
MODELO ESTRATEGICO PARA LA IMPLEMENTACION DEL CONTROL NUMERICO

* Este artículo resume los resultados del trabajo investigativo de los autores para optar al título de Maestría de Administración de la Universidad EAFIT, con la dirección del ingeniero Dr. Francisco Piedrahíta Echeverri.

GERMAN H. CORREA BOTERO
SANTIAGO J. ECHAVARRIA ESCOBAR

I. INTRODUCCION

El país se enfrenta hoy a una realidad inaplazable: la reconversión industrial, planteada por el gobierno como eje central de la internacionalización de la economía.

Para la industria en general, la adopción de las nuevas tecnologías se convierte en un evento estratégico fundamental dentro de sus objetivos centrales, como son los de garantizar el crecimiento y la supervivencia de las empresas.

Para el sector metalmecánico, la tecnología del control numérico, aplicada principalmente a las máquinas herramientas, representa sin duda una alternativa concreta en el proceso de modernización; por esta razón consideramos de máximo interés realizar una investigación alrededor de dicha tecnología con el fin de evaluar en una forma sistémica las diferentes experiencias empresariales, tratando de destacar los factores de éxito y/o dificultad vividos al interior de las organizaciones, con el fin de ofrecerles a otros industriales un modelo que les permita realizar una evaluación apropiada de la tecnología de control numérico y una implementación exitosa de la misma.

El informe final contiene en su primera parte un tratamiento teórico de control numérico y su proceso de implementación industrial, en el cual se presenta además el proceso del cambio y administración de la tecnología dentro del marco de la gerencia total. La segunda parte contiene el soporte investigativo del trabajo, sus resultados y posterior análisis, para llegar finalmente al planteamiento del modelo estratégico para la evaluación e implementación del control numérico; concluye con una serie de recomendaciones planteadas por los gerentes de las empresas estudiadas.

Estamos seguros de que la aplicación rigurosa del modelo propuesto ofrecerá a las empresas la oportunidad de responder en forma clara y objetiva al cambio tecnológico que el momento le exige a las organizaciones.

En este artículo se describirán brevemente a continuación aspectos relacionados con el proceso investigativo realizado, para exponer finalmente el modelo estratégico desarrollado y algunas recomendaciones importantes que deben leer los gerentes interesados en la tecnología de control numérico.

II. PROCESO INVESTIGATIVO

Para la investigación, realizada en Medellín, se aplicó el método de "estudio de casos" y se descartó un tamaño de muestra obtenido estadísticamente, debido precisamente al tamaño reducido y a la especificidad del universo en consideración.

Para seleccionar la muestra se ubicaron entonces diferentes tipos de empresas correspondientes a diversos sectores y especialidades de la industria metalmecánica, quedando conformada finalmente así:

Cinco empresas que poseen equipos de CNC.

Cinco empresas que no tienen CNC.

Tres instituciones educativas (dos que tienen CNC y una que no tiene).

Dos distribuidores de maquinaria de CNC.

La investigación fue diseñada para obtener, de una parte las distintas experiencias y vivencias de las compañías, producto de la existencia o no de estrategias específicas sobre el control numérico; de otra parte, se pretendió captar el nivel de creencias, actitudes y prácticas propias de cada organización frente a la tecnología bajo estudio, con base en un marco teórico y en varios aspectos organizacionales considerados.

Se utilizaron dos instrumentos en paralelo destinados a la captura de la información necesaria para el desarrollo de cada uno de los grandes objetivos de la investigación mencionados anteriormente, respectivamente.

A) Entrevista

Se orientó directamente a la gerencia con el objeto de captar los aspectos relevantes, las estrategias y la evolución de la empresa en el tiempo frente al control numérico.

Con el fin de facilitar el trabajo de campo la tabulación y el análisis de la información, se desarrolló una matriz estratégica que permitiera conocer la influencia de factores internos y externos a la empresa sobre los resultados obtenidos por la misma.

La figura 1 presenta los aspectos que se tuvieron en cuenta para la elaboración de la matriz mediante la cual se enfocó y analizó la entrevista.

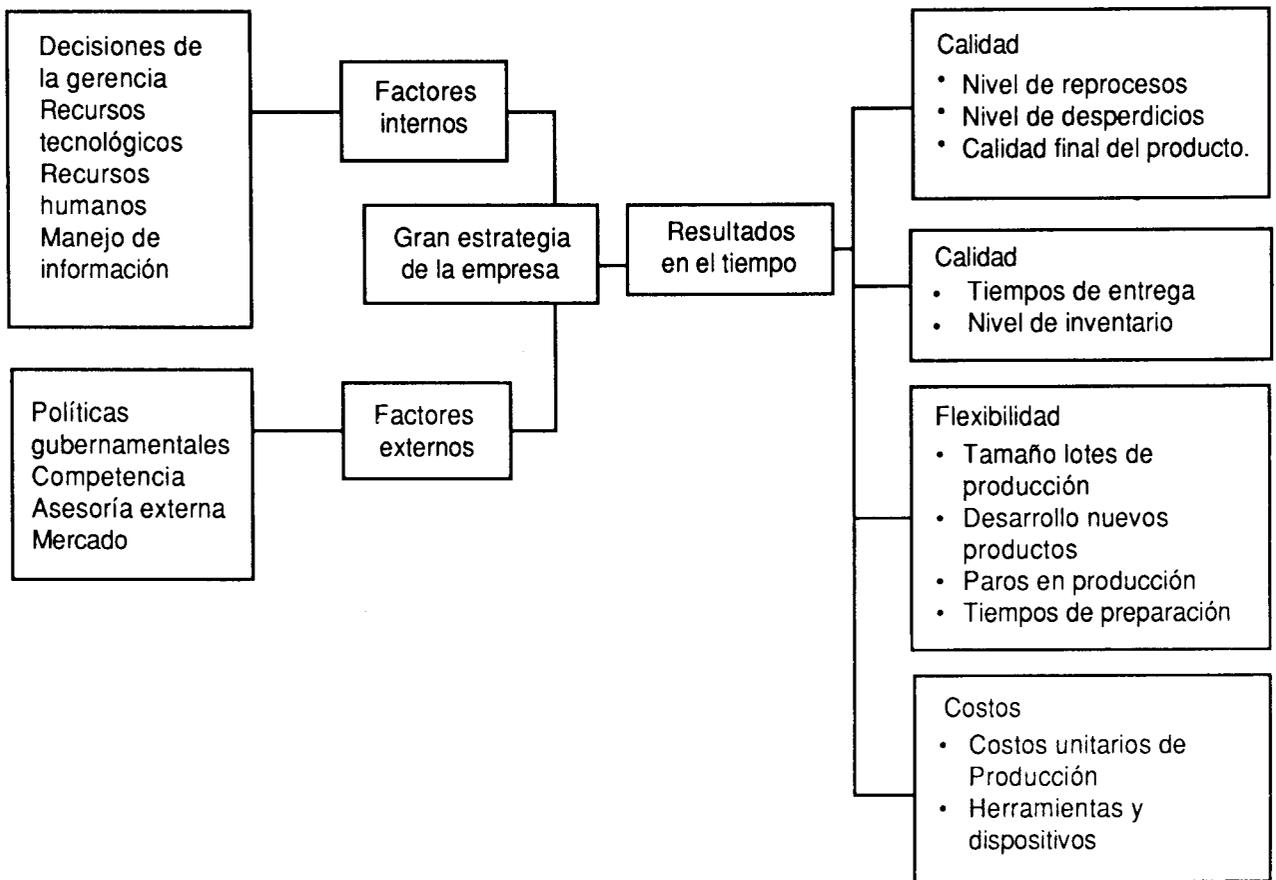


Figura 1: Elementos básicos de la matriz estratégica

B) Encuesta

Se consideraron cuatro grandes áreas funcionales dentro de la organización, las cuales cobijan a su vez los sectores más afines; éstas son:

Area 1: Administrativa

Area 2: Mercadeo y ventas

Area 3: Recurso humano

Area 4: Producción.

Para la estructuración de la encuesta se estudiaron entonces los diferentes enfoques de las cuatro áreas funcionales descritas, los diversos niveles de conocimiento, actitud y práctica y sus intereses particulares, y se formularon, con base en los conceptos teóricos de la tecnología bajo estudio, una serie de hipótesis que se validaron mediante la respuesta a preguntas concretas contenidas en un formulario.

III. MODELO ESTRATEGICO

A continuación se presenta el modelo estratégico para la evaluación e implementación del control numérico, Figura 2, objetivo central de la tesis, el cual fue desarrollado a partir de la investigación realizada y los resultados obtenidos mediante el análisis conjunto de las hipótesis planteadas y las rutas estratégicas consideradas, de acuerdo con la metodología propuesta dentro del proyecto. Se debe subrayar que la aplicación sistemática y paso a paso del mismo, les ofrecerá a las empresas elementos claros para la toma adecuada de una decisión tan importante como la adopción de una tecnología de este tipo.

Es necesario resaltar que dadas las características mismas de la problemática administrativa, humana y técnica que abarca la adopción de una nueva tecnología, asociada a la dinámica del entorno mediato e inmediato en que vive cada empresa, el modelo estratégico presentado debe ser considerado y ajustado a los objetivos y recursos de cada

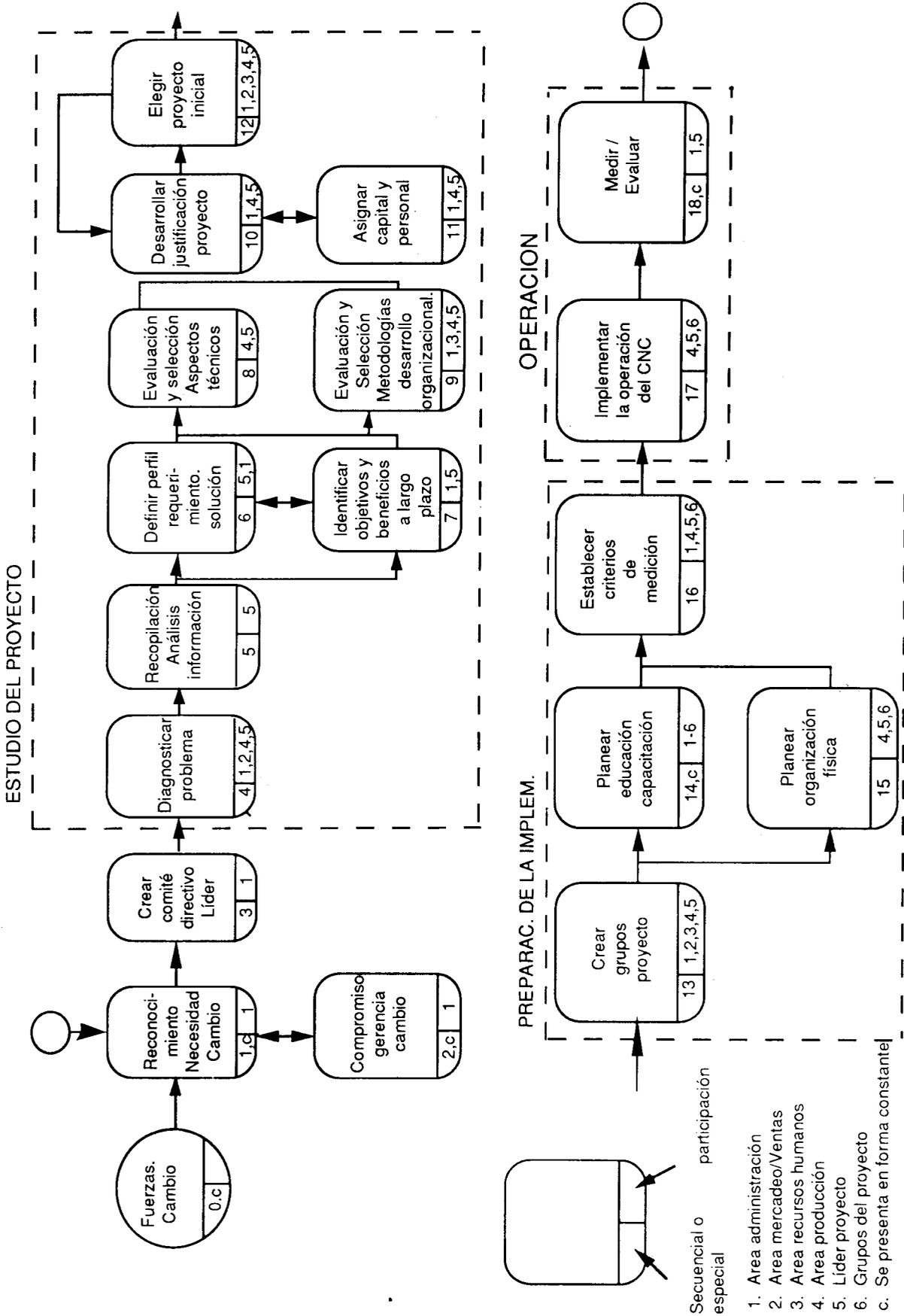


Figura 2: Modelo Estratégico

organización. Lo anterior no significa en ningún momento que las etapas o actividades expuestas puedan pasarse por alto, ya que éstas han sido extractadas de las experiencias prácticas y de las recomendaciones dadas por las empresas analizadas.

Si bien es cierto que la investigación fue desarrollada en el sector metalmecánico, consideramos que los resultados obtenidos y el modelo propuesto pueden extrapolarse a otro tipo de empresas usuarias del CNC, dados los elementos comunes que impone la tecnología, sin embargo la validez de dichos conceptos puede someterse a posteriores investigaciones.

Seguidamente se comentan aspectos relevantes sobre cada una de las etapas del modelo propuesto, referenciándolas de acuerdo con la nomenclatura presentada en el mismo.

Actividad o fuerza de cambio

Son el conjunto de factores internos y externos a la organización que están afectando la competitividad y supervivencia misma de la organización.

Actividad 1. Reconocimiento de la necesidad de cambio

La empresa identifica, a través de sus líderes, ciertas fuerzas que la obligan a reevaluar sus estrategias específicas.

La concepción sistémica de la empresa y su entorno permite reconocer más fácilmente la necesidad de cambio.

Una permanente autoevaluación por parte de la empresa, induce a su vez a cuestionar constantemente las condiciones de operación del negocio.

Actividad 2. Compromiso gerencial con el cambio

La alta gerencia debe hacerse no sólo responsable general del esfuerzo de evaluación del proyecto CNC, sino también del proceso de implementación, manifestándolo a través de la participación activa y continua durante el desarrollo del mismo.

El éxito de un proyecto en el cual se involucren nuevas tecnologías, como el CNC, depende cada vez más del nivel de compromiso de la alta dirección.

Actividad 3. Crear un comité directivo y asignar un líder

Se debe crear un comité de dirección conformado por los ejecutivos responsables de la toma de decisiones al más alto nivel, en el cual se representen todas las diferentes áreas funcionales de la compañía.

La misión de este comité consiste en analizar el proyecto en todas sus etapas, establecer prioridades, administrar los recursos y canalizar las inversiones necesarias para llevar a cabo exitosamente el proyecto.

En este momento se puede nombrar un líder y asignar una o dos personas auxiliares que le reporten a éste, a fin de adelantar el trabajo de evaluación de la tecnología.

Actividad 4. Diagnosticar el problema

Una vez la gerencia ha reconocido la necesidad de cambio y ha considerado la variable tecnológica como una posible alternativa de mejoramiento, el líder debe hacer un completo análisis del problema.

Se deben entonces reconocer y describir, lo más claramente posible, los problemas internos y externos (debilidades y amenazas), que se presume pueden tener relación con la tecnología del CNC como solución deseada.

Actividad 5. Recopilación y análisis de la información

La participación positiva de las diferentes áreas de la empresa, las experiencias de otras organizaciones, los centros educativos, los proveedores de soluciones, los asesores y consultores industriales y la visita a ferias entre otros elementos, son esenciales para obtener un buen nivel de información.

Actividad 6. Definir perfil de requerimientos de la solución

Para la definición del perfil de requerimientos no se puede pasar por alto la realización de un estudio técnico del espectro de piezas que fabrica actualmente la empresa, incluyendo aquellas que se proyectan en un futuro a ciertos mercados objetivo.

Debe elaborarse un documento (Pliego de condiciones) que contenga las características exigidas

(factores críticos) y deseadas de una solución completa de CNC, en el cual se consideren las especificaciones técnicas necesarias, las mismas que deben cumplir las máquinas, dispositivos, herramientas, etc. que se vayan a seleccionar.

Actividad 7. Identificar los beneficios y objetivos a largo plazo

La implementación de nuevas tecnologías no puede obedecer a planes de corto plazo, más bien ésta se convierte en una estrategia de largo plazo para mejorar la rentabilidad de la empresa.

Es necesario que la alta dirección, representada por el comité directivo y por el líder del proyecto, proporcionen orientaciones estratégicas y cuantifiquen en forma concreta los beneficios esperados.

Actividad 8. Evaluación y selección de los aspectos técnicos

Las distintas ofertas de los proveedores deben seleccionarse inicialmente con base en criterios de tipo técnico.

Esta es la etapa en que se cruza el perfil de requerimientos contra las diferentes alternativas de solución propuestas.

Se aclara que si una alternativa no cumple con las características exigidas (factores críticos) en el pliego de condiciones, se elimina inmediatamente del análisis.

Actividad 9. Evaluación y selección de métodos y estrategias de desarrollo organizacional

En forma paralela a los aspectos técnicos deben considerarse todos los aspectos administrativos que conlleva la decisión de utilizar una nueva tecnología como el CNC.

El cambio organizacional debe planificarse, seleccionando principalmente los métodos y estrategias que acompañarán la introducción del CNC, especialmente a nivel del recurso humano.

Deben reconsiderarse entonces, dependiendo de la magnitud del cambio tecnológico, los criterios de selección del personal, los sistemas de entrenamiento, las políticas de remuneración, el manejo de las relaciones laborales, las condiciones de trabajo y el diseño de la organización en general.

Actividad 10. Desarrollar la justificación del proyecto

La elaboración de una justificación formal es imprescindible para darle vía libre al proyecto.

La dificultad de elaborar una justificación de este tipo está ligada a la mezcla de variables de tipo cuantitativo y cualitativo; se recomienda entonces clasificar estas variables en tres grandes grupos: costos, beneficios económicos y factores subjetivos, como se aprecia en la figura 3.

Los costos del proyecto deben entenderse como el nivel de inversión necesario, y por lo general son los más sencillos de identificar.

De otra parte, se deben cuantificar económicamente los beneficios esperados, los cuales pueden ser tangibles o intangibles.

Las diferentes ofertas propuestas, entre las cuales se debe seleccionar la mejor, son sometidas, con base en los criterios anteriores, a los análisis económicos normales, tales como cálculo del retorno a la inversión (TIR) y flujos de efectivo, etc., con el fin de poder evaluar la factibilidad económica del proyecto.

Paralelamente, se deben calificar los factores subjetivos para cada una de las alternativas en cuestión, previa ponderación relativa entre ellos.

Finalmente, se combinan las medidas económicas y las subjetivas mediante un nuevo sistema de ponderación, el cual permite seleccionar la alternativa óptima.

Actividad 11. Asignar capital y personal

La mejor evidencia de participación y compromiso es la autorización para todas las inversiones del proyecto.

Los fondos asignados a éste deben ser determinados antes de iniciar la implementación, concretamente en la actividad 10, en la cual se desarrolla la justificación del proyecto.

Actividad 12. Elegir el proyecto inicial

El comité de dirección debe darle prioridad a los siguientes factores para elegir el proyecto inicial: necesidades de la empresa, beneficios potenciales,

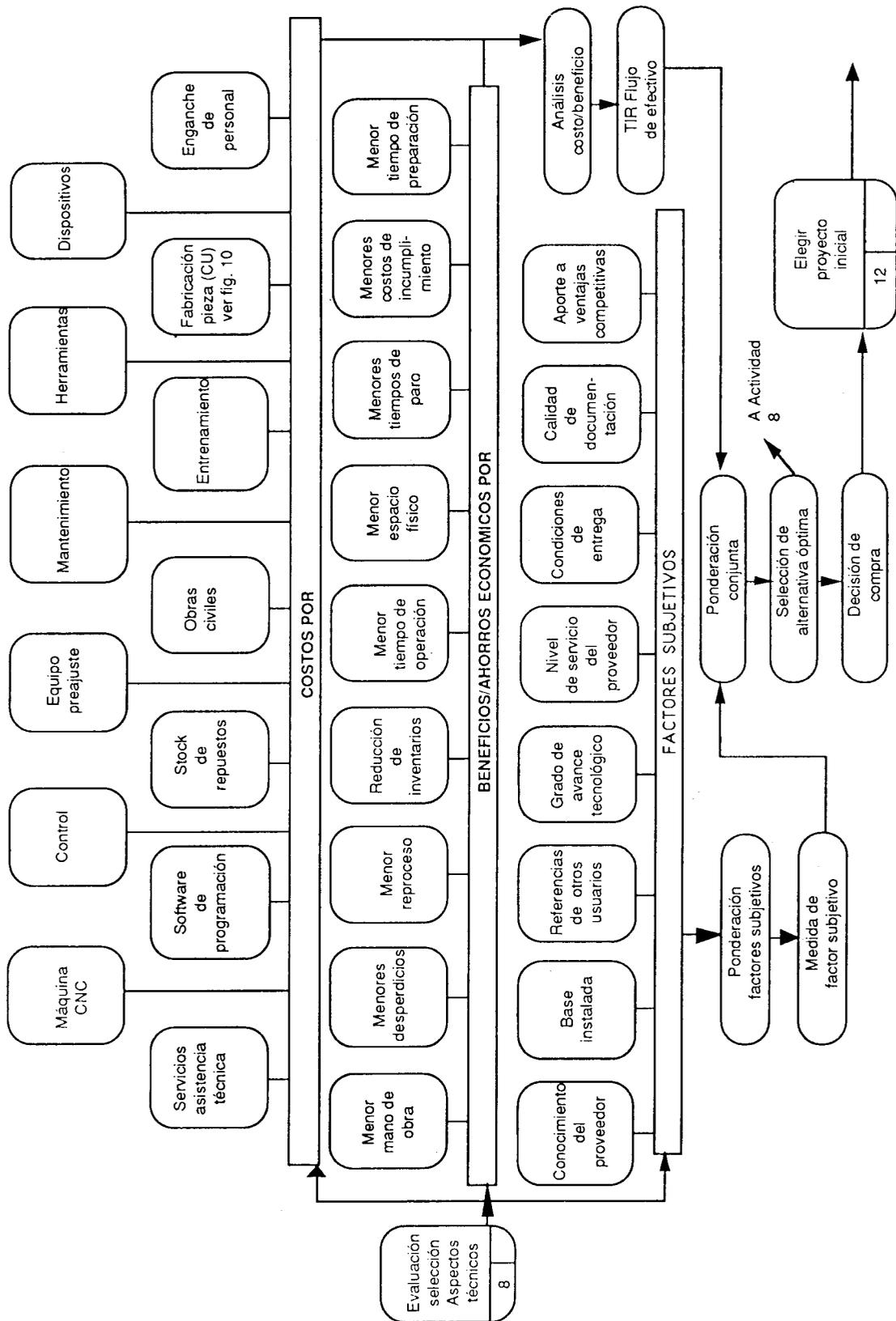


Figura 3: Desarrollo de la justificación del proyecto (Actividad 10)

probabilidad de éxito y facilidad de la implantación. Los factores anteriores, buscan que el proyecto sea "visible" y que los objetivos trazados puedan alcanzarse y medirse.

Se recomienda elegir una sección o planta, en la cual la tecnología no produzca resistencia al cambio y los sistemas de información técnica estén bien definidos.

Actividad 13. Crear grupos de proyecto

Una vez se ha tomado la decisión de compra y se ha elegido un proyecto inicial, se deben crear grupos de proyecto por áreas funcionales para llevar a cabo el proceso de implementación y posterior operación del CNC.

Estos grupos de proyecto deben estar coordinados por el líder y sus auxiliares, quienes han participado a todo lo largo del estudio del proyecto.

Se recomienda conformar los siguientes grupos:

- Grupo de programación CNC.
- Grupo de herramientas y dispositivos.
- Grupo de costos.
- Grupo de mercadeo y ventas.
- Grupo de recursos humanos.

Actividad 14. Planear educación y capacitación

La educación debe penetrar en todos los niveles de la compañía; sin embargo, los altos directivos deben hacer énfasis en este aspecto, ya que esto les ayudará a fijar más claramente las directrices estratégicas del proyecto y a entender realmente el valor agregado que genera el CNC para la compañía.

La capacitación en la tecnología específica se orienta más hacia los futuros usuarios de la misma, dentro de los cuales cabe mencionar al personal de programación, operación y mantenimiento.

Actividad 15. Planear la organización física

Un enfoque sistémico sobre la organización física de la planta productiva es requerido, a fin de no olvidar aspectos tan importantes como: el flujo del material asociado a una nueva distribución de planta, el

transporte necesario, los sistemas de almacenamiento de la materia prima y el producto en proceso, la construcción de fundaciones para los equipos, la demarcación de las zonas y la adecuación de los suministros de energía.

Actividad 16. Establecer criterios de medición

Una de las actividades más importantes encomendadas a los responsables del proyecto consiste en establecer los criterios de medición de éste.

Algunos de los criterios de tipo técnico que pueden utilizarse son:

- Tiempos de preparación
- Nivel de desperdicios.
- Eficiencia de las máquinas.
- Cumplimiento en las entregas.
- Control de costos.
- Tamaño y cantidad de los lotes de producción.

Podrían recomendarse otro tipo de criterios de medición para la efectividad de las acciones administrativas relacionadas con el proyecto de control numérico, tales como:

Cumplimiento del plan de implementación (fechas)

Aceptación del cambio por parte del personal.

Penetración de la tecnología en la cultura de la planta.

Grado de credibilidad en el CNC.

Grado de aprovechamiento de las ventajas competitivas.

Actividad 17. Implementación y operación del CNC.

La producción de piezas bajo CNC también induce cambios en los procedimientos tradicionales relacionados con el manejo de la información ya que se involucran nuevas tareas como la elaboración de los programas-parte, la correcta selección y/o diseño de herramientas y dispositivos, y la elaboración de hojas de proceso y de montaje.

Actividad 18. Medir y evaluar los resultados

Durante esta etapa se deben medir los resultados del proyecto con base en los criterios previamente establecidos.

Es el momento de considerar si los beneficios obtenidos a la fecha coinciden con los esperados, con el fin de tomar las acciones correctivas necesarias.

Se recomienda llevar un registro histórico del desenvolvimiento del proyecto (memorias) con el fin de realimentar futuros procesos de cambio y así ganar mayores niveles de eficacia.

IV. RECOMENDACIONES GENERALES

A continuación se enuncian, a manera de conclusiones finales, algunas recomendaciones que se han seleccionado entre los principales comentarios suministrados por los empresarios entrevistados, complementadas con ciertas apreciaciones personales que hemos considerado pertinentes.

Como se podrá apreciar, estas recomendaciones son juicios prácticos y espontáneos que demuestran el grado de cultura empresarial del medio en lo referente a la tecnología CNC.

A) Recomendaciones sobre la evaluación y selección de la tecnología de CNC.

1. La adopción de nuevas tecnologías como el CNC debe ser la respuesta a planes de largo plazo que garanticen el crecimiento y la supervivencia de las compañías.
2. Las nuevas tecnologías aportan beneficios cualitativos que los sistemas normales de evaluación económica de proyectos no consideran y en consecuencia su rentabilidad se ve comprometida.
3. Se deben analizar el mercado y las posibles piezas a fabricar con el objeto de asegurar la demanda.
4. La selección del equipo, las herramientas y los dispositivos debe ser muy cuidadosa, obedeciendo a un proceso técnico detallado (Pliego de condiciones).
5. La dependencia tecnológica, asociada al equipo comprado es un aspecto fundamental que se debe cuidar en la selección de la tecnología.

6. Los problemas potenciales de mantenimiento de los equipos no son una limitante real para adoptar el CNC.
7. La capacitación es muy importante; sin embargo, no es el mayor obstáculo en el desarrollo de un proyecto de este tipo.
8. El costo de los equipos no es una barrera para que las empresas de rango medio-alto adquieran esta tecnología.

B) Recomendaciones sobre la implementación y operación del CNC.

1. Los proyectos de CNC deben manejarse en forma interdisciplinaria con el fin de evitar dificultades y retrasos en los procesos de ejecución.
2. La participación real y permanente de la gerencia es fundamental para garantizar el éxito del proyecto.
3. Se debe lograr una motivación real del personal frente al CNC como base para que el proyecto sea exitoso.
4. Se debe ser muy riguroso en el manejo adecuado de la información técnica.
5. La tecnología de CNC actúa de una forma proactiva imponiendo el desarrollo de áreas en paralelo dentro de la organización.

C) Recomendaciones sobre aspectos generales

1. Para cualquier cambio técnico o administrativo de importancia se debe tener muy claro:
 - ¿Dónde estamos?
 - ¿A dónde se quiere ir?
 - ¿Cuáles son las etapas que se tienen que recorrer?
 - ¿Es la solución que la empresa requiere o existe otra alternativa?
 - ¿En qué se va a utilizar el CNC y qué se espera de él?
2. No se debe esperar que el CNC resuelva todos los problemas de la empresa.

-
3. Para competir en el mercado del exterior se requiere tanto calidad como precio, y la calidad sólo la proporciona el CNC.
 4. El gobierno debería participar más activamente, sobre todo generando planes que suplan las necesidades de financiación de las empresas.
 5. El SENA debe revisar sus programas de formación de CNC para complementarlos, ya que el personal capacitado por ellos presenta deficiencias en la práctica.
 6. El proceso de evaluación, selección, implantación y operación de la tecnología CNC debe enfocarse metódicamente en un contexto sistemático, para lo cual se recomienda utilizar como guía algún modelo estratégico, como el propuesto en este estudio.

BIBLIOGRAFICA

CORREA BOTERO, Germán H. y ECHAVARRIA E. Santiago. Modelo Estratégico para la Implementación del Control Numérico. Medellín, EAFIT, 1991. 131 P.