueden priorizar y así concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta.

Los beneficios de implantación de AMEF en un sistema son:

- Identifica fallas o defectos antes que estos ocurran.
- Reducir los costos de garantías.
- Incrementar la confiabilidad de los productos/servicios (reduce los tiempos de desperdicios y retrabajos).
- Procesos de desarrollo más cortos.
- Documenta los conocimientos sobre los procesos.
- Incrementa la satisfacción del cliente.
- Mantiene el saber cómo o cómo hacer (Know-How) en la compañía.

Según Lean Solutions, existen tres tipos de AMEF, y estos son:

- AMEF de Sistemas (S-AMEF). Asegura la compatibilidad de los componentes del sistema.
- AMEF de Diseño (D-AMEF). Reduce los riesgos por errores en el diseño.
- AMEF de Proceso (P-AMEF). Revisa los procesos para encontrar posibles fuentes de error.

### 3.2.6 EDI

El intercambio Electrónico de Datos (Electronic Data Interchange) permite realizar transacciones de comercio electrónico entre empresas aunque éstas cuenten con plataformas tecnológicas distintas. Las transacciones son realizadas por medio de una red segura, sin la necesidad de imprimir, evitando errores de traducción en el proceso (Reforma).

De acuerdo con Medina (2007), el EDI consiste en la transmisión electrónica de documentación, tanto comercial como administrativa entre aplicaciones informáticas, la característica más

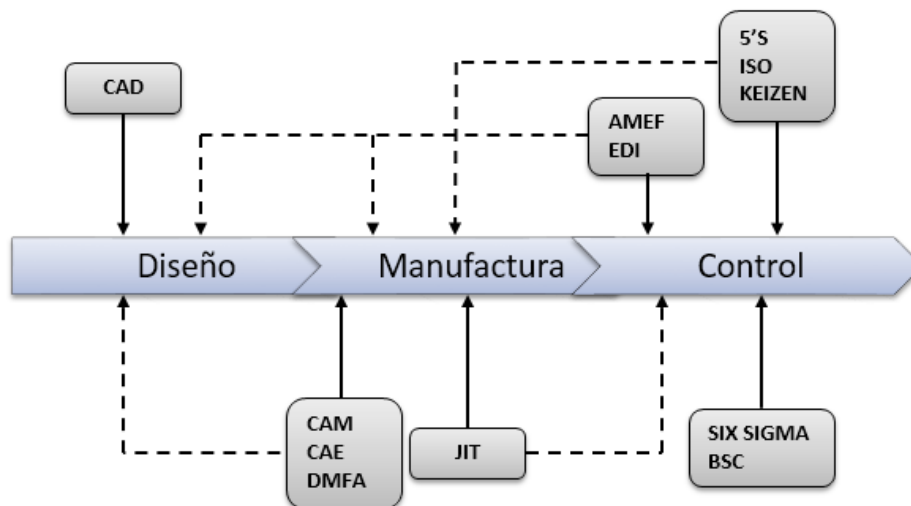
relevante del EDI es que los datos transmitidos se estructuran en formatos estandarizados, con esto se obtiene un intercambio y procesamiento en la terminal receptora sin necesidad de teclearlos nuevamente ya que el EDI ha adoptado normas internacionales en la arquitectura de las redes informáticas y en los formatos de los mensajes, con ello se elimina la necesidad de compatibilidad entre equipos o programas utilizados en cada extremo de la transmisión.

Con el EDI las empresas tienen la oportunidad de comunicarse más eficientemente, obteniendo mejoras en velocidad, calidad y contenido de la interacción del proceso de comunicación.

Por lo tanto el EDI administra el flujo de información de manera efectiva y segura, con la cual se realizan transacciones electrónicas incrementando la productividad y la eficiencia de la organización.

### 3.3 Herramientas y su relación con el proceso de manufactura

Habiendo seleccionado las herramientas, con las cuales se buscará la integración de las mismas en el proceso de implantación de la IC, es de suma importancia ubicar la etapa o etapas en las cuales intervienen en mayor grado, esto en las tres etapas principales del proceso de producción propuesto por Pullan et al. (2010), estas etapas son: Diseño, Manufactura y Ventas, cabe aclarar que la etapa de ventas queda fuera del alcance de este trabajo y en su lugar se incorpora la etapa de control, con lo anterior se busca tener una percepción más clara de cada una de las herramientas propuestas, así como las etapas en las cuales se involucran (ver figura 3.1).



**Figura 3.1.** Herramientas en relación al proceso de producción.

**Fuente:** Elaboración propia.

De la figura, se muestran cada una de las herramientas en la etapa en donde intervienen en mayor grado, esta representación está dada por una flecha continua, y para el caso en donde las herramientas también son solicitadas pero en menor grado se representa con una flecha discontinua. Cabe aclarar que para el proceso de producción en su última etapa es la comercialización o venta del producto, que para fines de este trabajo queda fuera de su alcance y por lo tanto no se aborda esa etapa, en cambio se incorpora la etapa de control que de acuerdo con García-Martínez (2013), es la que marca las pautas en la operación de las empresas, este autor define la etapa de control como:

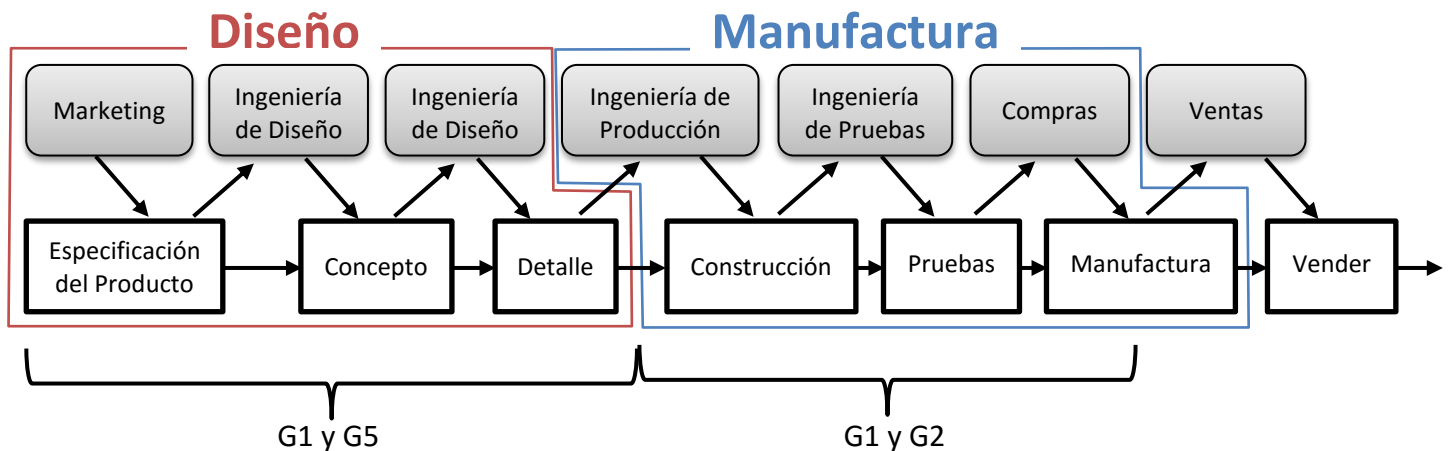
*El control de las operaciones de un negocio implica tener identificados los diferentes procesos dentro de una organización y definidas las variables que controlan el funcionamiento de cada uno de ellos, cualitativa y cuantitativamente, se implica el factor tiempo a lo referente a la frecuencia de medición y ajuste de las variables que minimicen las desviaciones sobre los resultados esperados.*

### 3.4 Problemas que presentan las PYMES industriales y su relación con el proceso de manufactura

A partir de la clasificación de empresas propuesta por Bautista (2008), en la cual se asocian grupos de problemas dominantes que presentan las PYMES (ver Capítulo 2), se determina en qué etapa del proceso de producción se presenta cada uno de estos grupos de problemas, esto con el objetivo de lograr una mejor percepción de los problemas que se pueden presentar en las diferentes etapas del proceso de producción, lo anterior se presenta en la figura 3.2. Para la ubicación de los diferentes grupos de problemas en las etapas del proceso de producción, se utiliza la definición de los mismos, esto se describe a continuación.

El grupo de problemas 1, se encuentra asociado a la planeación de la producción, en donde se tiene una vinculación a la organización del proceso productivo, así como del control de la calidad, es por esto que este grupo se le puede localizar en las etapas de diseño, manufactura y control. Para el grupo de problemas 2, está asociado a la operación técnica y presenta problemas ocasionados por el desconocimiento de la forma en que operan sus procesos, este grupo se encuentra en la etapa de manufactura. El grupo de problemas 3, se asocia a la dirección y dominio del proceso y presenta problemas como son: asignación de funciones y responsabilidades, definición de políticas internas, controles administrativos y de recurso, capacitación, etc. estos problemas se pueden asociar a la etapa de control del proceso productivo. Así mismo el grupo de problemas 4, se asocia a la seguridad y mantenimiento tanto

de las instalaciones como en el equipo y estos problemas son da la etapa de control. Finalmente para el grupo de problemas 5, en este grupo se presentan diversos tipos de problemas que no se encuentran en los cuatro grupos antes mencionados, y corresponden con las relaciones que mantienen las organizaciones con su entorno, como son: rotación de personal, diseño del producto, servicio al cliente, otros más están relacionados con la planeación de mediano y largo plazo, estos problemas se localizan en la etapa de diseño y control.

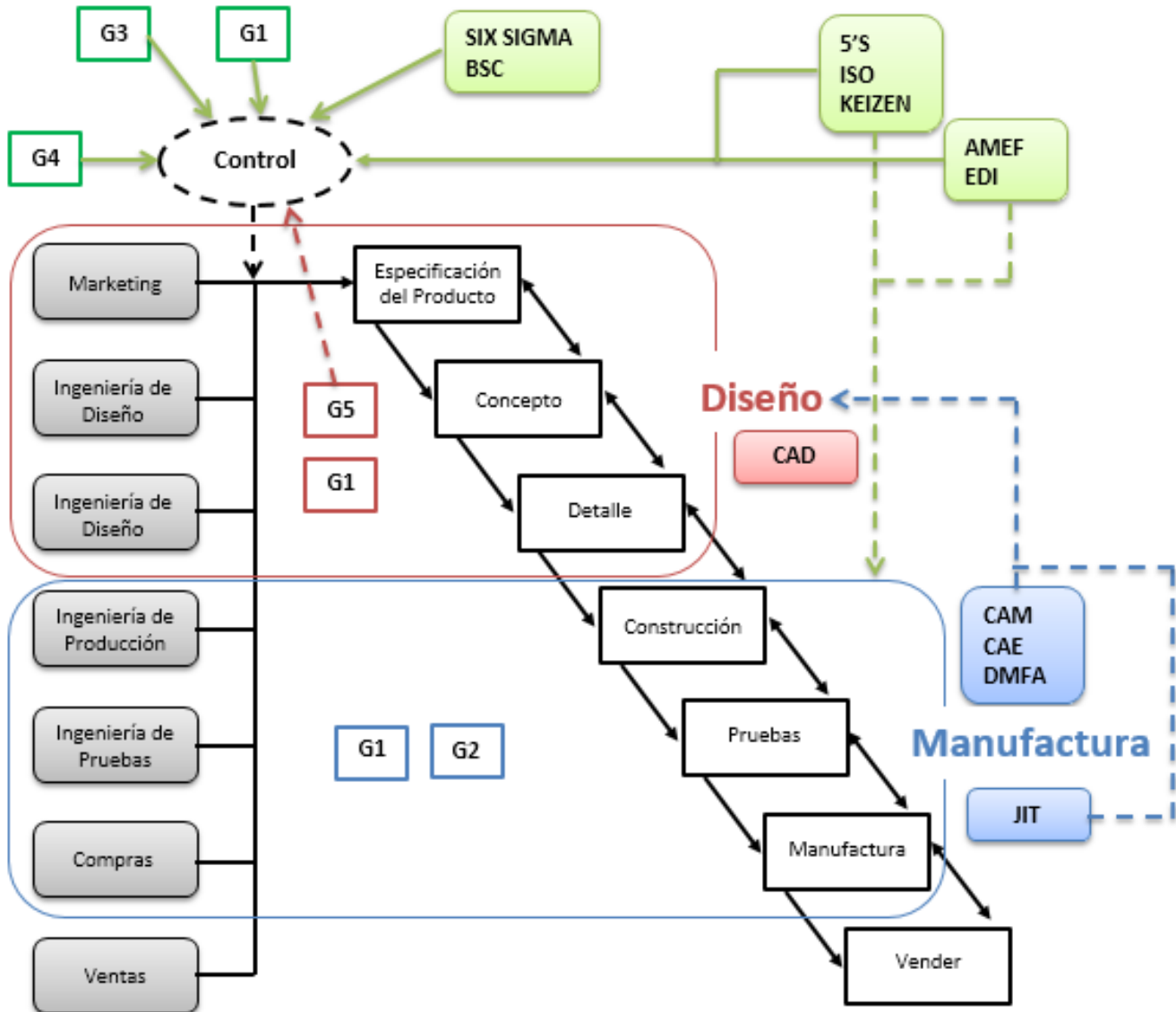


**Figura 3.2.** Producción secuencial  
Fuente: Modificado de Pullan et al., 2010.

En la Figura 3.2, se incorporan los grupos de problemas en sus respectivas etapas del proceso de producción, en donde el grupo 5 se encuentra en la etapa de diseño, el grupo 2 en la etapa de manufactura, el grupo 1 se ubica tanto en la etapa de diseño como en la de manufactura y los grupos de problemas 1, 3, 4 y 5, están asociados con el departamento de control, este departamento, de acuerdo con García-Martínez (2010), es el encargado de identificar los diferentes procesos dentro de una organización y definir las variables que controlan el funcionamiento de cada uno de ellos.

### 3.5 Proceso concurrente e integración de las herramientas y grupos de problemas

Una vez incorporadas las herramientas en el proceso de producción (ver Figura 3.1), así como los grupos de problemas (ver Figura 3.2), el siguiente paso es, introducir estos dos principios en el proceso de producción concurrente, para esto se realiza el siguiente diagrama (Figura 3.3).



**Figura 3.3.** Proceso de Manufactura concurrente con la integración de las herramientas y problemas en cada área específica en donde actúan.

**Fuente:** Modificada de Pullan, 2010.

De la figura 3.3, se tiene un panorama general de las herramientas y grupos de problemas en la etapa en donde intervienen cada uno de ellos, de igual manera que en la figura 3.1, las líneas discontinuas representan que esas herramientas y/o grupos de problemas también intervienen en la etapa correspondiente a la cual señalan, esto en menor grado que en la representación de la línea continua, que es en donde intervienen directamente, para esta última señalación en algunos casos no se tiene una línea continua en donde se señale que su intervención está asociada directamente a alguna etapa, en su lugar se colocó la herramienta y/o grupo de problema dentro del recuadro o a un costado del mismo, por ejemplo, para la etapa de diseño se decidió asociarle un recuadro, en el cual encierra cada uno de los departamentos o procesos

que le corresponden, de acuerdo al proceso concurrente que presenta Pullan et al. (2010), y en el interior del mismo se tiene asociado el grupo de problemas número 1 y 5, este último, a su vez está asociado en menor grado con la etapa de control, la cual es señalada por una línea discontinua y al costado del recuadro de diseño se colocó la herramienta CAD, la cual es la que interviene directamente en esta etapa del proceso de manufactura concurrente.

### 3.6 Marco Arquitectónico Empresarial

En este apartado se aborda un marco arquitectónico empresarial, basado en el marco de arquitectura extrema de Robinson (2007), este autor lo presenta como una matriz ortogonal en donde las filas se etiquetan con cinco sistemas independientes (Sector, Empresa, Proceso, Aplicación y Componente), por su parte las columnas de la matriz se etiquetan con cinco vistas arquitectónicas que en conjunto describen la empresa (Actividad, Información, Software, Datos y Tecnología), y por su parte las celdas individuales de la matriz se utilizan para organizar el contenido arquitectónico.

El marco propuesto para este trabajo a diferencia del de Robinson, se presenta en una serie de matrices no ortogonales, donde para la primera matriz las filas representan los grupos de problemas productivos que de acuerdo a Bautista (2008), son los que se presentan en las empresas manufactureras mexicanas, las columnas describen la arquitectura básica de las PYMES manufactureras y las celdas de la matriz son utilizadas para definir los problemas que se suscitan en términos de las características operativas, organizacionales y de información, características necesarias en las PYMES manufactureras para poder llevar a cabo la implantación de las herramientas de la IC, esta matriz es presentada en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1.** Marco arquitectónico empresarial de las PYMES manufactureras, en función de los grupos de problemas y sus características de implantación de la IC.

Problemas productivos	Características		
	Operativas	Organizacionales	Información
<b>Grupo 1</b>	Organización del proceso productivo		
<b>Grupo 2</b>	Desconocimiento de la operación de sus procesos y de requerimientos para un adecuado funcionamiento		
<b>Grupo 3</b>			Conciencia de la importancia de la documentación de los procesos para una toma de decisiones anticipada
<b>Grupo 4</b>	Medidas de seguridad de las instalaciones y equipo, mantenimiento de los equipos		
<b>Grupo 5</b>	Materiales inapropiados, diseño del producto, mano de obra extra, actualización de equipo y herramienta, especificaciones del producto	Rotación de personal, insuficiencia de personal, planeación de mediano y largo plazo	Documentación del proceso, pronósticos de producción

**Fuente:** Elaboración propia.

Teniendo las asociaciones de los problemas en función de las características de las PYMES manufactureras, el siguiente paso es determinar las áreas de mejora de cada una de las herramientas previamente seleccionadas de la IC, en función de las características de las PYMES manufactureras, con esto se logra determinar los problemas que se pudieran mejorar con cada una de las herramientas de la IC, en las distintas PYMES manufactureras (Tabla 3.2).

**Tabla 3.2.** Marco arquitectónico empresarial de las PyMEs Manufactureras, en función de las áreas de mejora en la implantación de las herramientas de la IC.

		Características			
		Operativas	Organizacionales	Información	
<b>Herramientas Blandas</b>	<b>Áreas de mejora en la implantación de herramientas</b>	<b>5'S</b>	Elimina las herramientas, documentos y materiales innecesarios, simplificando el suministro de herramientas y equipos		
		<b>ISO</b>	Disminuir los procesos, trabajos o actividades que se tienen que volver a realizar (repetir) por errores o defectos en el producto terminado	Incrementar la eficacia y/o eficiencia de la organización en el logro de sus objetivos	Estandarización de las actividades del personal por medio de la documentación, además Mide y monitorea el desempeño de los procesos
		<b>6σ</b>	Reduce la variabilidad de los procesos, basada en el análisis de datos y dirigida a la reducción y/o eliminación de defectos, tiempos improductivos y costos de cada producto, procesos o transacciones, a partir de los requerimientos del cliente	Analiza los procesos utilizados por los empleados para aumentar la calidad de los productos, procesos y servicios	
		<b>JIT</b>	Reduce los costos de operación y la eliminación de actividades innecesarias tanto en materiales, maquinaria y mano de obra, las cuales no agreguen valor al producto, además impone equilibrio, sincronización y flujo en el proceso productivo, ya sea en donde no exista o donde se pueda mejorar	Establece en la organización una cultura de intervención de los empleados, del trabajo en equipo	
		<b>Kaizen</b>	Elimina los desperdicios (tiempo, dinero, materiales, esfuerzos desaprovechados), elevando la calidad (de productos, servicios, relaciones, conducta personal, desarrollo de los empleados), reduciendo costos de diseño, manufactura, inventario y distribución.	Capacitación de forma regular en todos los niveles, tanto en la alta dirección, como a nivel operativo	Construye equipos de participación de empleados como sistemas de sugerencias.
		<b>BSC</b>		Convierte la estrategia de una empresa en acción y resultados, a través de la alineación de los objetivos de todas las perspectivas; financieras, clientes, procesos internos así como aprendizaje y crecimiento	



		Características			
		Operativas	Organizacionales	Información	
<b>Herramientas Duras</b>	<b>Áreas de mejora en la implantación de herramientas</b>	<b>CAD</b>	Reduce los costos de producción, permitiendo un menor número de personas para realizar el trabajo de muchos en una fracción de tiempo en comparación con los métodos tradicionales de diseño y técnicas de ingeniería, además mejora las técnicas de fabricación y de construcción, aumenta la estabilidad y la seguridad de los productos, con mayor precisión y con menos errores introducidos en el proceso		
		<b>CAM</b>	Ayuda a la eliminación de los errores del operador y a la reducción de los costos de mano de obra		
		<b>CAE</b>	Simula el desempeño y con ello realizar las mejoras a los diseños de los productos o bien como apoyo a la resolución de problemas de ingeniería		
		<b>DMFA</b>	Mejora los aspectos de manufactura, ensamble y costos, respetando las funciones esenciales del producto (simplifica los productos y mejora la calidad)	Analizar la cadena de suministros.	Mejorar la comunicación entre los departamentos de diseño, manufactura, compras y gestión.
		<b>AMEF</b>	Identifica fallas o defectos antes que estos ocurran y reduce los tiempos de desperdicios y re-trabajos		Documenta los conocimientos sobre los procesos
		<b>EDI</b>			Administra el flujo de la información de manera efectiva y segura, con la cual se realizan transacciones electrónicas incrementando la productividad y la eficiencia de la organización

Fuente: Elaboración propia.

Por último se presenta en una matriz no ortogonal en donde las filas se representan con las doce herramientas previamente seleccionadas, seis duras y seis blandas, y en las columnas tres conjuntos que describen la arquitectura básica de las PYMES manufactureras, las celdas de la matriz son utilizadas para definir las condiciones mínimas necesarias que requieren las herramientas para llevar a cabo su implantación, esta representación se muestra en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3.** Marco arquitectónico empresarial de las PYMES Manufactureras, en función de los requerimientos de las herramientas de la IC.

		Operativas	Organizacionales	Información	
<b>Herramientas Blandas</b>	Requerimientos de la IC	5'S		Cultura Organizacional (aceptación al cambio)	Comunicación entre los empleados
		ISO		Implicación de toda la organización incluyendo la alta dirección	Conocimiento de los procesos de la organización
		6σ	Herramientas estadísticas		Conocimiento de los requerimientos del cliente
		JIT	Ausencia de averías en las maquinas (mantenimiento preventivo))	Disciplina de todos los implicados en el proceso	
		Kaizen	Herramientas estadísticas	Intervención de toda la organización y capacitación en todos los niveles	
		BSC		Involucramiento de todos los niveles de la empresa	Análisis detallado de la organización (financiero, clientes, procesos, aprendizaje y crecimiento)
<b>Herramientas Duras</b>	Requerimientos de la IC	CAD	Software de computadora	Personal capacitado	Especificaciones del producto
		CAM	Bienes de capital alto		
		CAE	Software de computadora		
		DMFA	Concurrencia de TIC	Equipos de trabajo (pluridisciplinarios)	Conocimiento de los costos y recursos asociados al ciclo de vida del producto
		AMEF		Grupos de trabajo (multidisciplinario)	Conocimientos del producto, servicio y/o proceso
		EDI	TIC		

Fuente: Elaboración propia.

Con el desarrollo de las tres matrices, se pretende en primera instancia ubicar los grupos de problemas que se presentan en las PYMES manufactureras y asociarlos a las características de

implantación de las tecnologías de las IC (operativas, organizacionales y de información), posteriormente identificar las áreas de mejora que se logran con la implantación de las tecnologías de la IC en función de las condiciones operativas, organizacionales y de información, finalmente teniendo ubicado los grupos de problemas y las herramientas que sirven para mejorar estas áreas, se necesita determinar las condiciones de implantación de las herramientas para localizar las más adecuadas al tipo de PYMES manufactureras que se desee mejorar.

## 3.7 Validación de la propuesta mediante casos de estudio

### 1. Un marco para la implantación de la manufactura esbelta

Las principales razones de las malas aplicaciones Lean son: uso de herramientas equivocadas para resolver los problemas, uso de una sola herramienta para resolver todos los problemas y utilizar el mismo conjunto de herramientas en cada problema (Pavnaskar, Gershenson, y Jambekar, 2003, p. 3077).

Objetivo: proponer un marco para la aplicación Lean como enfoque de implantación basado en proyectos.

Este estudio identifica nueve factores relevantes para lograr la transición Lean, los cuales son:

1. Formación de equipo de expertos (facilita el cambio hacia Lean).
2. Análisis de la situación (define la brecha entre los resultados esperados y la situación actual).
3. Planeación de la comunicación Lean (comunicación con las partes interesadas a todos los niveles).
4. Procesos de formación (formación del conocimiento Lean a todos los niveles).
5. Herramientas Lean.
6. Mapeo de procesos (identificar las áreas que se deben mejorar).
7. Revisión de las experiencias adquiridas.
8. Evaluación Lean.
9. Monitoreo Lean y control o sostenimiento Lean

Bhasin y Burcher (2006), señalan la falta de una adecuada secuenciación del proyecto como uno de los principales problemas en la implantación Lean.

Entre las conclusiones de este estudio se señala que el elemento humano es un componente integral inherente del sistema Lean. La escasa mentalidad y la incomprensión del concepto Lean restringe fuertemente el proceso de ejecución Lean y reduce los beneficios esperados para la organización.

De acuerdo a los resultados de este caso se puede identificar por medio de los factores relevantes para lograr la transición lean, que estos factores están asociados a los requerimientos de las PYMES manufactureras, para las características organizacionales se puede identificar la formación de equipos de expertos y el mapeo de procesos, ahora para las características de información se tienen tanto la planeación de la comunicación y los procesos de formación.

## **2. Ingeniería concurrente para las fabricaciones globales**

Objetivo: demostrar la mejoría que puede hacerse en capacidades de fabricación globales a través de la implantación de las técnicas de IC que se han generado, probado y evaluado en las empresas que operan en los mercados nacionales e internacionales.

Las principales barreras que se reportaron durante la práctica de la IC fueron la renuencia de gestión y la resistencia al cambio, con un 41%, la falta de capacitación también con un 41% y la falta de conocimiento o información y la mala definición de la IC se destacaron en un 33%. Con lo anterior se puede determinar que para la implantación de la IC, es necesario cambios, tanto en aspectos organizacionales, administrativos, culturales y técnicos.

## **3. Factores críticos de éxito para la implantación Kaizen en las industrias manufactureras en México**

Objetivo: determinar los factores críticos de éxito para la implantación de la filosofía Kaizen en la industria maquiladora en Ciudad Juárez.

En un estudio realizado por Jaca et al. (2010), en la sostenibilidad de los sistemas de mejora continua en dos comunidades industriales de España y México, concluye que hubo pocas pistas de mejoras continuas, debido a una escasa cooperación de los operadores y de la organización, así como una gran resistencia al cambio por parte de los empleados en relación a la mejora de los sistemas.

Para este caso se determinó que hay siete principales factores críticos de éxito para la aplicación de la filosofía Kaizen. El factor crítico de éxito para la aplicación Kaizen en las empresas

mexicanas son: la formación y la educación de los trabajadores, proceso de comunicación entre los grupos y los administradores, la documentación y la evaluación de proyectos, la integración y premios para los trabajadores, la cultura de cambio y mejora, el compromiso de la dirección, y el enfoque en el cliente.

En base a los factores críticos de este estudio se determinan las características organizacionales, esto en la integración de los trabajadores y en la cultura de cambio, por su parte las características de información se encuentran en el proceso de comunicación entre los grupos y en la documentación de los proyectos.

#### **4. Factores humanos críticos de éxito para el kaizen y sus impactos en el rendimiento industrial**

Objetivo: Encontrar algunas relaciones de dependencia entre las actividades necesarias relacionadas con los factores humanos en el proceso de aplicación Kaizen (variables independientes) y algunos de los beneficios obtenidos (variables dependientes), que demuestren el impacto directo e indirecto entre las variables.

Para este caso se encontró que el compromiso de gestión, educación y la formación, son la base o pilar del éxito de un programa de aplicación Kaizen y que su rendimiento puede medirse mediante mejores procesos, los trabajadores y la satisfacción del cliente.

Y las conclusiones son las siguientes:

- Compromiso de la Gestión, la educación y la formación, y la motivación de los trabajadores son necesarios para una buena comunicación entre el personal involucrado en proyectos kaizen.
- Compromiso de la dirección es necesario para una buena educación y formación de un proceso de aplicación kaizen.
- Compromiso de la dirección es necesario para una buena motivación de los trabajadores en un proceso de aplicación kaizen.
- Comunicación y motivación es necesario para satisfacer a los trabajadores en un proceso de aplicación kaizen.
- Una buena comunicación y satisfacción de los trabajadores es necesaria para un buen y eficiente proceso durante la aplicación kaizen.
- Satisfacción de los Trabajadores y el proceso eficiente son necesarios para una buena satisfacción del cliente.

Conforme a las conclusiones de este caso, se determinan las características de implantación para las herramientas de la IC, como son las organizacionales, estas se encuentran en el compromiso de la gestión y dirección, las de información están inmersas en la educación y la formación de los trabajadores, así como en la comunicación para satisfacer a los trabajadores en los procesos de aplicación kaizen.

#### **5. Problemas en el desarrollo concurrente de nuevos productos: un estudio comparativo de profundidad de tres empresas**

Objetivo: Investigar la aplicación del Desarrollo Concurrente de Nuevos Productos (DCNP) en empresas con procesos de Desarrollo de Nuevos Productos (DNP) que tienen un nivel de complejidad de medio a alto y entre 12 y 18 meses de duración.

Las empresas en estudio fueron tres de diferentes países de Europa (Reino Unido, Alemania y Dinamarca).

##### Empresa A

- Diseño y producción de electrodomésticos.
- Cuenta con más de 200 empleados.
- Tiene un equipo de diseño de aproximadamente 100 funcionarios de diversas especialidades.

Esta empresa tiene como principal barrera al DCNP la “fuerza de organización funcional” (conflicto de intereses, recursos insuficientes, falta de empoderamiento de los equipos de proyectos, documentación).

Otra de las principales barreras es la integración de funciones.

##### Empresa B

- Tiene presencia en aproximadamente 130 países.
- Hardware de seguridad, sistemas de información y servicios, sistemas de fijación, hace el equipo de envases de vidrio, artículos deportivos, productos de plomería, productos para el hogar, herramientas de jardín y herramientas eléctricas.
- Cuenta con el diseño y desarrollo en un país y la producción en otro.

Las principales barreras para esta empresa fueron la coordinación global, colaboración y comunicación, así como también los equipos de múltiples sitios.

### Empresa C

- Fabricante de tamaño medio de instrumentos, analizadores y transductores electrónicos de medición y de prueba.
- Cuenta con aproximadamente 800 empleados.
- I + D tiene el 10% de la facturación.

Para la empresa C las principales barreras fueron la escasa participación de los proveedores y la integración y gestión de la contratación externa, otras de las barreras que se reportaron fueron la pobre estimación y planeación de los equipos de recursos humanos, además se encontraron problemas relacionados con la estructura organizacional, la cual para este caso es matricial, en donde el director del proyecto carecía del control sobre los recursos funcionales. Otras de las barreras fueron las relacionadas con la cultura, por ejemplo, que el personal tenía dificultades para integrarse en equipos, problemas de actitud para la solución de problemas.

El problema común de las tres empresas es la integración, es decir, comunicación y colaboración entre los diferentes grupos funcionales que permitan el correcto funcionamiento de la IC.

Para este caso de estudio, también se analizaron los factores que afectan la eficacia de la organización, esto como barreras indirectas, lo cual se presenta a tres niveles (organización, individual y medio ambiente). Los principales factores se presentan en las siguientes tablas con respecto a cada una de las empresas en estudio.

### Empresa A

La organización	Lo individual	El medio ambiente
Sistemas de control	Capacitación	Recursos
Estructura administrativa	Salarios/incentivos	Condiciones de la planta y equipo
Sistemas de recompensa	Personalidad	La competencia

### Empresa B

La organización	Lo individual	El medio ambiente
Base de poder de liderazgo	Experiencia	Recursos
Estructura administrativa	Capacitación	La competencia
Sistemas de control		Localización

## Empresa C

La organización	Lo individual	El medio ambiente
Objetivos de liderazgo	Personalidad	Recursos
Base de poder de liderazgo	Capacitación	Economía
Sistemas de control	Edad	La capacidad

A continuación se presentan los problemas reportados dentro del contexto del proceso de CNPD.

## Empresa A

Para esta empresa el mayor problema se encontró en la etapa de transición desde el diseño hasta la producción, y entre los principales problemas se encuentran:

- Escasa colaboración y comunicación entre funciones.
- Falta de tecnología apropiada (necesidad de nuevas herramientas de diseño).
- Falta de confianza y coordinación entre funciones.
- Demasiados residuos en el sistema.
- Construcción de equipos inadecuados y con compromisos en diferentes funciones.
- Escasa concurrencia y falta de comprensión del desarrollo de productos integrados en todos los niveles de la organización, sobre todo en la alta dirección.

## Empresa B

La integración de diseño y herramienta, junto con el uso inadecuado de la tecnología fue el mayor problema reportado para esta empresa, junto con los siguientes problemas:

- Comunicación a través de la cadena de suministro en el DNP, entre las funciones internas y externas con proveedores de productos y servicios.
- Control deficiente del proceso de definición del producto en las primeras etapas.
- Falta de rápida formación de masas o enfoques de aprendizaje en el uso de las nuevas tecnologías y técnicas.

## Empresa C

En esta empresa el mayor problema es que su concepto de los procesos de diseño y por lo tanto los ingenieros, no se integran adecuadamente con los procesos indirectos. Entre los principales problemas en el proceso de desarrollo del producto fueron:



- La falta de coincidencias del proceso o la integración de funciones cruzadas durante las primeras etapas del desarrollo del producto. Lo anterior ocasiona brechas en la especificación de requisitos.
- Gestión de recursos.
- Proceso inestable.

Para este caso las condiciones de implantación de la IC, se determinan mediante las barreras y problemas que se reportaron, conforme a las diferentes áreas en donde concurren y apoyándose en las características que presenta cada una de las condiciones de implantación (ver capítulo 2), las condiciones operacionales se asocian con los recursos insuficientes, falta de tecnología apropiada (necesidad de nuevas herramientas de diseño), integración de diseño y herramientas, uso inadecuado de la tecnología, carencia de la integración adecuada de los ingenieros con los procesos de diseño. Para el caso de las condiciones organizacionales se tiene el empoderamiento de los equipos de proyectos, coordinación global, equipos de múltiples sitios, planeación de los equipo de recursos humanos, estructura organizacional, sistemas de control, equipos inadecuados y con compromisos en diferentes funciones. Finalmente para las condiciones de información se contempla la documentación, colaboración y comunicación entre funciones.

A partir de los casos se puede establecer que la implantación de la IC está asociada a los requerimientos operacionales, organizacionales y de información que deberán de tener las empresas PYMES manufactureras, esta asociación se determina por medio de las áreas en donde se presentan los diferentes problemas y barreras, así como las áreas que de acuerdo a los autores de los casos, presentan como factores relevantes y/o críticos para lograr la transición de las herramientas, por otra parte, también se consideran las recomendaciones hechas por los autores.

Analizando y englobando los casos de estudio anteriores, se construye una lista genérica con los principales problemas que se reportaron en la implantación de los programas de mejora productiva, la cual es la siguiente:

#### Barreras/problemas

- Falta de continuidad de los proyectos
- Mentalidad y la incomprensión del concepto Lean
- Renuencia de gestión y resistencia al cambio de los empleados
- Capacitación
- El conocimiento o información y la mala definición de IC
- Escasa cooperación de los operadores y de la organización

- Conflicto de intereses
- Recursos insuficientes
- Falta de empoderamiento de los equipos de proyectos
- Documentación
- Integración de funciones
- Coordinación global
- Colaboración y comunicación
- Equipos de múltiples sitios
- Escasa participación de los proveedores
- Integración y gestión de la contratación externa
- Escasa estimación y planeación de los equipos de recursos humanos
- Estructura organizacional
- Culturales (Integración en equipos y problemas de actitud en la solución de problemas)
- Sistemas de control
- Estructura administrativa
- Sistemas de recompensa
- Salarios/incentivos
- Personalidad
- Recursos
- Condiciones de la planta y equipo
- Competencia
- Base de poder de liderazgo
- Experiencia
- Localización
- Objetivos de liderazgo
- Economía
- La capacidad
- Escasa colaboración y comunicación entre funciones
- Tecnología inapropiada
- Falta de confianza y coordinación entre funciones
- Demasiados residuos en el sistema
- Construcción de equipos inadecuados y con compromisos en diferentes funciones
- Escasa concurrencia y falta de comprensión del desarrollo de productos integrados en todos los niveles de la organización, sobre todo en la alta dirección.
- Comunicación a través de la cadena de suministro en el DNP, entre las funciones internas y externas con proveedores de productos y servicios
- Control deficiente del proceso de definición del producto en las primeras etapas

- Falta de rápida formación de masas o enfoques de aprendizaje en el uso de las nuevas tecnologías y técnicas
- La falta de coincidencias del proceso o la integración de funciones cruzadas durante las primeras etapas del desarrollo del producto
- Gestión de recursos
- Proceso inestable

Con los problemas enlistados anteriormente, se elabora la tabla 4.1, en donde se agrupan cada uno de los diferentes problemas en un grupo específico que describan la arquitectura básica de las PYMES manufactureras, esto en términos de los requerimientos operacionales, organizacionales y de información, el propósito de esta agrupación es validar de alguna manera la asociación de los grupos de problemas con los requerimientos de implantación de la IC en las PYMES manufactureras, se puede observar que la asignación de problemas en cada uno de los requerimientos de implantación de la IC, presentan una gran concordancia con los descritos por Bautista (2008), problemas que fueron tomados como marco para la elaboración de este trabajo, y de los cuales se clasificaron en términos operacionales, organizacionales y de información, (ver capítulo 3).

**Tabla 4.1.** Problemas de implantación de IC, en términos tecnológicos, organizacionales y de información.

**Fuente.** Elaboración propia

<b>Operativas</b>	<b>Organizacionales</b>	<b>Información</b>	<b>Otros</b>
Condiciones de la planta y equipo	Falta de continuidad de los proyectos	El conocimiento o información y la mala definición de IC	Mentalidad e incomprensión de la metodología
Tecnología inapropiada	Renuencia de gestión	Documentación	Conflicto de intereses
Demasiados residuos en el sistema.	Capacitación	Colaboración y comunicación	Culturales (Integración en equipos y problemas de actitud en la solución de problemas)
La falta de coincidencias del proceso o la integración de funciones cruzadas durante las primeras etapas del desarrollo del producto	Escasa cooperación de los operadores y de la organización	Comunicación a través de la cadena de suministro en el DNP, entre las funciones internas y externas con proveedores de productos y servicios.	Resistencia al cambio de los empleados
	Recursos insuficientes	Falta de rápida formación de masas o enfoques de aprendizaje en el uso de las nuevas tecnologías y técnicas.	Salarios/incentivos

continuación

<b>Operativas</b>	<b>Organizacionales</b>	<b>Información</b>	<b>Otros</b>
	Falta de empoderamiento de los equipos de proyectos		Personalidad
	Integración de funciones		Recursos
	Coordinación global		Competencia
	Equipos de múltiples sitios		Experiencia
	Escasa participación de los proveedores		Localización
	Integración y gestión de la contratación externa		Economía
	Escasa estimación y planeación de los equipos de recursos humanos		La capacidad
	Estructura organizacional		Proceso inestable
	Sistemas de control		
	Sistemas de recompensa		
	Capacitación		
	Base de poder de liderazgo		
	Objetivos de liderazgo		
	Escasa colaboración y comunicación entre funciones		
	Falta de confianza y coordinación entre funciones.		
	Construcción de equipos inadecuados y con compromisos en diferentes funciones		
	Escasa concurrencia y falta de comprensión del desarrollo de productos integrados en todos los niveles de la organización, sobre todo en la alta dirección		
	Control deficiente del proceso de definición del producto en las primeras etapas.		
	Gestión de recursos.		

# Capítulo 4

## Conclusiones

En el desarrollo de este trabajo de investigación, se clasificaron las empresas de acuerdo a los grupos de problemas productivos de los que adolecen, esta clasificación estuvo asociada a las condiciones de implantación de la IC. Las condiciones se determinaron mediante la revisión documental, las resultantes son: operacionales, organizacionales y de información.

Para el caso de las PYMES manufactureras se diagnosticó que las condiciones son inadecuadas, esto es, sería difícil implantar IC en su conjunto, esto implica que sólo podrían llevar a cabo mejoras parciales productivas y competitivas a partir de la implantación aislada de herramientas, principalmente blandas.

En el contexto de la implantación de IC, se identificaron 12 herramientas o tecnologías (seis blandas y seis duras) que abarcaran las tres etapas principales de los procesos de producción (Pullan et al., 2010), estas etapas son: Diseño, Manufactura y Ventas. Para los propósitos de esta tesis, se sustituyó la etapa de ventas por una etapa de control, que de acuerdo a García-Martínez (2013), es la que marca las pautas en la operación de las empresas.

Las tecnologías blandas hacen posible la gestión eficaz en la organización, especialmente en procesos y procedimientos interdependientes. Las tecnologías definidas como blandas son: 5'S, Normas ISO, Six sigma, JIT, Kaizen y BSC. Las tecnologías duras son necesarias para simplificar el manejo de la información, los procesos de diseño y de fabricación. Las definidas como tecnologías duras son: CAD, CAM, CAE, DFMA, AMEF y EDI.

La ubicación de las tecnologías suaves y duras en el proceso de producción, muestra las etapas del proceso (diseño, manufactura y control) en las cuales estas tecnologías son solicitadas, cabe aclarar que las tecnologías seleccionadas pueden intervenir en más de una etapa del proceso de producción, solo que en alguna de las etapas se solicitaran en mayor grado que en otras. Teniendo incorporadas las tecnologías en el proceso de producción, se incorporan los grupos de problemas en el proceso de producción concurrente propuesto por Pullan et al. (2010), con lo anterior se logra obtener un panorama general de las tecnologías y grupos de problemas en cada una de las etapas en donde intervienen.

El producto más importante de esta tesis son tres instrumentos de diagnóstico, tres matrices. La primera matriz asocia los grupos de problemas tipo que se suscitan en las organizaciones y las condiciones de implantación de la IC. Esto considera que algunos grupos de problemas tipo

definen el comportamiento de las empresas. El resultado de esta matriz es la clasificación de los grupos de problemas de acuerdo a las condiciones operacionales, organizacionales y de información de las PYMES manufactureras.

La segunda matriz asocia las tecnologías de la IC y las condiciones de implantación de la IC a considerar en las PYMES manufactureras, esto permite ubicar las áreas de mejora donde aplicar cada tecnología de IC. Esto a su vez permite determinar los problemas a resolver con la implantación de cada una de las tecnologías de la IC.

Por último la tercera matriz asocia las tecnologías de la IC y las condiciones de implantación de la IC, esta matriz define las condiciones necesarias para implantar tecnologías de IC, lo cual permite seleccionar las herramientas adecuadas al tipo de PYME manufacturera.

Este trabajo de investigación propone una forma de diagnosticar las condiciones operacionales, organizacionales y de información de las PYMES manufactureras que lleve a determinar alternativas de implantación de la IC o de sus tecnologías.

Se desarrollaron instrumentos para hacer diagnóstico de las condiciones de implantación de la IC, los instrumentos son tres matrices que en conjunto identifican los problemas de las PYMES manufactureras que se desean solucionar, así como la selección de herramientas que sirven para mejorar los problemas, para finalmente determinar las condiciones necesarias que requieren las herramientas para llevar a cabo su implantación.

Se concluye que la posibilidad de implantar IC en las PYMES manufactureras está limitada por sus condiciones operacionales, organizacionales y de información. La mayoría de tecnologías de IC requieren que las organizaciones presenten niveles operacionales, organizacionales y de información adecuados (que cumplan con las condiciones de implantación que requieren las herramientas de la IC).

Las condiciones de implantación de las tecnologías de IC están asociadas a las grandes empresas, esto contrasta con la realidad de las PYMES. Éstas tienen pocos mecanismos de gestión y herramientas tecnológicamente inadecuadas y/o rezagadas (obsoletas) a sus procesos de producción y esto hace que los problemas de implantación de IC sean mayores. Sin embargo, las PYMES requieren mejoras productivas y competitivas sustanciales que se pueden obtener a partir de la IC y de la implantación de alguna de sus herramientas.

El diagnóstico lleva a pensar que la IC se podría implantarse mejor en las empresas medianas mexicanas y no tanto así en las micro y pequeñas empresas. Para estas últimas, solo se le podrían implantar algunas de las herramientas dirigidas a mejorar la productividad. Tendría que empezarse con herramientas blandas para alinear objetivos y definir directrices de la organización, por ejemplo, 5'S, Ishikawa, lluvia de ideas, círculos de calidad, trabajo en equipo, etc.

La propuesta de esta tesis se trató de validar a través de revisar casos de implantación, reportados en la literatura, de IC o de alguna de sus tecnologías, con este ejercicio se concluye que el éxito en la implantación de IC está asociada a las condiciones operacionales, organizacionales y de información.

Además, de los casos, se concluye que los problemas en la implantación de IC o de sus tecnologías, concuerdan con los problemas tipo utilizados como marco para la elaboración de los instrumentos de diagnóstico.

De la revisión de los casos se concluye que:

1. Es posible asociar las herramientas de la IC con los problemas presentes en las empresas.
2. Los problemas que se tuvieron en los casos se pudieron haber evitado si se hubiera usado la herramienta propuesta para diagnosticar las condiciones de implantación.

Para llevar a cabo la implantación de la IC o alguna de sus herramientas, la cuestión no es implantar la herramienta que solucione el tipo de problema que presenta la empresa, sino verificar las condiciones que la herramienta necesita.

# Referencias

Ahuett, H., (2006). Evolución de las metodologías de apoyo a la ingeniería concurrente. Tecnológico de Monterrey (ITESM), México.

Albino, V., Garavelli, A.C., Schiuma, G., [2001]. *A metric for measuring knowledge codification in organization learning*. Technovation. 21, 413–422.

Bautista, G. T, Una Propuesta Metodológica para Diseñar Programas de Mejora Productiva Eficaces (Tesis Doctoral). UNAM. Posgrado de Ingeniería. México, D.F.

Bohn, Rogers (1994). *Measuring and managing technological knowledge*. Sloan Management Review 36 (fall), pp. 61-73.

Bravo, M. A. y Márquez E. B., (2001). Estudio descriptivo de la estructura organizacional como factor facilitador para el éxito de empresas innovadoras de Barranquilla. Universidad del Atlántico – Universidad del Norte, Colombia.

British American Tobacco México. (s.f.). *Manufactura del cigarro*. Recuperado el 18 de diciembre de 2013, de <http://www.batmexico.com.mx>

Capuzo R. Salvador. *Introducción al Proyecto de Producción: Ingeniería Concurrente para el Diseño de Producto*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Servicio de Publicaciones, 1999.

Carole Baudin, (2011). Criterios de transferibilidad del enfoque concurrente en los procesos de diseño y desarrollo de productos de las pequeñas y medianas empresas chilenas. Revista chilena de ingeniería, vol. 19 N° 1, pp. 146-161.

Checkland, P. (1995). Model Validation in Soft Systems Practice. Systems Research, Vol. 12, No. 1, pp 47-54.

Club Peugeot. (15 de noviembre de 2007). *Proceso Fabricación Automóvil*. Recuperado el 19 de diciembre de 2013, de <http://www.clubpeugeot.es>



Fernandez G. J., López G. V., Sánchez L. R., Antuña N. R. (2010). *Diseño para la Fabricación y Ensamble*, Obtenido el 20 de Diciembre de 2014, de [http://www.prodintec.es/catalogo/ficheros/aplicaciones/fichero\\_15\\_4333.pdf](http://www.prodintec.es/catalogo/ficheros/aplicaciones/fichero_15_4333.pdf)

García Martínez, Mariano A., (2013). *El Desarrollo Organizacional en las Pequeñas Empresas: Una Propuesta de Intervención Interactiva* (Tesis de Doctorado). UNAM, Posgrado de Ingeniería, México, D.F.

Gomes, D. F., Lopes, M. P., & De Carvalho, C. V. (2013). Serious games for lean manufacturing: The 5S game. *Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 8(4), 191–196. <http://doi.org/10.1109/RITA.2013.2284955>

Hall, Richard H. Organizaciones. *Estructuras, Procesos y Resultados*, México, Pearson-PrenticeHall, 6ª. Ed. 1996.

INEGI. (s.f.). *Análisis de la demografía de los establecimientos 2012*. Recuperado el 16 de diciembre de 2013, de <http://www.inegi.org.mx>

INEGI. (s.f.). *Análisis de la demografía los establecimientos*. Recuperado el 16 de diciembre de 2013, de <http://www.inegi.org.mx>

INEGI. (s.f.). *Censos económicos 2009*. Recuperado el 18 de diciembre de 2013, de <http://www.inegi.org.mx>

INEGI. (s.f.). *Sistemas de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2013*. Recuperado el 17 de diciembre de 2013, de <http://www.inegi.org.mx>

J. Peterson and S. Roland, *The 5S Pocket Guide*, Productivity. Portland, OR, USA: Productivity, 1998.

J. Ríos, A. Vizán, J.M. Pérez, J.J. Márquez, J Barreiro, J. Labarga, X. Pastor and M. Montano. "Ingeniería concurrente en el diseño de moldes de inyección". Informe de proyectos: TAP-96-1453-C02-02 (CICYT), D204/1998(ATYCA-MINER). España. 1999.

LeanSolutions. *AMEF, Análisis De Modo Y Efecto De La Falla*. Obtenido el 21 de Diciembre de 2014, de <http://www.leansolutions.co/conceptos/amef/>



<http://find.galegroup.com/gic/infomark.do?&source=gale&idigest=dffe6007b900f88fbd8de5cc20952712&prodId=GIC&userGroupName=pu&tabID=T004&docId=CJ129641968&type=retrieve&contentSet=IAC-Documents&version=1.0>

Render, Barry, (2009). Principios de administración de operaciones. Séptima edición. PEARSON EDUCACIÓN, México.

Secretaria de economía, Proméxico. (s.f.). *PyMES, eslabón fundamental para el crecimiento de México*. Recuperado el 16 de diciembre de 2013, de <http://www.economia.gob.mx>

Siemens. CAE/Ingeniería Asistida por Computadora. Recuperado el 16 de Diciembre de 2014, de [http://www.plm.automation.siemens.com/es\\_mx/plm/cae.shtml](http://www.plm.automation.siemens.com/es_mx/plm/cae.shtml)

Steiner, George A., (2001), *Planeación Estratégica*, México, CECSA.

T. Pullan, M. Bhasi, and G. Madhu, (2010). Application of concurrent engineering in manufacturing industry. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 23, No. 5, 425–440.

Tecnoparque Colombia, (8 de junio 2012). Automatice sus productos y procesos con herramientas PLM. Recuperado el 14 de diciembre de 2015, de <http://www.tecnoparquecolombia.edu.co>

Vivancos, C. J., Fenollosa, A. F., Costa H. L. (s.f). *Tendencias actuales de los sistemas CAD/CAE/CAM*. Universidad Politécnica de Cataluña Centro CIM (UPC-ICT). Recuperado el 16 de Diciembre de 2014, de <http://www.teleworkspain.com/Art019.htm>