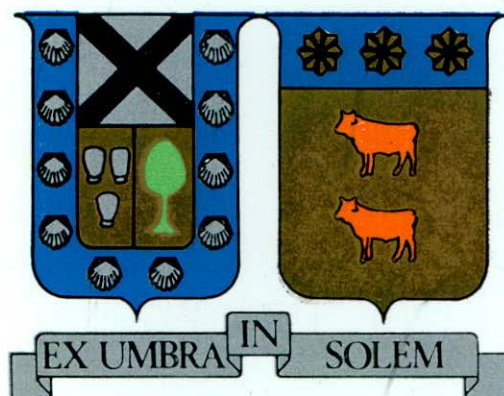




UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

VALPARAISO - CHILE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE MECANICA

APORTE A LA ORGANIZACION DE EMPRESA METALMECANICA
CON INCORPORACION DE MAQUINAS-HERRAMIENTA
CON CONTROL NUMERICO

RICARDO ANDRES ESCOBAR GREENE

TRABAJO DE TITULACION PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL MECANICO

PROFESOR GUIA: DR.ING. EUGENIO GONZALEZ V.

- ENERO 1988 -

M
658.406
E74
C1

+
Administración de la producción
Máquinas herramientas. Contador número
* Producción - Innovación tecnológica
86, 15 : il

Texto
Bibliografía: h 85-86
Incluye anexos

Mur/90

UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA
BIBLIOTECA CENTRAL
Inventario: M.4979.c1.....

A ELENA

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar y en la forma más especial te expreso Elena mi mayor agradecimiento por brindarme el más grande de los apoyos...

También debo señalar a mi madre y familia que de una u otra manera han sabido darme fuerzas.

Agradezco a mis amigos de curso por su buen compañerismo y en trega hacia los demás.

Por último, deseo destacar la labor efectuada por mi profesor guía Sr. Eugenio González V. en lo que se refiere a la realización de este trabajo.

A la Universidad Santa María, gracias...

INDICE

0.	RESUMEN	1
1.	INTRODUCCION	3
2.	CONCEPTOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO	5
2.1.	DEFINICION DE SISTEMA PRODUCTIVO	5
2.2.	NECESIDAD DE ORGANIZAR	8
2.3.	NECESIDAD DE ADMINISTRAR	10
2.3.1.	Objetivos y resultados de la etapa Preparación del Trabajo	11
2.4.	RECURSO HUMANO	13
2.5.	SISTEMA TRADICIONAL	16
2.6.	SISTEMA DE CONTROL NUMERICO	17
3.	CONDICIONES ESPECIFICAS PARA EL DESARROLLO	20
3.1.	DEFINICION DEL PROBLEMA	20
3.2.	CARACTERIZACION DE LA EMPRESA	24
4.	DESARROLLO DEL ESTUDIO DE ORGANIZACION	30
4.1.	METODOLOGIA DE DESARROLLO	30
4.2.	PREPARACION DEL TRABAJO	31
4.2.1.	Programación de la producción	32
4.2.2.	Programación CN	38
4.2.2.1.	Localización	40
4.2.2.2.	Provisión y organización de recursos	40
4.2.2.3.	Procedimiento general de actividades en la programación CN	42
4.3.	FABRICACION	47
4.3.1.	Organización y administración de herramientas y útiles de sujeción.	47
4.3.1.1.	Localización	49
4.3.1.2.	Provisión y organización de recursos	50
4.3.1.3.	Procedimiento general de actividades en la administración de herramientas y útiles de sujeción para MHCN	50

4.3.2.	Planificación del sitio de trabajo	54
4.3.3.	Mantenición de MHCN	57
4.4.	INTEGRACION DEL SISTEMA Y SU ORGANIZACION	60
4.4.1.	Integración del sistema	60
4.4.1.1.	Proceso en una MHCN	61
4.4.1.2.	Proceso en una máquina-herramienta convencional	62
4.4.2.	Organización del sistema	63
4.5.	RECURSO HUMANO	67
4.5.1.	Selección	69
4.5.1.1.	Programador	69
4.5.1.2.	Operador	71
4.5.1.3.	Preparador	73
4.5.1.4.	Personal de Mantención	74
4.5.1.5.	Aprovechamiento del recurso humano propio	76
4.5.2.	Capacitación	78
4.5.3.	Motivación	80
5.	CONCLUSIONES	83
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	85

ANEXOS:	1. Formulario evaluación aptitud CN
	2. Fichas de herramientas
	3. Fichas de útiles de sujeción
	4. Ficha del operador

INDICE DE FIGURAS

1.	Sistema productivo	6
2.	Concepto de producción	7
3.	Principios de fabricación	8
4.	Función y potencial de la empresa	9
5.	Areas de la preparación del trabajo	12
6.	Cronología de actividades para la puesta en marcha de un sistema productivo con MHCN	23
7.	Distribución de tamaños de lote	25
8.	Grado de repetibilidad de las órdenes de trabajo	26
9.	Distribución de tamaños de lote	27
10.	Grado de repetibilidad de las órdenes de trabajo	28
11.	Actividades de la programación de la producción	33
12.	Recomendaciones para elección del sistema de programación	39
13.	Procedimiento general en la programación CN	42
14.	Etapas de actividad y utilización de recursos en la programación manual de MHCN	44
15.	Administración de herramientas para MHCN	51
16.	Administración de útiles de sujeción para MHCN	53
17.	Etapas para la planificación del Lay-out	57
18.	Lay-out de planta	63
19.	Estructura orgánica del sistema	65
20.	Etapas de la selección y capacitación del personal	68
21.	Criterios de elección del personal para MHCN	77
22.	Materias de capacitación según el cargo	78

0. RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo, es el de entregar criterios generales que sirvan de base al realizar la organización de una empresa metal-mecánica de tamaño mediano que ha decidido la introducción de máquinas-herramienta con control numérico en sus procesos productivos que hasta la fecha eran realizados por máquinas-herramientas convencionales.

La realización del trabajo comienza con una etapa de conceptos necesarios para el desarrollo con el fin de otorgar mayor entendimiento al problema. Luego, con el fin de establecer actividades precisas de planificación y adecuados límites de acción, se define la etapa condiciones específicas para el desarrollo. Finalmente, se efectúa el desarrollo del estudio de organización donde se entregan criterios y resultados para servir de aporte a la organización de una empresa específica.

Como conclusiones principales del trabajo, puede mencionarse:

- La necesidad de comprender que la técnica CN introduce un nuevo elemento de orden en la producción, lo que a su vez define el establecimiento de una reorganización.
- Es importante crear conciencia en todos los niveles de la empresa acerca de la nueva modalidad de trabajo.

- Uno de los elementos importantes dentro del nuevo concepto de organización es el asegurar el correcto flujo de información y recursos por medio del establecimiento de un buen sistema de identificación.
- La relevancia de contar con recurso humano debidamente seleccionado, capacitado y motivado, para lograr el buen funcionamiento del sistema.
- Las características de nuestra empresa aportan restricciones directas al analizar alternativas de organización.

1. INTRODUCCION

Hoy en día los sistemas productivos tienen a su disposición una gran variedad de recursos tecnológicos, producto del gran avance en el desarrollo de nuevas tecnologías durante la última década. Entre éstos encontramos maquinaria y equipos de alta productividad y rendimiento.

Debido a lo expuesto, la empresa se ve en la necesidad de evaluar la posibilidad de introducir estas nuevas alternativas en su sistema productivo para no correr el riesgo de quedar obsoleta y, por lo tanto, desplazada del mercado frente a otra empresa que sí haya implementado estos recursos.

Si una empresa ha decidido realizar la innovación tecnológica correspondiente y, por lo tanto, pretende hacer un uso efectivo de ella con la finalidad de lograr claras ventajas, debe realizar ciertos cambios en la organización.

Es necesario tener claro que el desarrollo de nuevos recursos tecnológicos implica un manejo y funcionamiento diferente de ellos con respecto de los tradicionales, debido a la adición de nuevos componentes en su estructura.

El presente trabajo analiza el caso de la empresa metalmecánica tamaño mediano con maquinaria convencional que trabaja en base a pedidos. Esta ha decidido -después de una etapa de factibilidad técnica-

co-económica - introducir máquinas-herramientas con control numérico (en adelante MHCN) en su organización, por lo que han de tomarse las medidas pertinentes, destinadas a realizar un análisis que implique un cambio efectivo en el sistema. Este se orienta principalmente a los siguientes puntos:

- Forma de organización a implementar.
- Preparación del trabajo.
- Distribución de maquinaria.
- Formación, capacitación y motivación del personal.

En una primera etapa se entregan los conceptos necesarios para el desarrollo, a lo que sigue una descripción de las condiciones específicas requeridas para un adecuado análisis. Finalmente establecido lo anterior, se desarrolla el estudio de la reorganización donde se entregarán criterios y resultados con el objeto de establecer el correcto funcionamiento del sistema.

Al tratarse de un análisis a la empresa chilena en términos generales y no al caso específico de una empresa en particular, es importante señalar que el presente trabajo pretende entregar sólo un aporte a la organización, mostrando criterios que sirvan de base para el análisis de algún caso específico.

2. CONCEPTOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO

Con el fin de realizar adecuadamente el análisis, es necesario contar con ciertas herramientas conceptuales que sirvan de apoyo para el buen desarrollo del trabajo. Para esto a continuación se presenta una definición de Sistema Productivo, orientado al área metalme-cánica, la necesidad de organizarlo, administrarlo y planificarlo. También se menciona la importancia del factor humano en la organiza-ción. Por último, se muestran las etapas básicas y principales ca-racterísticas del sistema tradicional y del sistema de control numé-rico, tendientes a establecer las principales diferencias que entre ellos existen.

2.1. DEFINICION DE SISTEMA PRODUCTIVO

Un sistema de producción es aquel proceso por el cual ciertos ele-mentos son transformados en productos útiles. Este se caracteriza por ser una secuencia de entrada-transformación-salida que utiliza para su fin el potencial de producción existente. (Fig. Nº 1) /2/



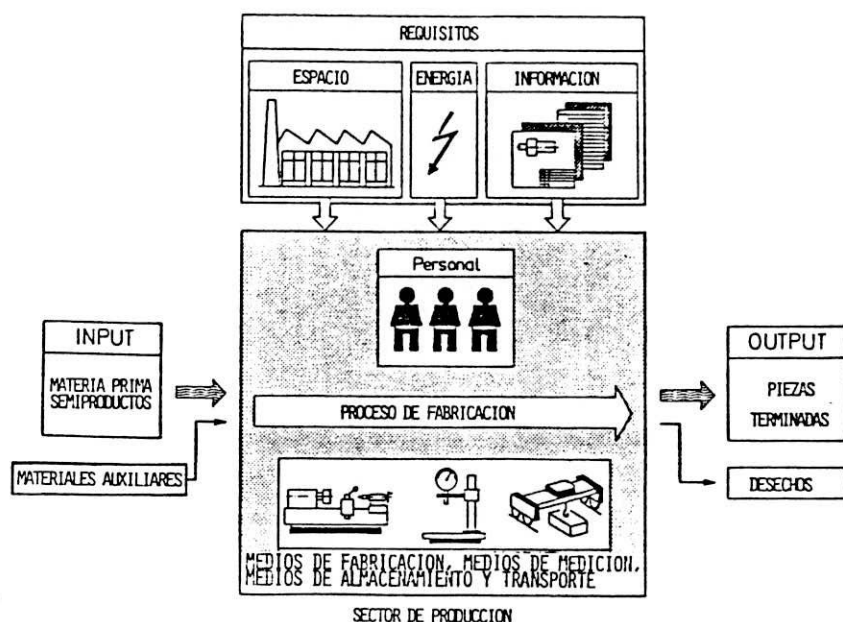


Fig. Nº 1. Sistema Productivo.

En otras palabras, un procedimiento organizado que ejecuta la conversión de entradas (elementos, M.P.) en salidas (productos).

Cada sistema es una reunión de componentes interactuando entre sí, caracterizado por el objetivo que persigue. El objetivo de uno podría ser el producir un componente que ensamblado o unido con el producto de otros sistemas sirviera al logro del objetivo de un gran sistema.

Es claro, entonces, la necesidad que resulta el tomar una serie de medidas tecnológicas, económicas y organizacionales, para que el proceso llamado Sistema Productivo pueda funcionar en óptimas condiciones. Estas medidas pueden ser debidamente aplicadas a una unidad productiva del tipo metalmecánico de acuerdo a sus recursos de fabricación, y principio de fabricación que corresponda. (Fig. Nº 2) /1/

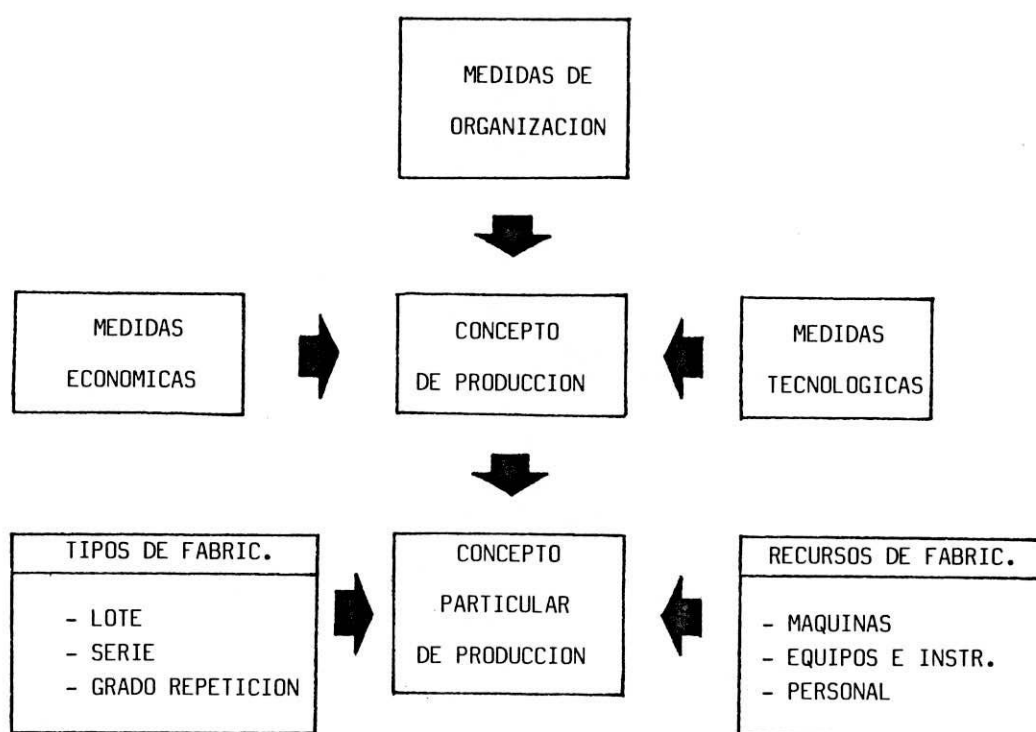


Fig. Nº 2. Concepto de Producción.

Entiéndase como recursos de fabricación al personal, los equipos, la maquinaria, instrumentos, herramientas, utilajes e instalaciones en general que posee la empresa; y al principio de fabricación, como aquella forma de organización determinante para el desarrollo operacional en el ámbito de la fabricación. Se distinguen tres principios básicos:

- Fabricación tipo taller.
- Fabricación en grupos.
- Fabricación en serie. (Fig. Nº 3 /2/)

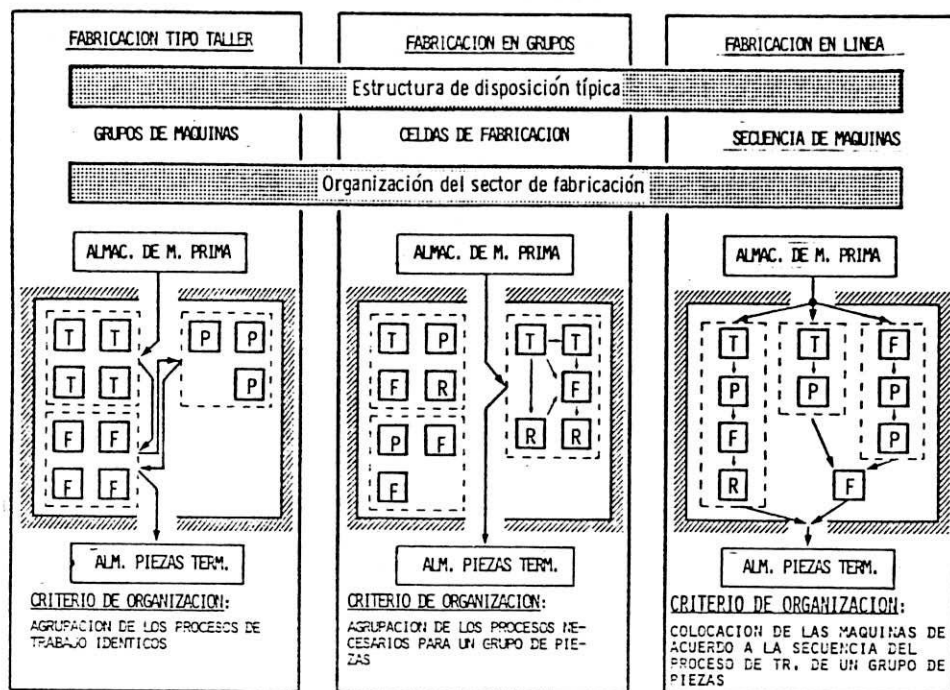


Fig. Nº 3. Principios de Fabricación.

Con la aplicación de estas medidas a los recursos y principios descritos, se determina un concepto particular que, a su vez, sienta las bases para la definición del Sistema Productivo.

2.2. NECESIDAD DE ORGANIZAR

Considerando el potencial de la empresa como elemento principal (Fig. Nº 4 /2/) en el desarrollo de su función, surge la necesidad de establecer pautas adecuadas de organización para que la empresa pueda realizar en buena forma el proceso necesario para cumplir con los requerimientos específicos a que está sometida, los que se dan a través de su relación con el mercado de adquisiciones y el mercado consumidor o usuarios.

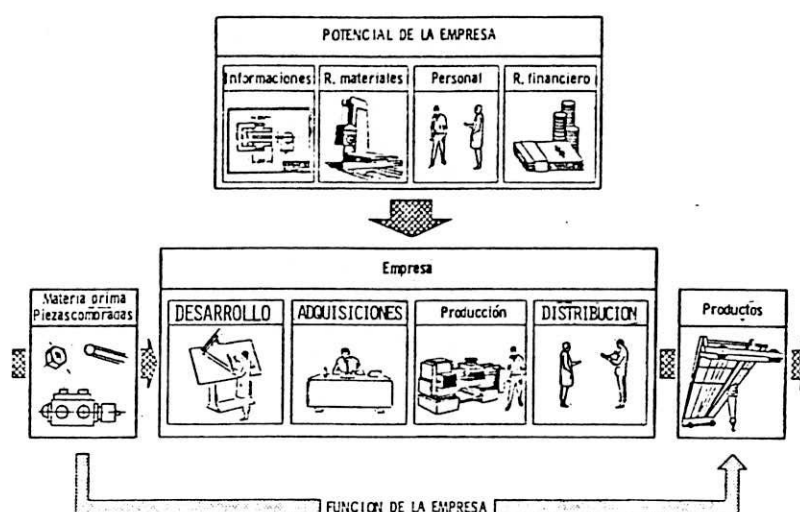


Fig. Nº 4. Función y Potencial de la Empresa.

La capacidad con que la empresa haga un eficiente uso de sus recursos, determinará en gran forma su utilidad.

Organización es un plan para llevar estos recursos a la mejor posición de efectividad y productividad. Este plan consiste en agrupar o formar grupos de operación (máquinas y hombres) destinados a utilizar las ventajas que otorga la especialización; la designación de aquellos que supervisen estos grupos operativos y los que asistan estas operaciones. Sin embargo, la organización requiere de la correcta coordinación de estas actividades, con lo que nace la necesidad de administrar.

2.3. NECESIDAD DE ADMINISTRAR

Se ha citado que para llevar a cabo una efectiva coordinación y utilización de los recursos de la empresa, se desarrolla una organización del personal en grupos de trabajo debidamente supervisados. Sin embargo, una efectiva coordinación requiere mucho más que la estructura de una organización.

La experiencia ha demostrado que existen cinco elementos principales, necesarios para el buen funcionamiento de la organización. Estos son la coordinación de las actividades, la cooperación mutua entre el personal, las buenas relaciones humanas, el entendimiento y la comunicación. Cada uno de estos elementos habla por sí solo de su propia importancia.

Estos elementos deben ser considerados como las pautas básicas a tratar y establecer por un administrador con el fin de desarrollar una aplicación efectiva de los recursos humanos, capital, dinero y tiempo de la empresa.

Para obtener buenos resultados en su labor, la administración ha de contar con adecuados controles de apoyo a su gestión.

En el ámbito de la producción, la etapa Preparación del Trabajo (Planificación y Control de la Producción) se presenta como la principal herramienta de apoyo al organismo superior de la empresa.

Si bien la coordinación de todas las actividades de la Preparación del Trabajo es fundamentalmente responsabilidad de la dirección, en la administración de una empresa con productos y procesos bien establecidos, un gran porcentaje de esta planificación y control es delegada al departamento de Producción, que a su vez determina el curso adecuado a seguir, con el fin de facilitar la fabricación.

A continuación se establecen, entonces, los objetivos y resultados que la etapa Preparación del Trabajo debiera cumplir.

2.3.1. OBJETIVOS Y RESULTADOS DE LA ETAPA PREPARACION DEL TRABAJO

Es importante señalar, que por corresponder la empresa analizada al rubro de metalmecánica que trabaja principalmente a pedidos, las fases Diseño y Montaje no están totalmente presentes, encontrándose solamente las fases de Preparación del Trabajo y Fabricación, todo esto dentro de la función Producción.

Principalmente la etapa de Preparación del Trabajo involucra todas las actividades que se llevan a cabo antes de la fabricación. Entre éstas pueden mencionarse la determinación de los procesos de fabricación, análisis de carga actual del sistema, programación de la carga de trabajo asignada a las máquinas, programas de transporte de materias primas y herramientas, etc. (Fig. Nº 5).

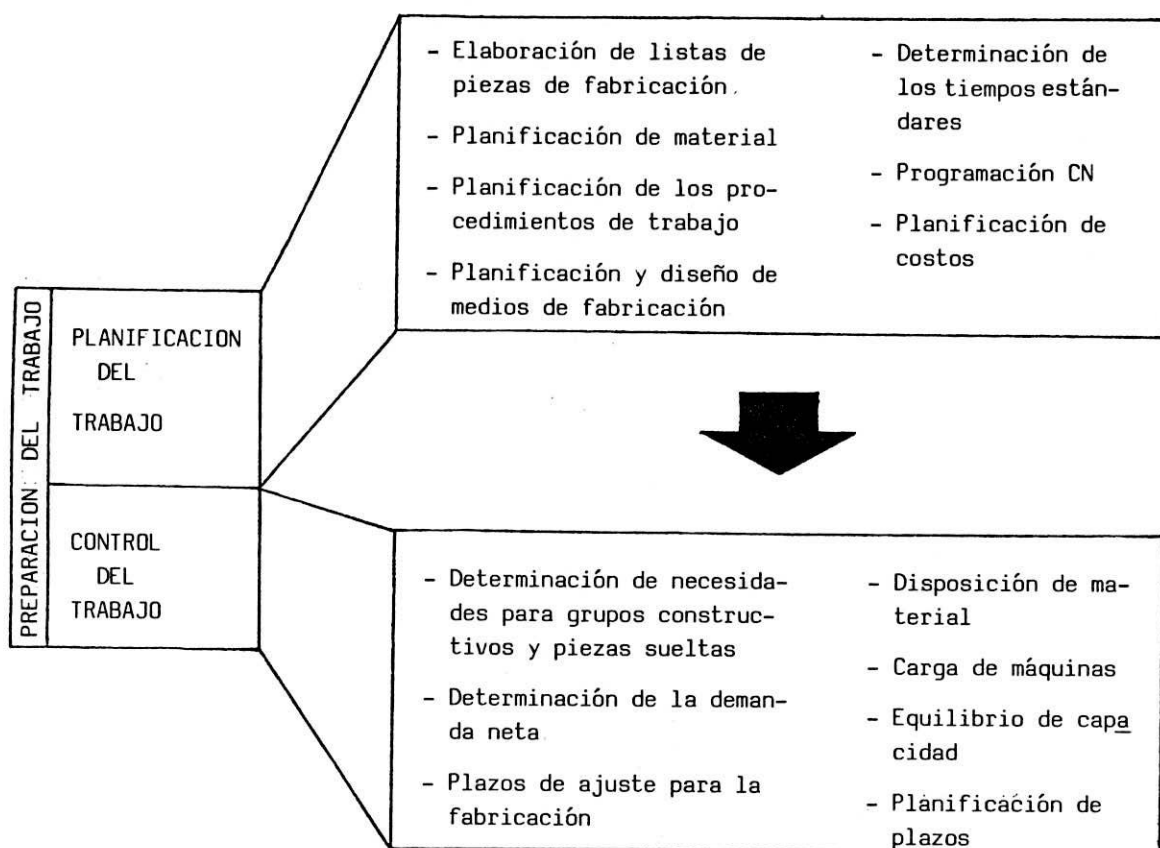


Fig. Nº 5. Areas de la Preparación del Trabajo.

El organismo superior de la empresa establece las metas de productividad de acuerdo a la acción coordinada de todas las entidades de la empresa. Por lo tanto, considerando la adquisición de materias primas, con todas las variables involucradas que ésta implica, el tipo de mercado hacia el cual está dedicada la empresa, las políticas de costos; establece las metas de productividad, calidad y procede a entregar los planes a la función producción.

Mediante estos lineamientos generales, la etapa de Preparación del Trabajo debe establecer programas que impliquen la utilización de todos los recursos disponibles en forma económica y productiva; de tal modo de cumplir con los objetivos en buena forma.

Como resultado viene la obtención del producto terminado y la información necesaria al organismo superior. Este incluye costos, planes de inversión, capacidad de producción.

2.4. RECURSO HUMANO

Un punto importante que tiene relación con la organización, y que en alguna medida se ha mencionado anteriormente, y en cual vale la pena profundizar más, es aquel del factor humano.

Es necesario distinguir entre el funcionamiento de una máquina y el desempeño de una persona. En la primera, su correcto funcionamiento dependerá de la correcta operación que se le realice y del estado de sus partes, no así el recurso humano que se encuentra directamente relacionado a la capacitación, participación y motivación que tenga.

Realizando adecuados planes de participación y motivación, y buenos cursos de capacitación, se han de esperar mejores resultados, que a su vez contribuirán a elevar la eficiencia del sistema.

La capacitación del personal depende directamente de pautas preestablecidas que sólo entregan conocimiento, y de la habilidad de quien las proporcione. La motivación en cambio, es un punto más complejo que depende fundamentalmente de la satisfacción de las necesidades del individuo.

A. Maslow /9/ establece que el ser humano posee su escala de valores por medio de la cual satisface sus necesidades.

Estas necesidades, identificadas en orden ascendente de importancia, son las siguientes:

- Fisiológicas: Alimentación, vivienda, vestuario, etc.
- Seguridad: Física, estabilidad laboral.
- Sociales: Afecto, amistad.
- Auto estima: Valores propios atribuidos a: estatus, prestigio, dominio.
- Realización personal: Desarrollar su capacidad.

Por otro lado, todo individuo requiere que de alguna manera se le reconozcan ciertas necesidades básicas que se encuentran agrupadas de la siguiente manera:

- Administrativas.
- Sociales
- Sicológicas.

Estas necesidades en conjunto definen el ambiente que rodea el trabajo de la persona y su posición dentro de él.

Los elementos que constituyen cada una de estas necesidades se definen a continuación:

- Necesidades Administrativas:

Son las que se relacionan al trabajo realizado en el Sistema, luego es necesario indicarle al individuo el trabajo a realizar en base a:

- a) Claros objetivos.
- b) Líneas de autoridad bien definidas.
- c) Adecuado nivel de responsabilidad y exigencias.
- d) Adecuadas retribuciones económicas.
- e) Oportunidad para su desarrollo personal.

- Necesidades Sociológicas:

Se refieren a la integración del individuo en el sistema, con el fin de que encuentre afecto, amistad y reconocimiento a su labor realizada.

- Necesidades Sicológicas:

Se refieren a la estabilidad laboral, es decir, a la seguridad del trabajo por parte del individuo y el poder sentirse útil y realizado con él.

Si bien es cierto, la satisfacción de los elementos antes descritos implica directamente en una mejor integración del individuo con el sistema, también es necesario que exista una buena predisposición del individuo hacia sus tareas.

En resumen, hasta aquí se ha mostrado lo que es un Sistema Productivo orientado al área metalmecánica. Se ha mencionado la importancia de organizarlo y luego de administrarlo. Se trató los objetivos y resultados de la preparación del trabajo como herramienta de apoyo al organismo superior de la empresa y finalmente el factor humano como punto de gran influencia en el sistema.

Dos conceptos igualmente necesarios de definir, son aquellos que tienen relación con la tecnología implementada en el sistema. A continuación se detallan las características generales más importantes de lo que es el Sistema Tradicional y el Sistema de Control Numérico.

2.5. SISTEMA TRADICIONAL

El sistema actual de producción de pequeños volúmenes tiene tanto tiempo, que a menudo no se reconoce como un sistema.

Este consiste en un gran número de máquinas relativamente simples usualmente universales dentro de su función, operada y controlada por un hombre.

El movimiento de los repuestos es usualmente por bandejas transportadoras trasladadas por operarios (piezas pequeñas), pallets transportados por grúas horquilla o carretillas elevadoras (piezas medianas) y grúas (piezas pesadas).

El operador de la máquina es a menudo responsable por la selección y afilado de sus propias herramientas, como también de la exactitud y corrección del repuesto. Por lo general, la determinación del avance, velocidad y profundidad de corte, queda sujeta a la decisión del operador. Este además tiene que estar impuesto del manejo de la máquina.

2.6. SISTEMA DE CONTROL NUMERICO

Según A. C. Ferreira /3/, el primer paso en este sistema es la preparación de la etapa llamada programación. La programación desde un punto de vista limitado, significa la preparación de los elementos de entrada de los datos (cinta perforada, magnética, etc.) al sistema de control de la máquina, para que luego -utilizando herramientas- produzca la pieza para la cual fue programada.

Corresponden a la programación las siguientes actividades:

- Selección de las piezas a ser mecanizadas.
- Interpretación del diseño.
- Planificación del proceso.
- Especificación de los dispositivos de sujeción.
- Selección de las herramientas y condiciones de mecanizado.
- Preparación de los datos para el cálculo de trayectorias.
- Preparación del programa manuscrito.
- Conversión del manuscrito en cinta perforada.

- Verificación de las informaciones codificadas en la cinta.
- Prueba final de la cinta en la máquina.

Según el sistema organizacional adoptado por el usuario, el programador puede desempeñar todas o sólo algunas de estas diez actividades. Normalmente el programador tiene a su cargo la responsabilidad de efectuar desde la interpretación del diseño en adelante, recayendo la tarea de seleccionar las piezas al encargado de producción. Para el caso de empresas pequeñas, donde generalmente las personas desempeñan varias funciones, este trabajo es hecho directamente por el programador.

La prueba final de la cinta en la máquina debe realizarse ingresando la información codificada que éste contiene, en la memoria de la máquina.

Luego viene la preparación de la máquina, durante la cual deben prepararse los útiles de sujeción y herramientas a utilizar durante la ejecución del programa.

El último paso lo constituye la ejecución del programa, para lo cual debe estar el material a disposición del operador de la máquina.

En este punto debe quedar claro que el sistema actual tradicional, es fundamentalmente diferente al sistema de control numérico. En el primero, la obtención de un buen resultado depende principalmente del operador de la máquina, mientras que en el segundo sistema nombrado, esta responsabilidad recae fundamentalmente en el programador, quedando el operador en un segundo plano. Operacionalmente, la máquina convencional es un instrumento que ayuda al operador a fabricar la pieza, requiriendo para ello de habilidad, destreza y una larga experiencia en el servicio. En contraposición, la MHCN es la que realiza la fabricación; el operador en este caso apenas asiste durante la operación.

Lo antes mencionado muestra claramente la necesidad de establecer ciertos cambios en la organización de una empresa que trabaja con maquinaria convencional, y que en determinado momento introduce MHCN en su proceso productivo.

Una vez definidos los conceptos necesarios para el desarrollo, se está en condiciones de continuar con el trabajo específico de organizar una empresa metalmeccánica que trabaja en base a pedidos.

3. CONDICIONES ESPECIFICAS PARA EL DESARROLLO

Antes de efectuar el estudio de reorganización deben cumplirse ciertas etapas, tendientes a establecer las actividades precisas que se han de tener en cuenta al planificar y realizar la organización adecuada. También es necesario caracterizar el ámbito de desarrollo del trabajo -situación industria metalmecánica chilena- con el fin de establecer adecuados límites de acción. Para esto se presenta a continuación una definición del problema y la caracterización antes mencionada.

3.1. DEFINICION DEL PROBLEMA

Actualmente la situación de la Industria metalmecánica nacional, ha hecho necesario que las empresas tiendan a mejorar su eficiencia y por ende su rentabilidad y capacidad de competencia. Esto trae como consecuencia la necesidad de incluir métodos más eficientes en los procesos de producción de la empresa, en donde se conjugue el aumento de producción y calidad del producto, con la reducción de costos.

Las MHCN se presentan como una alternativa, dentro de estos nuevos métodos.

Surge así el requerimiento de cumplir con ciertas etapas tendientes a aprovechar todas las ventajas que ofrece el recurso.

La introducción de MHCN en los procesos productivos de una empresa que hasta la fecha se realizaban con MH convencionales, trae consigo una serie de cambios, algunos de los cuales deben implementarse durante el período de entrega de las máquinas. El ingreso del control numérico obliga a enfocar el trabajo de otro punto de vista, lo que introduce un nuevo elemento de orden en la producción.

Al decidir la introducción de MHCN se recomienda informar a todos los niveles de la empresa. Tan pronto como esta decisión se haya realizado, cada persona involucrada debe ser informada acerca de los cambios que han de tomar lugar, se debe mencionar también la fecha de llegada de la maquinaria a la empresa, con el fin de programar adecuadamente las actividades necesarias. Aunque sólo una máquina se implemente en el sistema productivo, se debe tener conciencia de los cambios que acarrea.

En primer lugar se debe informar a la dirección de la empresa sobre los logros a obtener con la introducción de MHCN.

En segundo lugar se debe informar a los operarios que de alguna forma se verán afectados con la introducción de MHCN, a través de informaciones sobre la organización y el modo de trabajo de este tipo de máquinas, a fin de proporcionar un clima favorable y la disposición a la cooperación para la fase de introducción y puesta en marcha.

Durante el período de entrega de la máquina se deben realizar las planificaciones preliminares tanto en la preparación del trabajo como para su puesta en marcha. Se debe en este período de entrega seleccionar y capacitar a los programadores, operadores, preparadores y personal de mantención de las máquinas. También es importante la planificación de la programación, la organización de las herramientas y medios de sujeción, y la selección de la ubicación de la máquina. En general, deben implementarse y organizarse todos aquellos recursos y medios directamente relacionados con la maquina ria en cuestión.

Solamente es posible utilizar de manera óptima las muchas posibilidades tecnológicas que ofrece una instalación de producción con con trol numérico, estableciendo adecuadamente las actividades antes mencionadas dentro de un marco cronológico, en donde cada etapa es realizada a su debido tiempo. En este proceso es importante tener en cuenta todas las áreas de la empresa que se verán afectadas por la inversión propuesta.

La Fig. Nº 6 representa las principales tareas que deben llevarse a cabo después de decidir la inversión de la máquina. El buen establecimiento de estas tareas asegurará que la MHCN pueda ponerse a producir inmediatamente después de su instalación, integrándose así al sistema productivo.

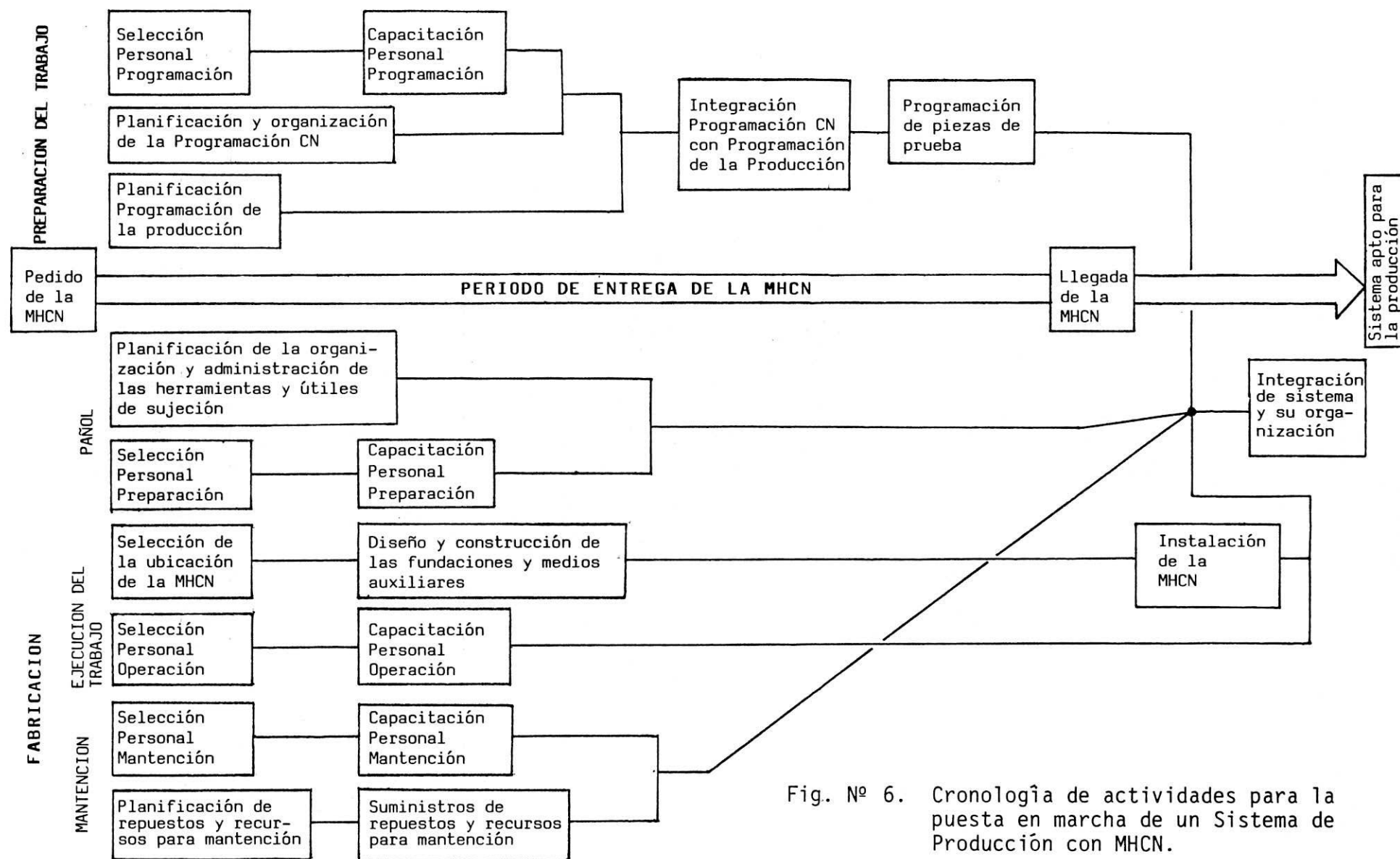


Fig. Nº 6. Cronología de actividades para la puesta en marcha de un Sistema de Producción con MHCN.

3.2. CARACTERIZACION DE LA EMPRESA

Este punto describe la situación general en que está inserta la empresa; como por ejemplo el tipo de producción a que está dedicada principalmente, estructura de organización referida a su principio de fabricación, etc. Esto nos permite identificar el tipo de empresa, lo que a su vez nos entrega referencias para ser utilizadas en el desarrollo del trabajo.

Es usual identificar el tipo de producción en series medianas y grandes, con los países desarrollados. La tecnología de alto nivel se presenta en todas sus formas, tendiéndose a la automatización general de todos los procesos de la empresa.

En el caso del medio nacional, la situación cambia radicalmente, ya que la casi totalidad del trabajo efectuado por las industrias metalmecánicas, se debe a pedidos, prevaleciendo en general el tipo de fabricación individual o series pequeñas.

Si bien es cierto, algunos sectores del proceso productivo pueden ser automatizados, nunca estos cambios tienen la magnitud de lo que acontece con la industria en medios altamente desarrollados.

Esto acota directamente la planificación de la organización de la empresa en nuestro medio, en lo que se refiere al establecimiento de criterios adecuados de organización.

Como una forma de verificar lo dicho anteriormente sobre la situación de la industria nacional, a continuación se describen los análisis realizados a dos empresas del país, pertenecientes al rubro en cuestión, que de alguna manera reflejan la situación general. Utilizando datos específicos de su producción se determina el tipo de fabricación a que están dedicadas.

Un primer análisis se refiere al estudio realizado por J. Robles /1/ al tamaño de lotes, y a J. Olaeta /5/ al grado de repetibilidad de la 1ª empresa que llamaremos Empresa A.

La Fig. Nº 7 /1/ describe la cantidad de piezas por orden de trabajo para el período correspondiente. Se puede comprobar que el 72,3% de las órdenes analizadas posee un tamaño de lote inferior a las 5 piezas, incluso hasta 10 piezas de tamaño de lote tiene el 88,3% de las órdenes. Esto demuestra que la fabricación realizada es del tipo individual o series pequeñas, lo que respalda una organización tipo maestranza.

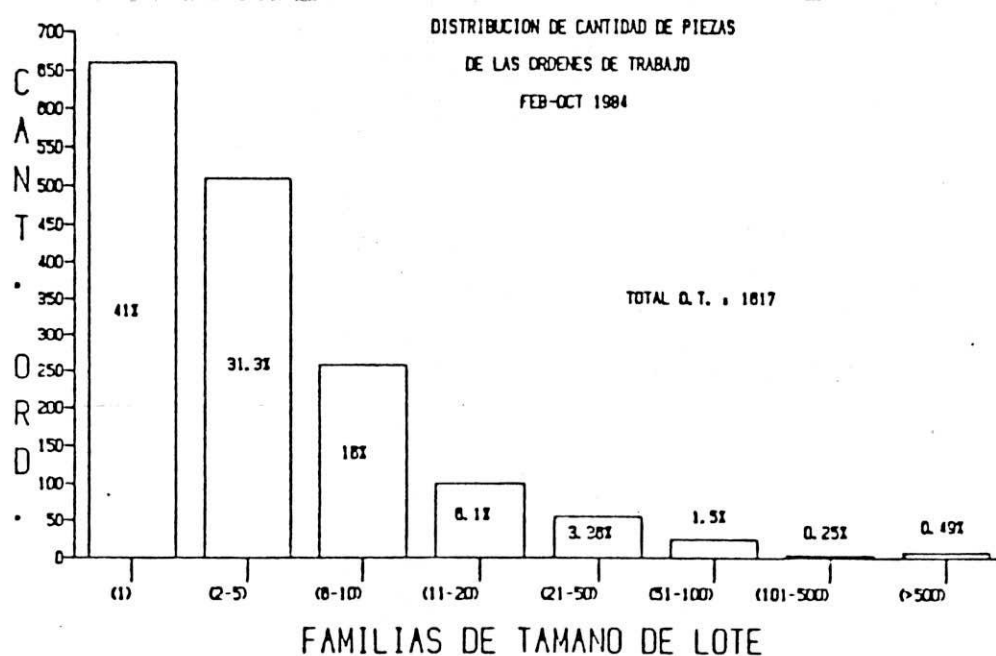


Fig. Nº 7. Distribución de tamaños de lote.

Por otro lado, para medir el grado de repetibilidad, se realizó un análisis estadístico sobre la base de 850 O.T. durante el 2º semestre de 1984. Los resultados obtenidos se pueden ver en la Fig. Nº 8 /5/ de la cual se desprende el bajo grado de repetibilidad de las O.T. ya que el 78,1% de éstas no se repiten, mientras que el 17,7% y 4,2% se repiten una y dos veces respectivamente.

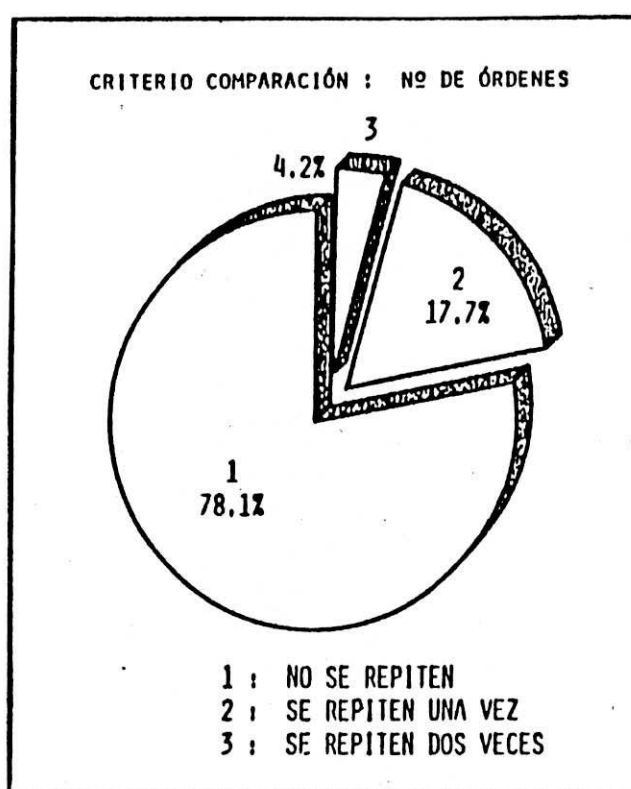


Fig. Nº 8. Grado de repetibilidad de las órdenes de trabajo.

Un segundo análisis -como el caso anterior- se refiere al estudio realizado por C. Fisher /6/, al tamaño de lotes y grado de repetición de la 2ª empresa que llamaremos Empresa B.

La Fig. Nº 9 /6/ muestra una distribución de los tamaños de lote. Aunque no muestra información acerca del tamaño de los pedidos que se encuentran entre 1 y 5 piezas, es interesante notar que el mayor porcentaje de la distribución se encuentra también dentro de las características que corresponden a pequeños tamaños de lote.

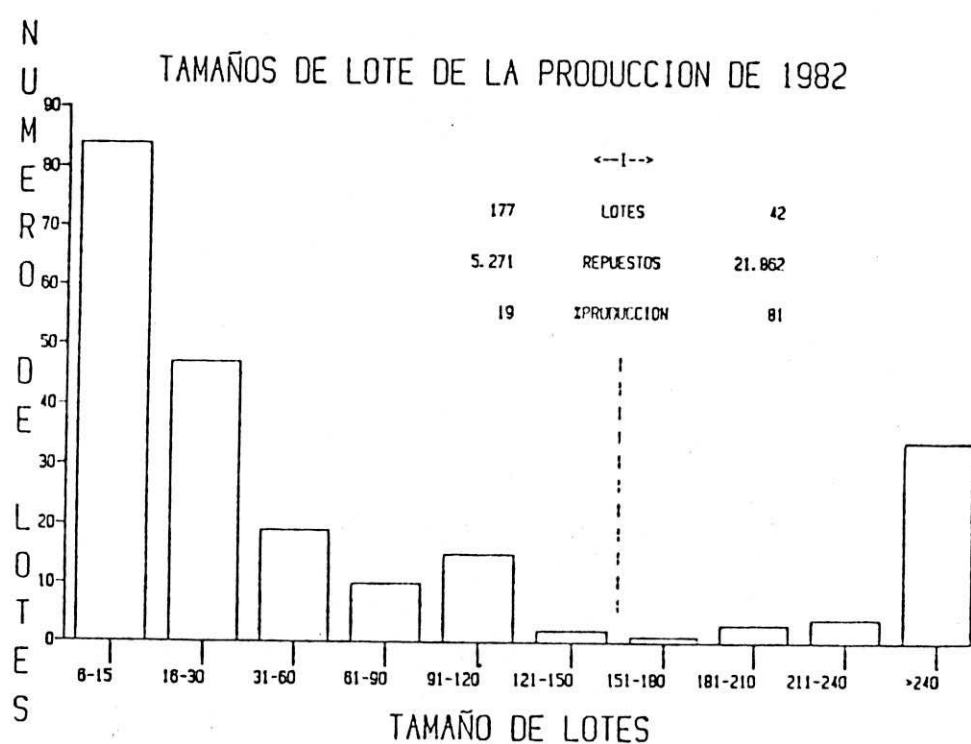


Fig. Nº 9. Distribución de tamaños de lote.

Del mismo modo, la Fig. Nº 10 /6/, presenta la repetición de pedidos durante un mismo período de tiempo. Nuevamente es importante notar que la mayoría de los datos se pide sólo una vez al año, presentándose así una situación de gran diversidad de piezas.

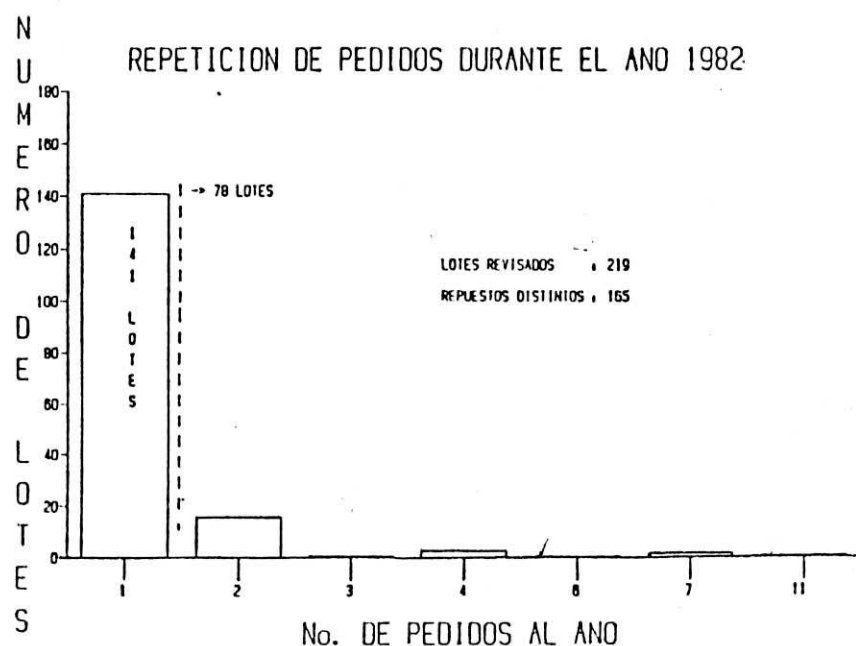


Fig. Nº. 10. Grado de repetibilidad de las órdenes de trabajo.

Como conclusión se ratifica lo mencionado en un comienzo sobre la característica de producción del ámbito metalmecánico nacional, com puesto principalmente por lotes de pequeño tamaño y bajo grado de repetición, lo que a su vez es característico de la fabricación en maestranzas (fabricación tipo taller).

Es importante señalar que ambas empresas poseen sus máquinas distribuidas por tipos de operaciones similares, lo que va de acuerdo a su forma de producción.

Se debe mencionar que el tamaño correspondiente a cada una de las empresas es del tipo mediano, lo que está en concordancia con uno de los objetivos iniciales del presente trabajo.

Por último, otro punto destacable es aquél que tiene relación con el grado de complejidad de las piezas fabricadas en nuestro país. Un estudio realizado por Intec para CORFO el año 1986, cataloga al nivel general de complejidad de los productos procesados por el sector metalmecánico como bajo, pues una gran proporción de las fabricaciones corresponden a elementos básicos semielaborados, o sólo con un pequeño grado de elaboración. Este trabajo asigna a los productos del sector metalmecánico nacional un índice de complejidad, que es el número capaz de representar la extensión o variedad de los factores fabriles y de terceros que intervienen en la concepción y fabricación de un producto, el cual permite ubicar los bienes en una escala de niveles de complejidad global y tecnológica. Esta escala varía entre 10 y 640, rango en el cual se ubica cualquier producto perteneciente al sector. Para el caso nacional los resultados mostraron una variación entre 10,4 (fundición a presión y coquilla) y 98,1 (reparación de equipo ferroviario).

Una vez establecidos los conceptos necesarios y las condiciones específicas para el desarrollo, se describe en el siguiente capítulo el desarrollo del estudio de organización.

4. DESARROLLO DEL ESTUDIO DE ORGANIZACION

Quedando establecidos los conceptos necesarios, la caracterización del ámbito de desarrollo y siendo consecuentes con las etapas cronológicas que se deben cumplir durante el período de planificación, se estructura el desarrollo de organización de la siguiente manera:

- Metodología de desarrollo
- Preparación del Trabajo
- Fabricación
- Integración del sistema y su organización
- Recurso humano.

4.1. METODOLOGIA DE DESARROLLO

En primer lugar se analiza la fase preparación del trabajo, con sus dos sectores, programación de la producción y programación CN.

En segundo lugar es analizada la fase fabricación.

Una vez determinado lo anterior se procede a la integración del sistema y su organización.

Finalmente se entregan pautas de selección, tópicos de capacitación y recomendaciones de motivación para el personal implicado.

4.2. PREPARACION DEL TRABAJO

Como se ha mencionado, la fase preparación del trabajo involucra todas las actividades que se llevan a cabo antes de la fabricación.

Para un sistema de producción en donde sólo existen máquinas-herramientas convencionales, esta fase implica principalmente la etapa programación de la producción (planificación y control de la producción).

Al introducir MHCN en el sistema productivo, necesariamente se presenta la necesidad de programar estas máquinas, lo que significa incluir otra etapa a la fase preparación del trabajo, que llamaremos programación CN.

Luego, es claro que la introducción de MHCN, fuera de introducir nuevas etapas en el sistema, obliga tanto a planificar y a organizar el nuevo sector creado como los ya existentes, para después producir una adecuada integración de ellos.

A continuación, entonces, se analizan las etapas de la preparación del trabajo, dentro del nuevo concepto de producción, es decir, con MHCN en el sistema.

4.2.1. PROGRAMACION DE LA PRODUCCION

Principalmente programación de la producción se encarga de la generación de hojas de ruta y dibujos de piezas, programación de carga de máquinas y control general.

Al analizar estas funciones dentro del nuevo concepto de producción surge la necesidad de realizar cambios en el procedimiento de actividades de la función generación de hoja de ruta y dibujo de pieza. Estos cambios deben tener como característica principal el integrarse dentro del esquema general de generación de hoja de ruta y dibujo de pieza para fabricación convencional, formándose así un proceder único donde estén involucradas ambas tecnologías (CN y convencional).

Si bien por un lado durante el período de entrega de MHCN deben confeccionarse todos los programas en CN correspondientes a las piezas utilizadas en el análisis técnico-económico que justificó la inversión de la MHCN, creándose así un archivo inicial de programas con su documentación correspondiente; por otro lado, una vez que la MHCN entre en producción irán apareciendo nuevas piezas aptas para ser fabricadas en CN. Luego se debe diseñar un procedimiento que permita establecer la decisión de fabricar una pieza ya sea con CN o con medios convencionales para posteriormente elaborar las actividades de trabajo correspondientes.

La Fig. Nº 11 muestra el procedimiento para la determinación de las diferentes etapas del contenido de trabajo de una pieza cuando la empresa cuenta entre sus procesos con la técnica CN.

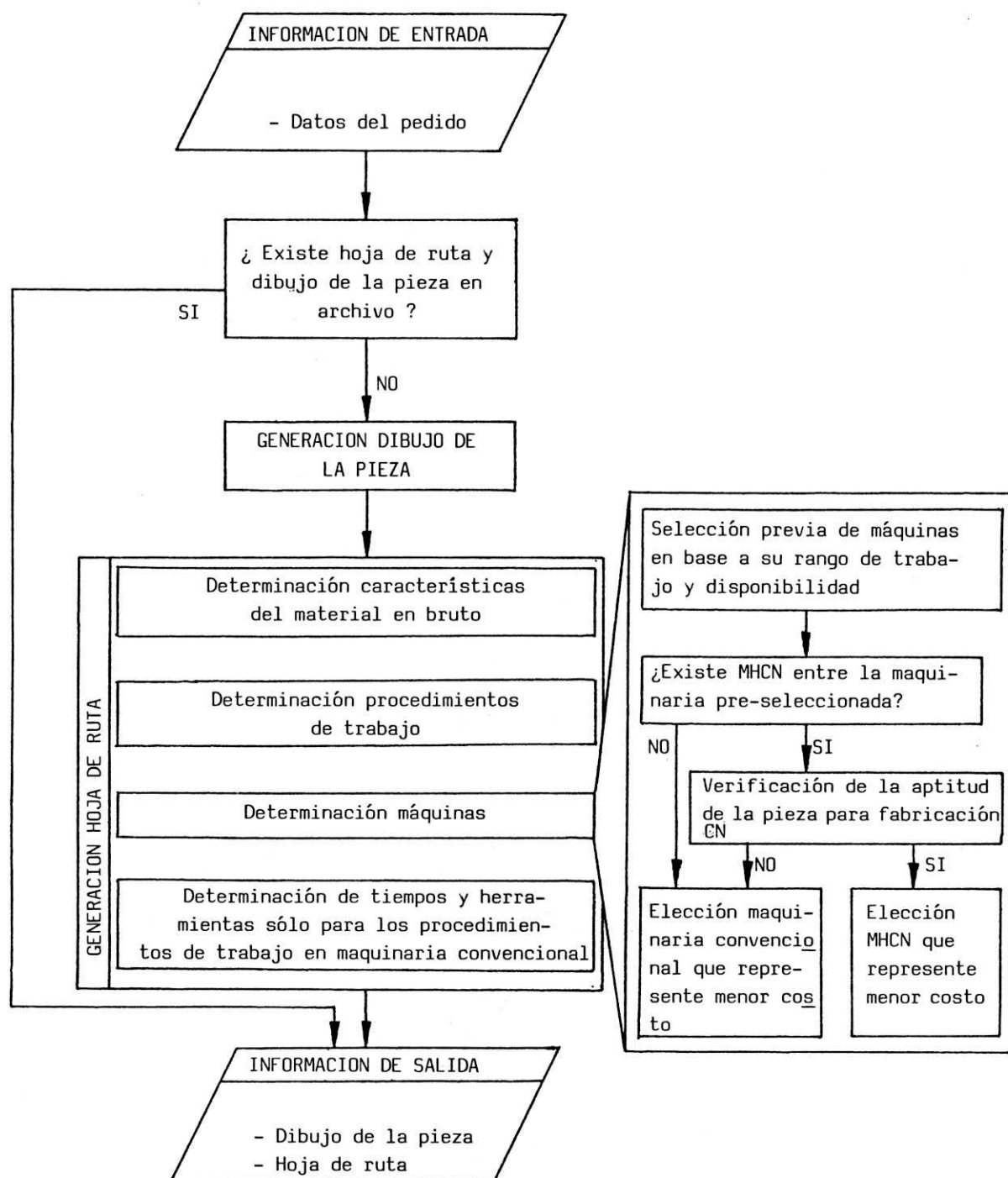


Fig. Nº 11. Actividades de la programación de la producción.

El proceso comienza con el análisis de los datos del pedido, los cuales contienen información suficiente de la pieza a fabricar.

Posteriormente es necesario verificar la existencia de la hoja de ruta y dibujo para la pieza demandada. Es importante volver a señalar que previo a la llegada de la MHCN cuando se realicen los programas en CN se deben generar la hoja de ruta correspondiente a cada pieza de modo de comenzar la producción con el archivo mencionado debidamente actualizado. El archivo debe contener tanto la hoja de ruta como el dibujo de la pieza acotado absoluta o incrementalmente, según sea el caso, para facilitar la tarea posterior del programador CN.

Al no existir hoja de ruta y dibujo de la pieza, es necesario generar la documentación siguiendo el proceso de generación de hoja de ruta y dibujo. Se puede ver en el proceso mostrado, las mismas etapas para fabricación convencional, más al presentarse la técnica CN como una alternativa dentro de los procesos productivos de la empresa, y cuando se proceda a la determinación de máquinas se debe estar en condiciones de conocer la aptitud que presenta la pieza para ser fabricada en maquinaria convencional o CN. Por un lado el "Formulario de aptitud para CN" consiste en un método de evaluación para determinar las condiciones ya sea favorables o desfavorables que presenta una pieza para ser fabricada en MHCN (ver anexo 1). Por otro lado, y como una forma de apoyar la decisión con respecto a la utilización o no utilización del CN en la fabricación, pueden servir de orientación las siguientes preguntas:

- ¿ Son complejas las piezas?
- ¿ Son altas las velocidades de corte?
- ¿ Es largo el tiempo de preparación de la máquina en comparación con el tiempo efectivo de mecanizado?
- ¿ Es largo el tiempo para cargar y descargar la máquina?
- ¿ Tienen las piezas tolerancias muy estrictas?
- ¿ Son pequeños o medianos los lotes de producción?
- ¿ Se repiten los lotes durante el año?
- ¿ Se trata de familias de piezas con pequeñas variaciones?
- ¿ Hay necesidad de usar dispositivos especiales?
- ¿ Es el control de calidad lento y costoso?
- ¿ Es costosa la materia prima de la pieza y es grande la posibilidad de que el operario cometa errores?
- ¿ Se trata de piezas de repuesto con alta demanda?

En términos generales, si la respuesta a la mayoría de estas preguntas fuera afirmativa, la tendencia sería hacia la utilización del CN.

Con el fin de hacer más claro el procedimiento de "Generación de hoja de ruta", a continuación se efectúa el ejemplo ficticio de una pieza mostrando cada etapa del proceso.

- EJEMPLO DE APLICACION:

Nº Id.: 0160	HOJA DE RUTA				Fecha: 8.10.87			
Nº Pedido: 220	Encargado: R. Fernández				Fecha com.: 11.10.87			
Nº Dibujo: 1170	Denominación pieza: Eje de accionamiento.				Fecha térm.: 20			
Forma y dimensiones material: material cilíndrico Ø60 x 300					Material: St 50.			
Nº Op.	Proc. de trabajo	Observaciones	C. de costo	Nº de Máq.	Medios de fabricación	t. prep.	t fab. teo. real	
10	Aseñar	Cortar material cilíndrico a 300 mm de long.	350	5	Siema nº 1201	5	5	
20	Tornear	Tornear completo en CV Nº Programa:	360	2				
30	Rectificar	Rectificar eje completo.	340	3	muela abrasiva nº 2210	7	10	

Se puede notar que hasta la determinación del procedimiento de trabajo, la preparación del documento "Hoja de Ruta" no ha variado con respecto al procedimiento usual, sin embargo, al efectuar la determinación de las máquinas se debe proceder de la siguiente manera:

a) Rango de trabajo de máquinas disponibles

Se realiza una comparación del rango de trabajo entre las máquinas disponibles con el fin de efectuar una selección previa de las máquinas aptas para la fabricación de la pieza. En el ejemplo se visualiza lo planteado para el proceso de torneado.

		M1 TORNO CN	M2 TORNO REVOLVER	M3 TORNO COPIADOR
PIEZA EN BRUTO	CENTRO DE COSTO / Nº MAQUINA	360/2	370/14	370/5
60	DIAMETRO VOLTEO (mm)	200	150	250
300	DISTANCIA ENTRE CENTROS (mm)	400	250	550

Para el ejemplo se tiene como máquinas posibles a:

- M1 Torno CN
- M3 Torno Copiador.

b) Verificación aptitud CN

Una vez determinadas las máquinas posibles según condiciones de trabajo y de disponibilidad, y si es que alguna de ellas es MHCN, se debe verificar la aptitud de la pieza para ser fabricada en CN (ver anexo 1). Al resultar esta verificación positiva debe decidirse inmediatamente por la MHCN, en este caso torno CN.

Luego de asignar la máquina que corresponde a cada proceso se debe especificar el procedimiento de trabajo detallado para cada operación que para el caso de mecanizado en CN, además debe incluir el espacio para la señalización posterior del número de

programa por parte del programador CN. Estas dos últimas anotaciones deben hacerse en la sección observaciones de la hoja de ruta (ver ejemplo expuesto).

Como se podrá notar para el proceso de mecanizado con CN sólo se ha indicado el procedimiento general de trabajo, dejando la tarea de determinación de herramientas, útiles de sujeción y tiempos al programador CN.

Por último, hasta aquí se ha seguido el mismo esquema general para generar una hoja de ruta en fabricación convencional, introduciendo sólo los cambios pertinentes relacionados con el CN.

4.2.2. PROGRAMACION CN

Este sector es el encargado de producir la información necesaria para permitir el funcionamiento de MHCN.

Antes de definir el proceso general de organización de la programación CN debe procurarse la elección del sistema de programación adecuado. Para este fin, a continuación se entregan tres alternativas con sus recomendaciones de empleo.

ALTERNATIVA	CONDICION DE EMPLEO
Programación manual en la MHCN	- Utilizable esporádicamente, no como sistema permanente - Mas bien aplicable a piezas de baja complejidad geométrica y a corrección de programas
Programación manual fuera de la MHCN	- Implementación como sistema permanente - Recomendable cuando existe etapa introductoria del CN en la empresa - Bajo número de MHCN
Programación con ayuda de computador	- Implementación como sistema permanente - Existencia de varias MHCN - Principalmente para piezas de alta complejidad geométrica - Preferentemente MHCN con más de 2 ejes

Fig. Nº 12. Recomendaciones para elección del sistema de programación.

Finalmente, de acuerdo a la condición inicial del trabajo en lo que se refiere a la organización durante la incorporación de MHCN a un sistema de producción, y a las características de producción y complejidad de piezas que posee nuestro medio (Capítulo 3), se presenta la programación manual como modo de programación principal. Por esto a continuación se define la organización para un sistema de este tipo.

4.2.2.1. LOCALIZACION

Por las características y tamaño de empresa analizada lo más seguro es que el porcentaje de MHCN comparado con el total de maquinaria convencional existente sea bajo, lo que determina directamente la envergadura del sector programación CN.

Por un lado, lo más propicio en el caso de programación manual fuera de la máquina es ubicar este sector en el mismo lugar donde se encuentra programación de la producción.

Las ventajas de esto son la centralización de toda la información y, por ende, la agilización en la transferencia de la misma entre los dos sectores implicados y el aprovechamiento de todos los recursos de superficie e instalaciones (oficinas).

Por otro lado, al tratarse de programación manual en la máquina con ayuda del CNC, el operador pasa a ser también el programador (operador-programador). En este caso los mismos recursos e información que posee el primer tipo de programación mostrado, deben estar en posesión del operador-programador cerca de la máquina.

4.2.2.2. PROVISION Y ORGANIZACION DE RECURSOS

Se debe procurar el siguiente material:

- Fichas de herramientas y útiles de sujeción (ver anexo 2).

- Tablas y diagramas con las condiciones de corte de acuerdo al material a mecanizar y herramientas a utilizar, y cálculos de tiempo.
- Documentación general:
 - a) Hojas estandarizadas de programación.
 - b) Fichas del operador, herramientas y útiles de sujeción en blanco (ver anexo 4).
 - c) Manual de programación.
 - d) Literatura de control numérico en general.
 - e) Literatura especial del fabricante de la máquina.
 - f) Manual con instrucciones para el mantenimiento y conservación de la máquina, el control y el sistema de medición.
 - g) Indicaciones de servicio para la máquina y el control.
 - h) Listado de piezas de repuesto.
 - i) Documentación sobre dispositivos adicionales de la MHCN.
- Provisión de material referente al almacenamiento de programas.
Por ejemplo: discos magnéticos, cinta y máquina perforadora, etc.

Es importante el establecimiento de un buen sistema de identificación que permita relacionar cada herramienta y útil de sujeción con su respectiva ficha. También debe verificarse periódicamente la actualización del archivo de fichas de herramientas y útiles de sujeción con respecto a la existencia de estos elementos.

4.2.2.3. PROCEDIMIENTO GENERAL DE ACTIVIDADES EN LA PROGRAMACION CN

La Fig. Nº 13, muestra el proceso general de actividades que se debe llevar a cabo en el sector de programación CN. Se debe mencionar que el procedimiento es el mismo para los dos casos de programación presentados.

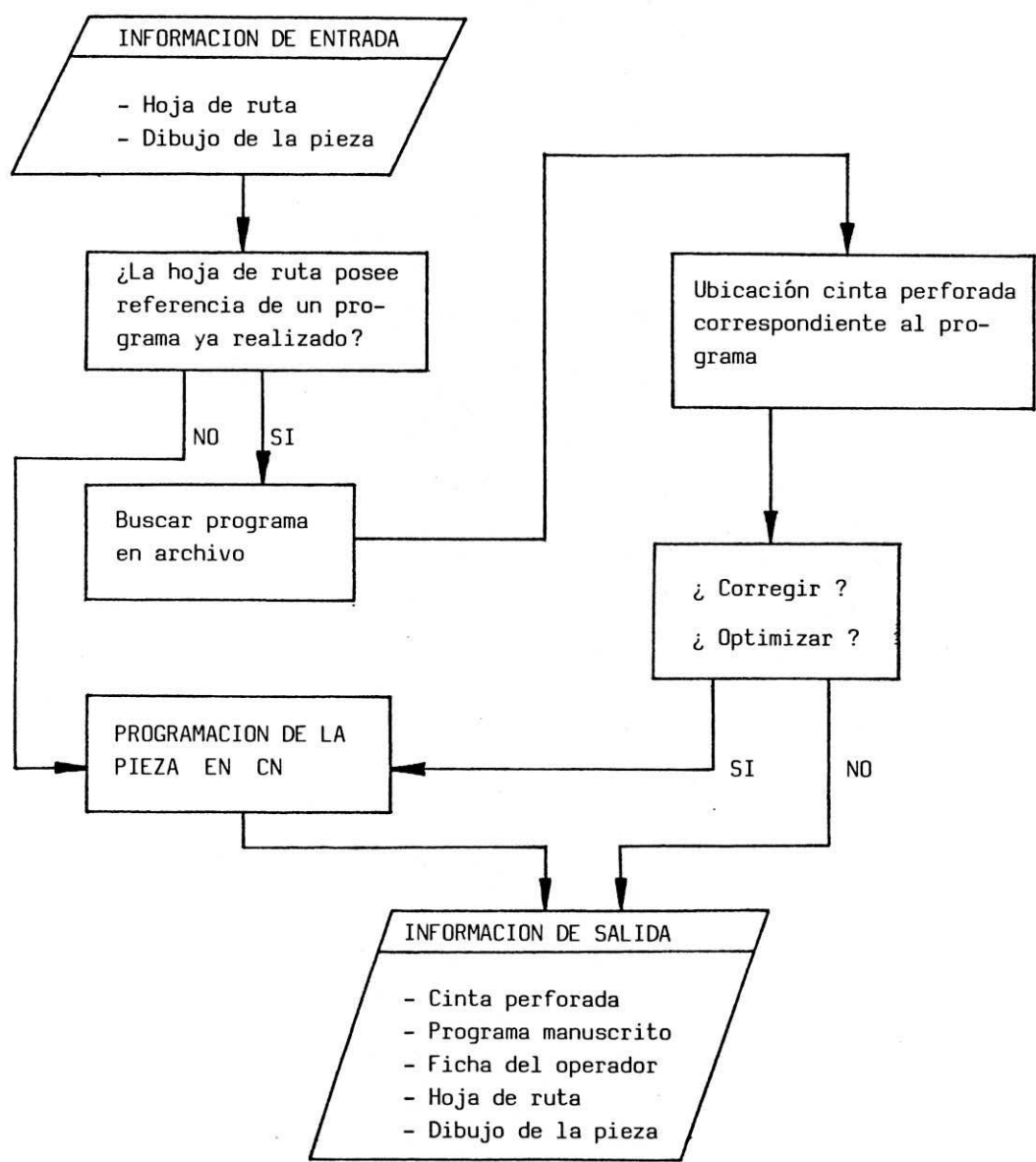


Fig. Nº 13. Procedimiento general en la programación CN.

Con la hoja de ruta y el dibujo de la pieza, el programador debe verificar si la hoja de ruta posee número de programa en el espacio observaciones que corresponde al o los procedimiento(s) de trabajo con CN. Al existir número de programa significa que el archivo de programas ubicados en el sector de programación CN, contiene ya un programa de la pieza a fabricar. Al igual que el archivo de hojas de ruta y dibujo en programación de la producción, el archivo de programas debe coincidir plenamente en su actualización e identificación con respecto al archivo de hojas de ruta. El archivo de programas CN debe contener tanto el programa manuscrito como la ficha del operador (ver anexo 4) correspondiente.

Siempre con el número de programa y con la documentación que corresponde (hoja de ruta, dibujo, programa manuscrito y ficha del operador), el programador debe ubicar la cinta perforada debidamente identificada con el mismo número de programa. Es conveniente mantener almacenadas las cintas perforadas cercanas al archivo de programas, tendiéndose siempre con esto a la maximización de la centralización de la información y a minimización en los tiempos de preparación.

La hoja de programa debe contener información acerca del grado de optimización del mismo, para que así el programador esté en condiciones de decidir rápidamente sobre una eventual corrección u optimización del programa.

Por otro lado, al verificar que la hoja de ruta no presenta número de programa, implica inmediatamente la programación de la pieza en CN (Fig. Nº 14).

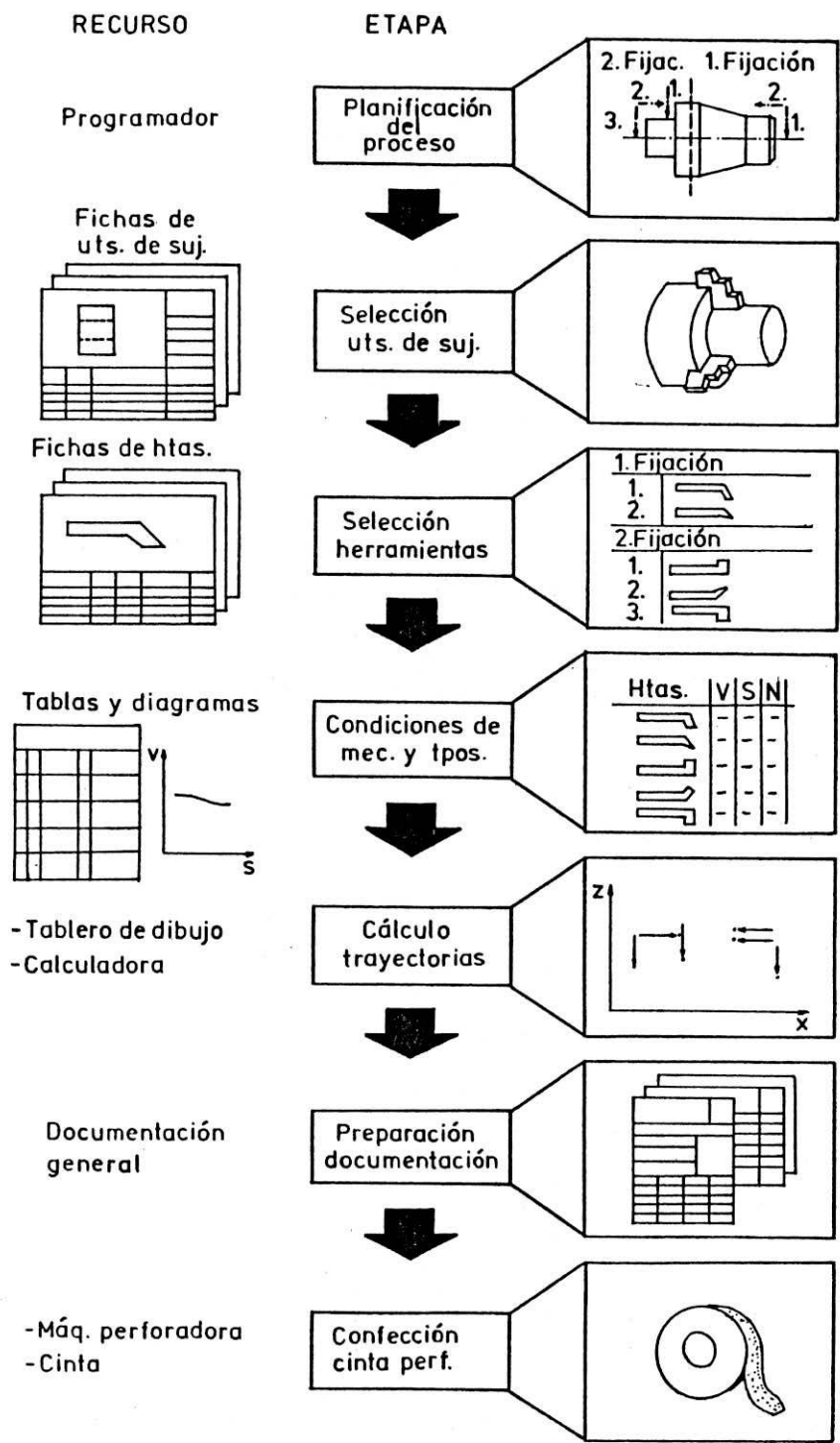


Fig. Nº 14. Etapas de actividad y utilización de recursos en la programación manual de MHCN.

- PLANIFICACION DEL PROCESO:

Según hoja de ruta, se desarrolla y planifica el procedimiento de trabajo para la parte de la pieza especificada para CN.

- SELECCION DE UTILES DE SUJECION:

Especificación de útiles de sujeción adecuados. Se debe tener presente el elegir los elementos pertenecientes al stock que posee la MHCN seleccionada y especificada en la hoja de ruta para el mecanizado en CN.

- SELECCION DE HERRAMIENTAS:

Elección de las herramientas apropiadas. Al igual que en la etapa anterior, se debe realizar la selección en base al stock de herramientas para MHCN.

- DETERMINACION DE CONDICIONES DE MECANIZADO Y TIEMPOS:

Se refiere a la determinación de velocidades, avances, etc. También se obtienen los tiempos de mecanizado.

- CALCULO DE TRAYECTORIAS:

Se refiere a los cálculos geométricos para la determinación de la trayectoria de la herramienta.

- PREPARACION DE LA DOCUMENTACION:

Se refiere a la preparación de la hoja del programa manuscrito, ficha del operador y hoja de ruta.

- a) Hoja de programa: Además de realizar el llenado con las instrucciones codificadas, se le debe asignar un número de identificación (nº de programa) y anotar el grado de optimización del mismo.
- b) Ficha del operador: Realizar el llenado del documento (ver anexo 4).
- c) Hoja de ruta: Debe completarse la sección correspondiente al o los procedimientos de trabajo en CN, con los medios de fabricación (herramientas y útiles de sujeción y tiempos). El tiempo se refiere al tiempo de preparación y tiempo teórico de fabricación, el tiempo real de fabricación debe ser anotado por el operador MHCN al completar el proceso de fabricación. Por último, debe señalizarse en la sección observaciones del nuevo procedimiento en cuestión el nº de programa que corresponda.
- CONFECCION CINTA PERFORADA:

Luego de transferido el contenido del manuscrito a la cinta, debe identificarse la misma con el nº de programa.

Ya establecida la fase Preparación del Trabajo, se continúa con la definición y organización de las etapas de la fase Fabricación.



4.3. FABRICACION

La fase fabricación presenta tres sectores a reconsiderar durante la introducción de MHCN en la empresa:

- Organización y administración de las herramientas y útiles de sujeción.
- Sector ejecución del trabajo, en lo que respecta a la planificación del sitio de trabajo.
- Mantenimiento de MHCN.

4.3.1. ORGANIZACION Y ADMINISTRACION DE HERRAMIENTAS Y UTILES DE SUJECION

El proceso de fabricación en una MHCN debe presentar dos diferencias principales con respecto a lo que es un proceso de fabricación en una máquina-herramienta convencional; menores tiempos de fabricación y tendencia a la minimización de los tiempos de parada de la MHCN.

Estas características nos muestran un proceso de gran agilidad, lo que determina la necesidad de contar con un sistema apropiadamente organizado y administrado de las herramientas y útiles de sujeción, capaz de otorgar la provisión oportuna y correcta de estos elementos para la fabricación.

Es lógico pensar, entonces, que aunque se trate del caso más simple, es decir, una MHCN con sistema de programación manual en la misma máquina, debe siempre procurarse lo que respecta a la implementación de un sistema de administración y organización de las herramientas y útiles de sujeción de la MHCN.

Aunque la planificación de la provisión del stock inicial de herramientas para la MHCN se efectúa inmediatamente después de decidir la inversión de la MHCN, es necesario recalcar la recomendación de especificar sistemas de herramientas que usen herramientas estándar que puedan ser fácilmente expandidos y desarrollados.

Existe la idea preconcebida de que la estandarización de herramientas implica costos más elevados. Esto es totalmente errado, ya que el número de herramientas en sí no cambia, pero su almacenamiento, manejo, mantenimiento y utilización se racionalizan, haciéndose más eficientes mediante la planificación y preajustes adecuados.

Con respecto a los útiles de sujeción, deben presentar las mismas características antes mostradas para las herramientas, es decir, sistemas de fijación compuestos de elementos normalizados cuya combinación permita el montaje adecuado de las necesidades de cada pieza.

4.3.1.1. LOCALIZACION

Es característica particular del tipo de empresa que se analiza, el de disponer de un área específica -llamada pañol o almacén- que centraliza el almacenamiento de materia prima, herramientas y en algunos casos útiles de sujeción, ya que también es común encontrar estos últimos ubicados junto a la misma máquina a que pertenecen.

Pensando siempre en utilizar al máximo los recursos de que dispone la empresa y quizás no habiendo la posibilidad de habilitar otro lugar -básicamente por el tamaño de empresa analizada- es recomendable la alternativa de ubicar el sistema de herramientas y útiles de sujeción, más los recursos o medios auxiliares, por ej.: sistema de pre-ajuste, en el mismo sector disponible en la empresa para el almacenamiento de materia prima y medios de fabricación para máquinas-herramientas convencionales.

Sin embargo, al decidirse el lugar de localización debe tenerse siempre presente -especialmente si se elige la alternativa antes mencionada- el asegurar que el stock de herramientas para MHCN sea sólo utilizado en MHCN, y nunca usado para la fabricación en máquinas herramientas convencionales. Esto se debe cumplir de la misma manera para los útiles de sujeción.

4.3.1.2. PROVISION Y ORGANIZACION DE RECURSOS

Se debe procurar el siguiente material:

- Fichas de herramientas y útiles de sujeción.
- Herramientas y útiles de sujeción.
- Sistema de pre-ajuste.

Con respecto a las fichas de herramientas y útiles de sujeción deben efectuarse las mismas indicaciones mencionadas para programación CN.

Por otro lado, cada herramienta y útil de sujeción debe ser debidamente identificado de acuerdo a su respectiva ficha.

4.3.1.3. PROCEDIMIENTO GENERAL DE ACTIVIDADES EN LA ADMINISTRACION DE HERRAMIENTAS Y UTILES DE SUJECION PARA MHCN

Las Figs. Nº 15 y Nº 16, muestran los procedimientos administrativos para las herramientas y útiles de sujeción respectivamente.

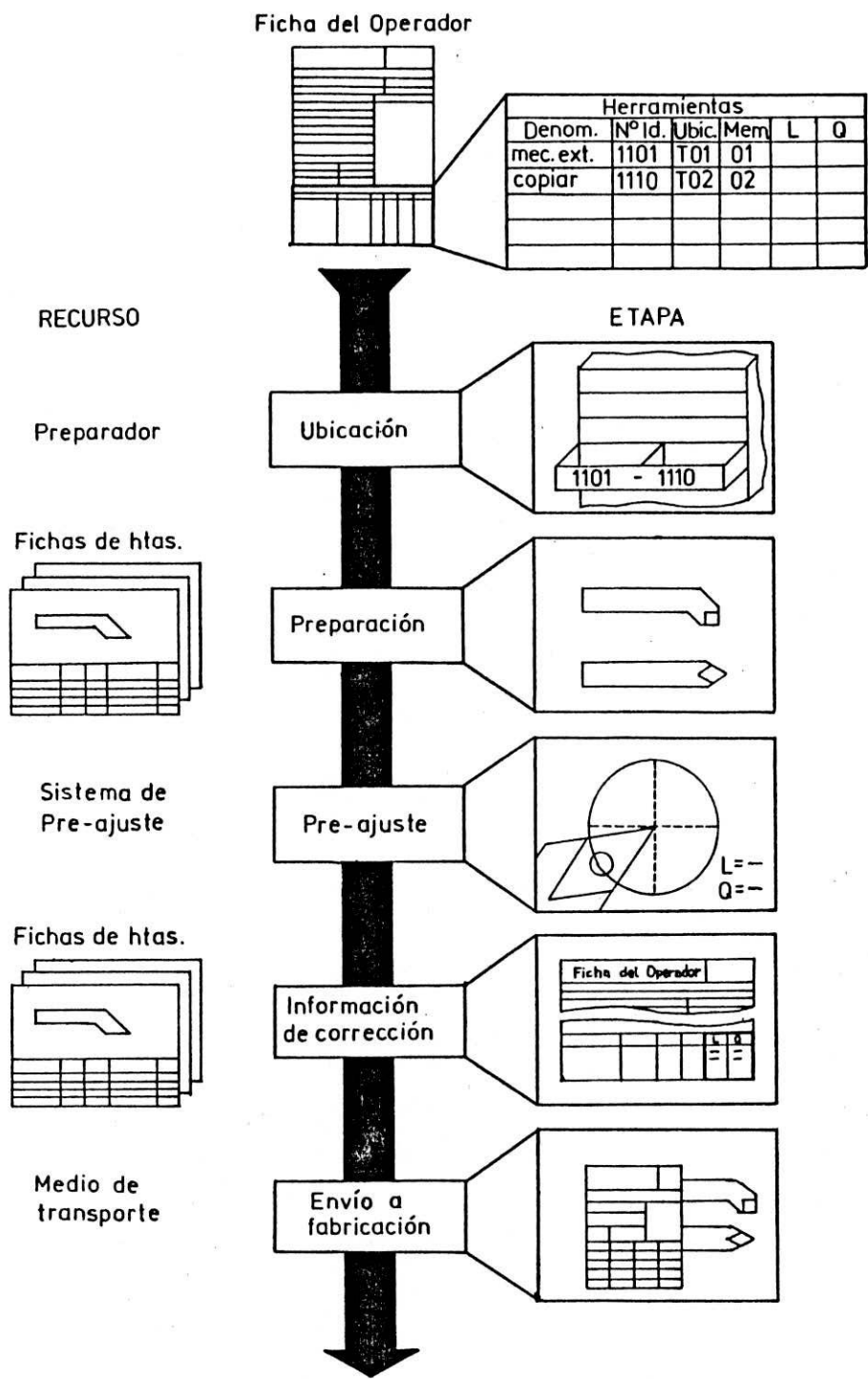


Fig. Nº 15. Administración de herramientas para MHCN.

- UBICACION:

Con la información que entrega la ficha del operador referida a los números de identificación de cada herramienta, se debe efectuar la ubicación de cada una de ellas señalizadas a su vez con la correspondiente identificación.

- PREPARACION:

Se refiere por ejemplo al montaje de herramientas de corte (plaquitas de corte) en porta-herramientas.

- PRE-AJUSTE:

Verificación de las correcciones actuales de la herramienta.

- INFORMACION DE CORRECCION:

Se deben transferir los correspondientes valores de corrección de cada herramienta a utilizar, a la ficha del operador.

4.3.2. PLANIFICACION DEL SITIO DE TRABAJO

La utilización de las máquinas depende en la práctica, esencialmente de la organización y control del proceso, así como de la disposición del flujo de material.

Sobre la base de la coordinación entre los procesos de trabajo y los medios de fabricación, se debe establecer la disposición de las máquinas.

Requisito previo para la planificación de la disposición de las máquinas es la determinación del principio de fabricación.

Con el planteamiento especificado en el capítulo 2 figura Nº 3, en lo referente al criterio de organización de cada principio de fabricación, y siendo consecuentes con las características de producción del tipo de empresa analizada, se deduce entonces la fabricación tipo taller y en menor grado la fabricación en grupos, como principios de fabricación preponderantes en nuestro medio, quedando la fabricación en serie totalmente descartada -salvo casos excepcionales- por las razones ya expuestas.

Por otro lado, en la instalación de una MHCN además de considerar las etapas típicas del establecimiento del lay-out para maquinaria convencional, se debe tener en cuenta un punto muy importante que tiene relación con las condiciones técnicas para funcionamiento de

una MHCN. Estas se refieren principalmente a la consideración de los siguientes factores:

- SITUACIONES AMBIENTALES:

Es importante el montaje de la MHCN en un ambiente en lo posible libre de polvo y humedad para evitar fallas en los elementos electrónicos del sistema de control. Bajo condiciones especiales puede ser necesario disponer de una sala climatizada para la máquina.

- CONSIDERACIONES TECNICAS DEL LUGAR:

También es importante considerar la ubicación de la máquina fuera de la línea de alto movimiento y de los focos de calor a fin de evitar fallas en el sistema de control e imprecisiones en el mecanizado por problemas de temperatura.

- CONSTRUCCION DE CIMIENTOS:

Especial atención se debe conceder al cimiento de la máquina para suprimir al máximo las vibraciones y garantizar así la precisión y seguridad del sistema de medición y control.

Teniendo en cuenta la fabricación tipo taller -que agrupa las máquinas por operaciones similares- como principio de fabricación preponderante en nuestro medio, parece lógico que la MHCN sea instalada de acuerdo a su operación, teniendo siempre en cuenta lo que se refiere a las condiciones técnicas para su uso.

En algún caso pudiera ocurrir que el sitio adecuado de operación para la máquina en lo que se refiere a principio de fabricación se presentase como lo óptimo, pero si el lugar no presenta las características técnicas necesarias para una MHCN debe reestudiarse su ubicación. Hay casos de MHCN instaladas en sectores con una gran fluctuación de temperatura ambiental, lo que provoca problemas en los elementos electrónicos del sistema de control con los consecuentes errores en la fabricación de la pieza.

Finalmente como referencia general, la Fig. Nº 17 muestra las etapas que se deben cumplir al realizar la planificación del Lay-out de un sistema de producción con máquinas-herramienta convencionales y MHCN.



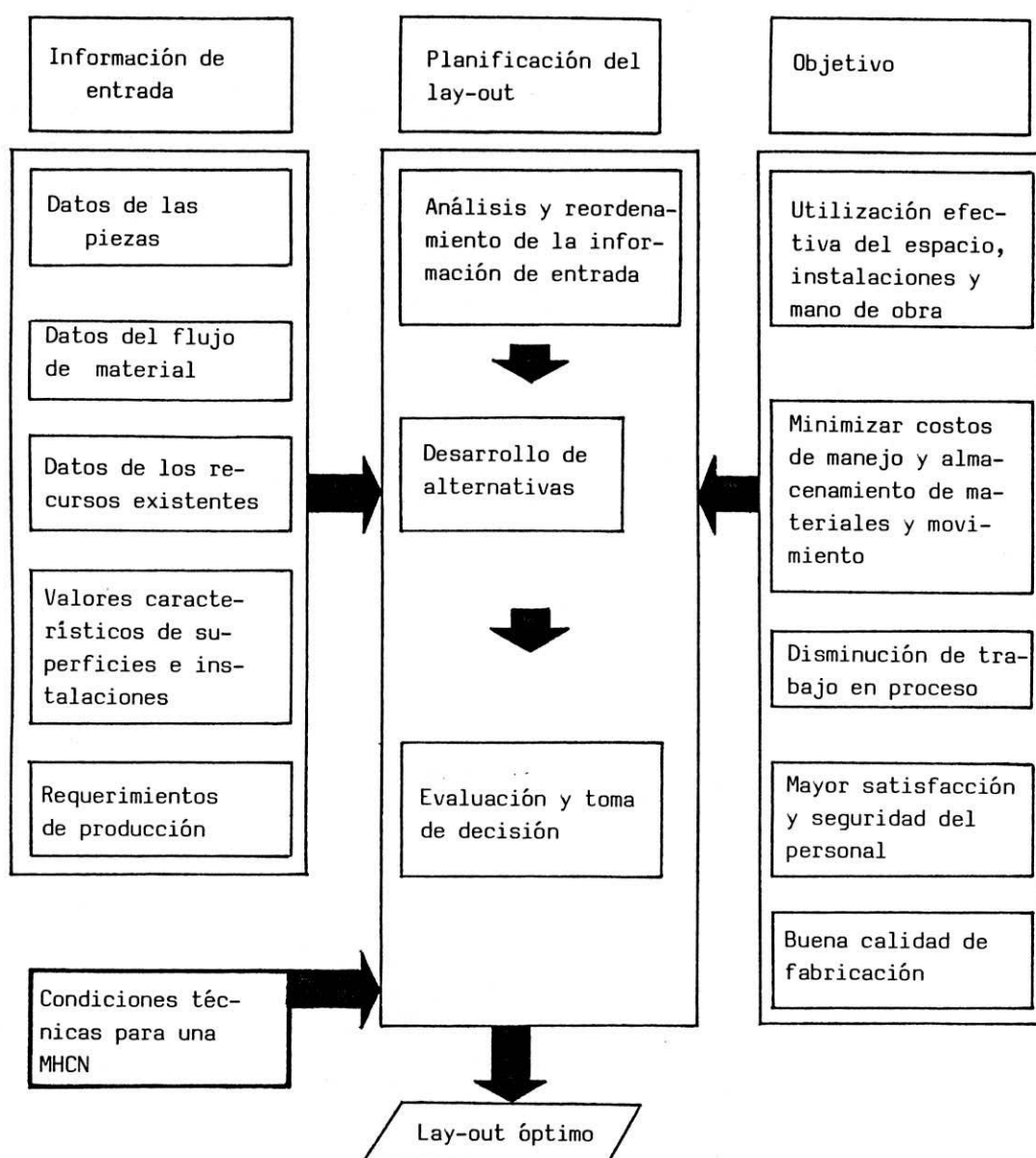


Fig. Nº 17. Etapas para la planificación del Lay-out.

4.3.3. MANTENCION DE MHCN

Al analizar las opciones para la mantención de MHCN, encontramos básicamente dos alternativas, contratación de servicios y creación de un grupo de mantención propio de la empresa.

La experiencia ha demostrado que el grado de utilización de una máquina se eleva, si las fallas que con seguridad aparecerán, pueden ser subsanadas por el propio personal de mantención. Esto es especialmente cierto en un país como el nuestro, alejado de los países en que se fabrican MHCN y donde además esta tecnología está dando sus primeros pasos.

También poseyendo el propio personal de mantención se eliminan, los tiempos de parada adicional de las máquinas, que se originarían con los viajes del personal de reparación del fabricante de la máquina y/o del fabricante del sistema de control.

En los países donde esta técnica de fabricación es altamente utilizada se ha demostrado que la mayoría de las fallas producidas en la máquina son relativamente fáciles de remediar, por lo que éstas pueden ser solucionadas en forma rápida por un grupo de mantención propio de la empresa y bien instruido.

La función principal de este grupo de mantención involucra todas las actividades relacionadas con la aplicación de programas de mantención preventiva y labores de mantención correctiva cuando así se requiera. La información referente a fallas acumulada a lo largo del tiempo de funcionamiento de la MHCN, debe servir de base para establecer una estadística que apoye a los programas de mantención preventiva.

Finalmente, es importante que se tenga a disposición la siguiente información:

- Literatura de CN en general.
- Literatura especial del fabricante de la máquina y del control.
- Manual con instrucciones para el mantenimiento y conservación de la máquina, el control y el sistema de medición.
- Indicaciones de servicio para la máquina y el control.
- Listado de piezas de repuesto.
- Documentación sobre dispositivos adicionales.

Ya definidas las fases Preparación del Trabajo y Fabricación, se procede con la Integración del Sistema y su Organización.

4.4. INTEGRACION DEL SISTEMA Y SU ORGANIZACION

Para clarificar la necesidad de información y recursos entre los diferentes sectores de la empresa, se analiza en primer lugar la integración del sistema.

En segundo lugar, la presentación de un esquema general de planta mostrando la organización física de todos los sectores involucrados, es presentado con el fin de visualizar con mayor claridad lo ya establecido.

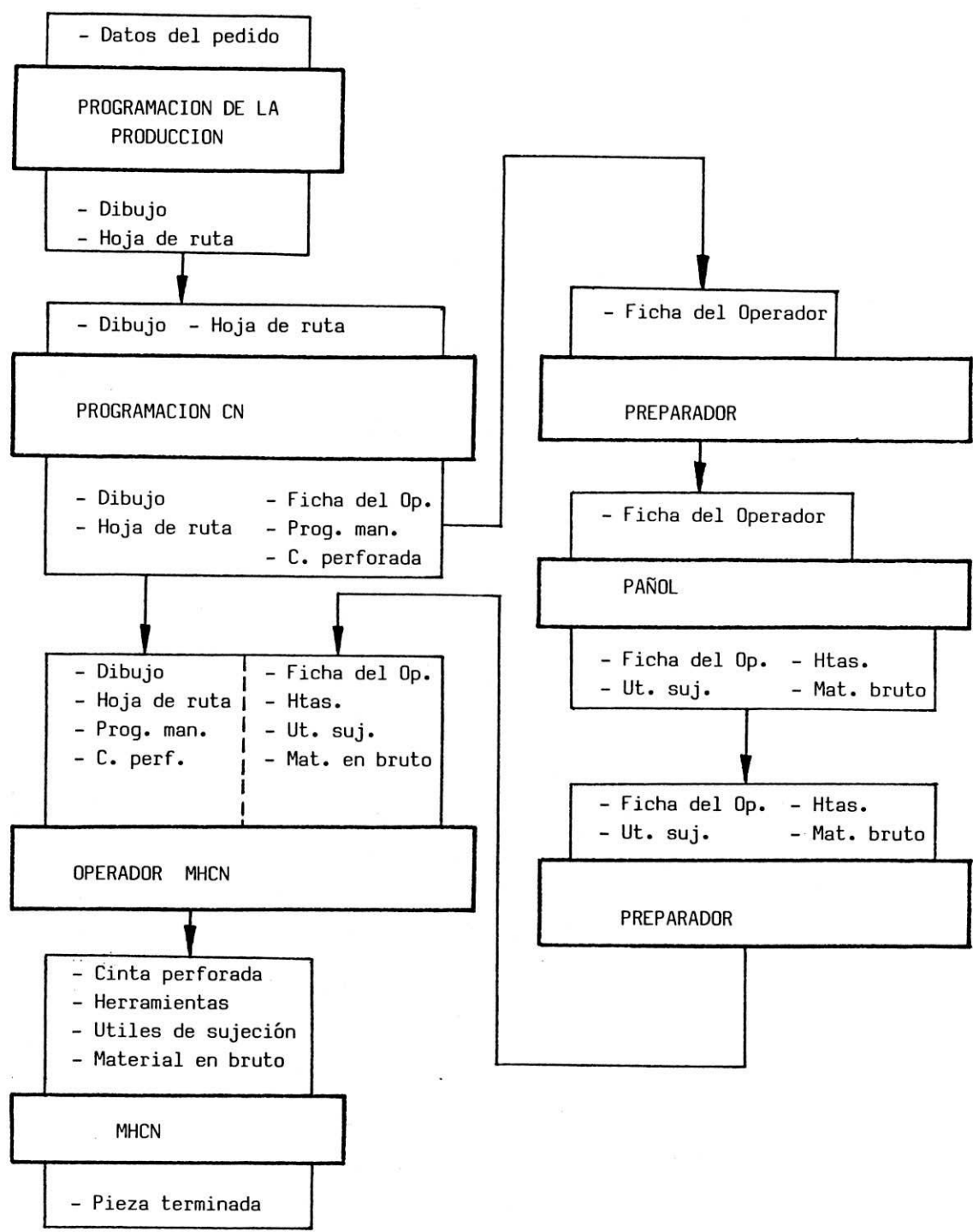
4.4.1. INTEGRACION DEL SISTEMA

A continuación entonces, se presentan los esquemas de funcionamiento para un proceso en MHCN y un proceso en máquina herramienta convencional.

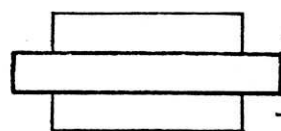
Se define para cada uno los flujos de información y recursos, desde la recepción del pedido a la pieza terminada.

De esta manera se entregan las bases para determinar las diferentes etapas de actividad que encierra la fabricación de una pieza, en un proceso único (CN o convencional) y un proceso combinado (CN y convencional).

4.4.1.1. PROCESO EN UNA MHCN



Donde:

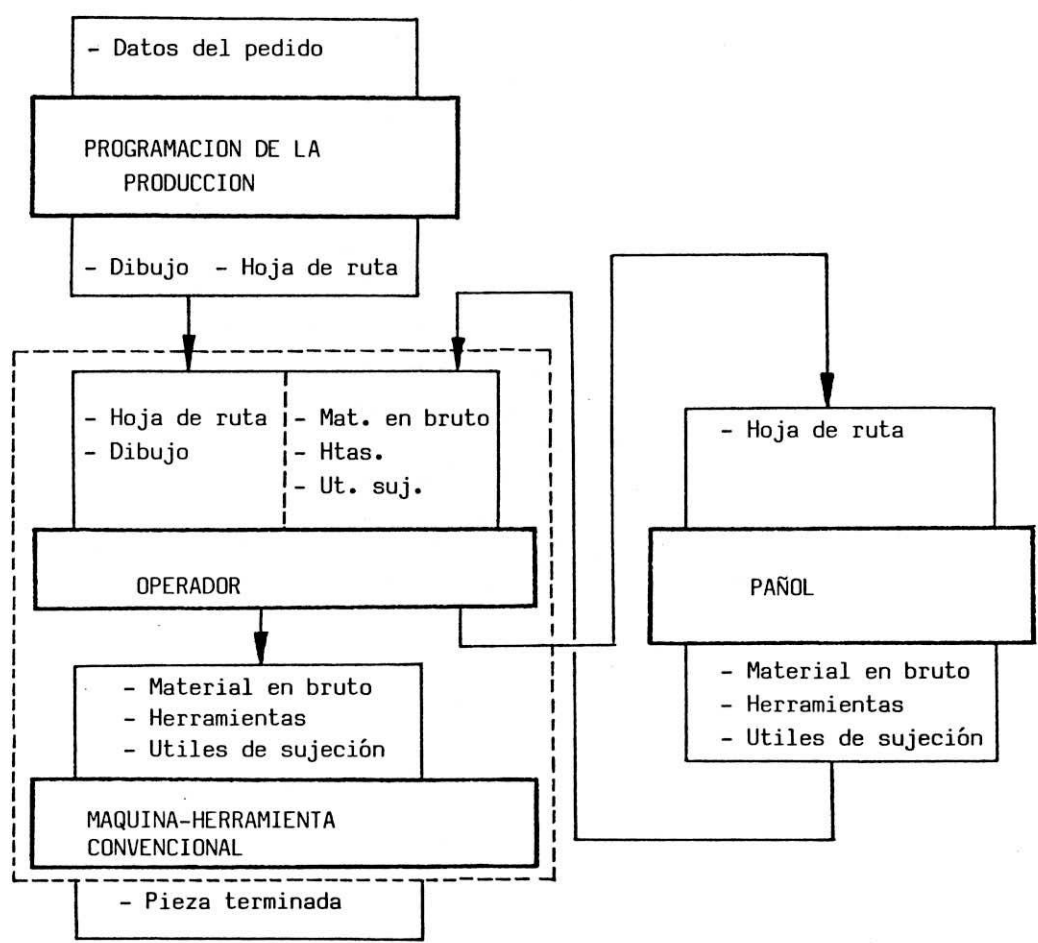


Información de entrada
Función o personal encargado
Información de salida

Es importante que una vez que el programador CN haya determinado los tiempos para el proceso de fabricación de cierta pieza, éstos sean enviados o informados al sector de programación de la producción a la brevedad con el fin de que se pueda programar la carga de las máquinas y por lo tanto planificar con anticipación su disponibilidad.

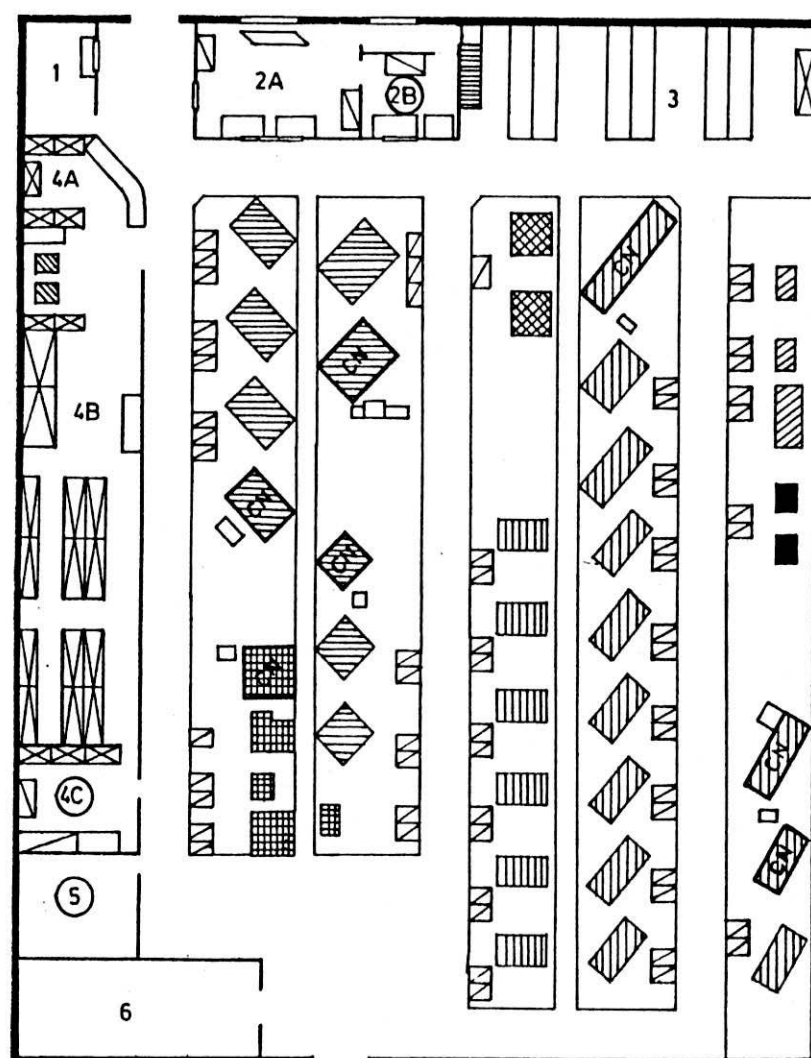
También, una vez terminada la fabricación, debe procurarse la devolución oportuna de toda la documentación y medios de fabricación a su lugar de origen.

4.4.1.2. PROCESO EN UNA MAQUINA-HERRAMIENTA CONVENCIONAL



4.4.2. ORGANIZACION DEL SISTEMA

La Fig. Nº 18 muestra el lay-out de planta de una empresa metalme-
cánica con incorporación de MHCN en sus procesos productivos.



Nomenclatura del esquema:

	Torno		Fresadora		Taladro		Esmeril		Rectificadora
	Mesa de trazado		Sierra		Almacenaje de herramientas		Almacenaje de útiles de sujeción y dispositivos de la máquina		Almacenaje de materia prima
	Archivo de documentación		Mesa o mesón		Tablero de dibujo				

1. Oficina de recepción de pedidos
2. Oficina de planificación
- 2.A. Programación de la producción
- 2.B. Programación CN

3. Sector trabajo en bancos

4. Pañol

- 4.A. Despacho y almacenaje de herramientas para fabricación convencional

- 4.B. Almacenaje de materia prima

- 4.C. Herramientas y útiles de sujeción para fabricación en MHCN

5. Mantenimiento de maquinaria convencional y CN

6. Almacenaje de materia prima

Fig. Nº 18. Lay-out de planta.

Apreciando el esquema, por un lado la fase Preparación del Trabajo se ha centralizado en una oficina de planificación encargada de la programación de la producción y programación de las piezas para MHCN.

Por otro lado, el sector de herramientas y útiles de sujeción para fabricación CN se ha ubicado como un anexo del pañol general de la empresa.

También es importante distinguir lo que se refiere a la ubicación de las MHCN, las cuales han pasado a integrarse al tipo de fabricación preponderante en el sistema, es decir, por operaciones similares o fabricación tipo taller.

Se debe mencionar que el esquema planteado sólo representa una generalización que tiene como objetivo principal entregar una base de apoyo a lo establecido en los puntos 4.2 y 4.3 del presente trabajo.

Por último, con el fin de otorgar forma y respaldo al sistema, se establece su estructura orgánica (Fig. Nº 19). Esta se define en base al cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Lograr una acción coordinada entre la fase preparación del trabajo y la fase fabricación, con los planes de mantención.

- Agrupar las actividades similares de manera de hacer más expedito el sistema productivo.
- Asignar el recurso humano a actividades específicas con los recursos adecuados.

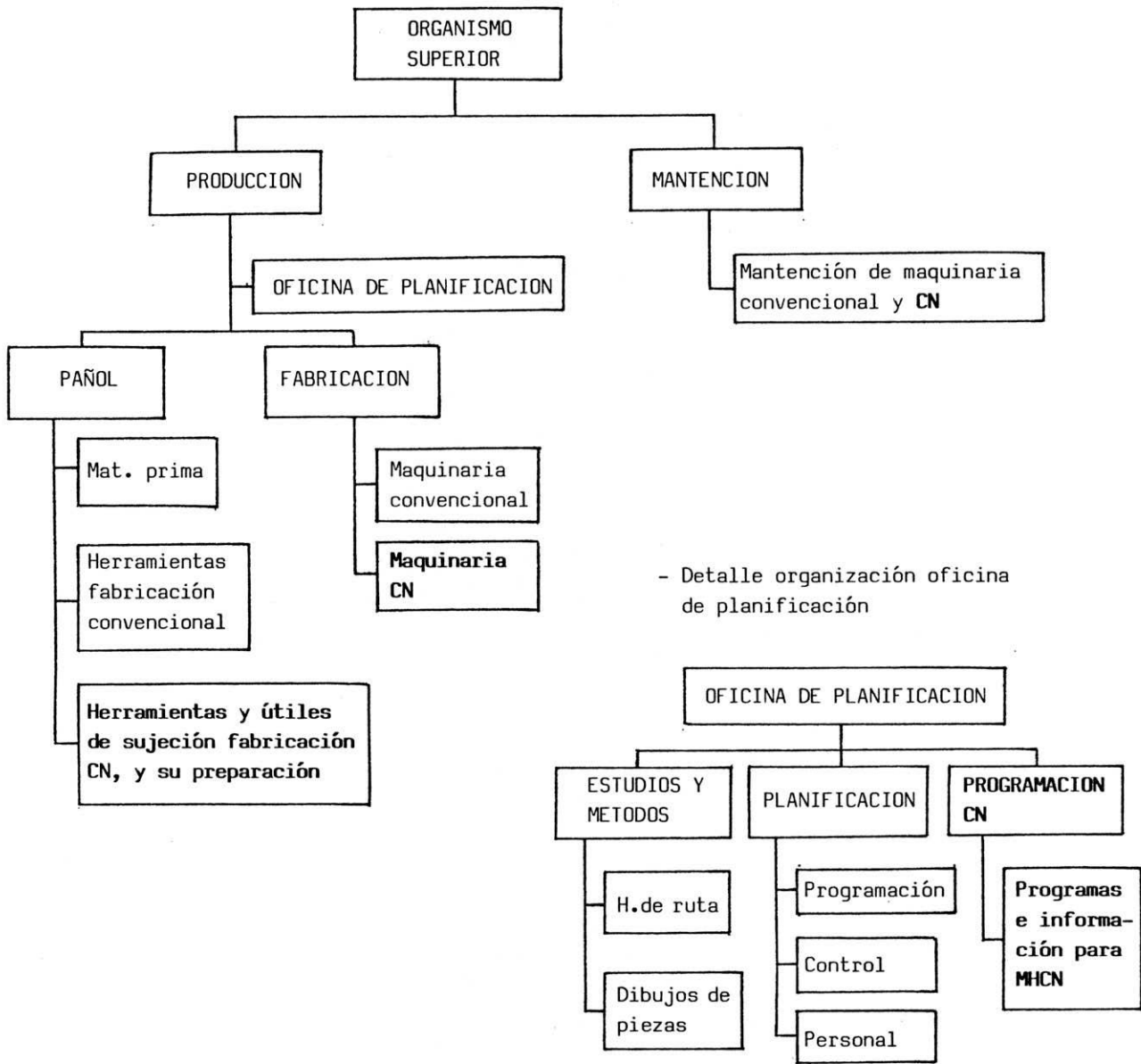


Fig. Nº 19. Estructura orgánica del sistema.

En primer término se aprecia al Organismo Superior de la empresa ejerciendo directamente sobre Producción y Mantención.

Por un lado, Producción se compone de la Oficina de Planificación, Pañol y Fabricación. En la primera, subdividida a su vez en Estudios y Métodos, Planificación y Programación CN, se analizan y determinan los procesos, materiales, herramientas y tiempos de proceso (sólo para fabricación convencional) y se genera cuando corresponde dibujos de piezas o planos de taller, toda esta información se vuelca en una hoja de ruta; también se programan los distintos trabajos se controla su cumplimiento y se determina el personal para su ejecución; finalmente se elaboran los programas e información que posibilitan el funcionamiento de MHCN. Pañol centraliza la materia prima, las herramientas para fabricación convencional y contiene al sector encargado del almacenamiento y preparación de las herramientas y útiles de sujeción para fabricación CN. Fabricación ejecuta los trabajos planificados en la maquinaria dispuesta.

Por otro lado, Mantención debe mantener la información actualizada de fallas para servir de apoyo a la elaboración de planes de mantención preventiva, también debe solucionar y ejecutar las reparaciones imprevistas.

Analizada la integración del sistema y su organización, se entregan a continuación pautas de selección, tópicos de capacitación y recomendaciones para la motivación del personal requerido.



4.5. RECURSO HUMANO

Si bien en modernizaciones se presta mucha atención al equipo, lay out, procedimientos y sistemas; una de las áreas más importantes es con frecuencia subestimada. Esta no es otra cosa que la necesidad de seleccionar, reentrenar y motivar al personal.

Principalmente la tecnología CN involucra cuatro tareas importantes: la Programación de las piezas, y la Operación, Preparación y Mantención de las máquinas. Estas actividades deben ser llevadas a cabo por personal debidamente seleccionado y capacitado; luego es necesario cumplir con ciertas etapas de selección y capacitación destinadas a obtener un buen resultado (Fig. Nº 20).

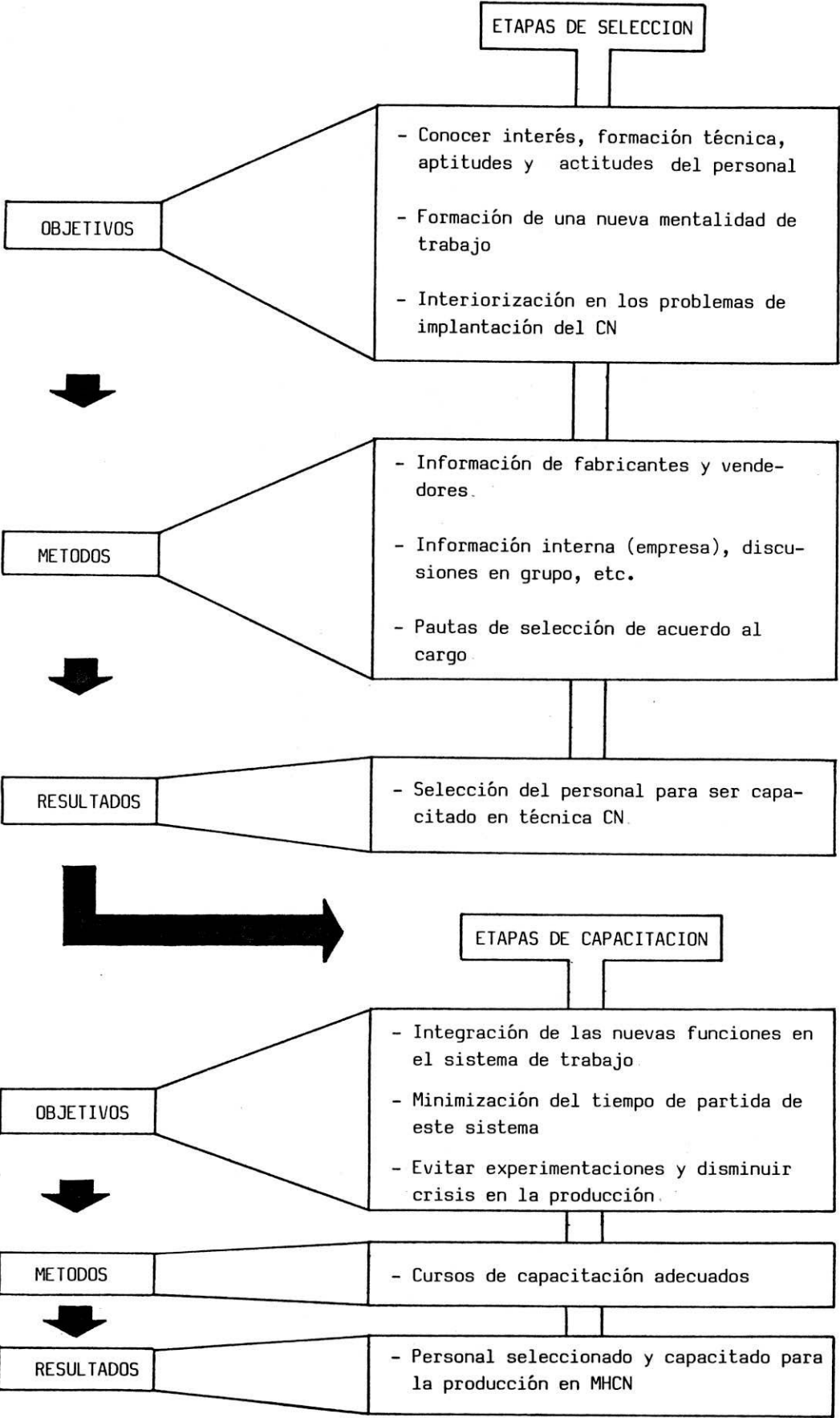


Fig. Nº 20. Etapas de la selección y capacitación del personal.

A continuación entonces, se plantea el punto relacionado con la selección del personal, en donde para cada cargo involucrado se define en primer lugar, la función a desarrollar, luego se realiza un análisis del cargo con el objeto de establecer las tareas a realizar en cada caso, esto a su vez define las aptitudes, actitudes y formación requeridas para cada cargo en particular.

4.5.1. SELECCION

Es importante recordar la necesidad de realizar actividades de información sobre la introducción de MHCN en la organización, dirigidas a todos los niveles de la empresa. Esta etapa debe presentarse como una oportunidad para obtener información respecto de las personas en términos de interés, aptitudes y actitudes. De esta manera es posible realizar una visualización previa del grupo indicado para ser seleccionado y luego capacitado en la tecnología CN.

4.5.1.1. PROGRAMADOR

- Función:

Realizar los programas e información que posibilitan el funcionamiento de la máquina para una pieza determinada.

- Análisis del cargo:

- a) Cumplir con todas las etapas destinadas a la obtención de la información que posibilita el funcionamiento de la máquina para una pieza determinada (Procedimiento general de actividades de Programación CN).
- b) Mantener comunicación periódica con el operador de la máquina para procurar la obtención permanente de mejores resultados en la programación y por ende en la fabricación.
- c) Coordinar con el operador el momento de prueba inicial del programa en la máquina.
- d) Solicitar, clasificar y mantener la documentación técnica (folletos, catálogos, etc.) de la maquinaria involucrada.
- e) Es responsable por el estado de la información que entrega tanto al operador como preparador.

- Formación Técnica:

De acuerdo a lo planteado se deduce que el programador debe ser una persona con formación profesional, ya que para optimizar el uso de la máquina debe poseer conocimientos del mecanizado con arranque de virutas, de herramientas de corte, de organización de la fabricación y matemáticas. Principalmente requiere de grado de Ingeniero de Ejecución Mecánico o formación equivalente, ya que también existe la posibilidad de encontrar buenos programadores entre los operarios especializados. Sin embargo, a un operario especializado además del adiestramiento en la pro

gramación se le debe instruir acerca de la planificación de la fabricación.

- Aptitudes:

Principalmente habilidad para planificar y organizar su trabajo y poseer mente analítica con buen poder de razonamiento. También es importante lo que se refiere a la exactitud y precisión durante el desarrollo de su trabajo.

- Actitudes:

Tener buena disposición para el trabajo en grupo, manteniendo buenas relaciones y comunicación.

4.5.1.2. OPERADOR

- Función:

Ejecutar y controlar el trabajo de una pieza determinada.

- Análisis del cargo:

a) Recepción del material en bruto, herramientas, útiles de sujeción e información.

b) Ejecutar el montaje de los elementos en la máquina.

c) Puesta en marcha y control del trabajo; éste incluye:

- verificación de las medidas de la pieza según dibujo o plano.

- lectura del programa con el fin de anticiparse al mecanizado y por ende prevenir errores en la fabricación.
- d) Colaborar permanentemente con el programador en lo que se refiere a consejos para la optimización de las condiciones de corte y de herramientas.
- e) Informar al personal de mantención entregando indicaciones de defectos de la máquina.
- f) Realizar junto al programador la prueba inicial de los programas en la máquina.
- g) Eventualmente, hacer las veces de reemplazo al actuar también como programador de la máquina, preferentemente en la corrección de programas.
- h) Es responsable por la máquina a su cargo.
- Formación Técnica:

Conforme a lo descrito, el operador debe tener un buen conocimiento práctico en máquinas-herramientas, conocimiento y uso de herramientas y dispositivos de sujeción, y aplicación de métodos y procedimientos de inspección. Para esto se requiere preferentemente de grado de técnico universitario o formación equivalente.
- Aptitudes:

Además de reunir las mismas condiciones requeridas para desarrollar la tarea de operador convencional, poseer principalmente capacidad de raciocinio abstracto.

- Actitudes:

Tener buena disposición para el trabajo en grupo, manteniendo buenas relaciones y comunicación. Disposición a la cooperación. Gran responsabilidad por el material de trabajo.

4.5.1.3. PREPARADOR

- Función:

Procurar la preparación y disposición de herramientas, útiles de sujeción y material en bruto.

- Análisis del cargo:

- a) Cumplir con todas las etapas de administración de herramientas y útiles de sujeción.
- b) Transporte y entrega de herramientas, útiles de sujeción y material en bruto a fabricación.
- c) Mantención actualizada de la información del catálogo de herramientas y útiles de sujeción respecto de la existencia de estos elementos en pañol.
- d) Mantener la perfecta coordinación de la información, entre el catálogo de herramientas y útiles de sujeción del sector programación CN y pañol.
- e) Solicitar, clasificar y mantener herramientas y útiles de sujeción.

f) Eventualmente, hacer las veces de reemplazo al actuar también como operador de la máquina.

g) Es responsable por todo el material a su cargo.

Por lo descrito, parece lógico pensar que el preparador debe reunir características similares al operador en lo que respecta a aptitudes y actitudes. Referente a formación técnica requiere de técnico industrial o formación equivalente (técnico de escuela industrial).

4.5.1.4. PERSONAL DE MANTENCION

- Función:

Aplicación de programas de mantención preventiva y labores de mantención correctiva cuando se requiera.

- Análisis del cargo:

a) Efectuar inspecciones técnicas a la maquinaria de acuerdo a la programación establecida.

b) Coordinar con quien corresponda la disponibilidad de los equipos para realizar las inspecciones programadas.

c) Solicitar, clasificar y mantener documentación técnica, folletos, catálogos, etc. de la maquinaria involucrada.

d) Solicitar y mantener los instrumentos, accesorios, repuestos y materiales necesarios para su trabajo.

e) Realizar mantención correctiva cuando se requiera.

- Formación Técnica:

Al iniciar la introducción de MHCN en la empresa se presenta la necesidad de capacitar un electrónico en cursos especiales dictados principalmente por el propio fabricante del sistema de control del sistema de control para la búsqueda de posibles fallas del control del sistema de medición y la máquina, mientras que por el lado mecánico a un buen mecánico de mantención de máquina, se le puede instruir en las particularidades de la MHCN y en especial su familiarización con la oleohidráulica. Según /10/ los rasgos de formación técnica requeridos para el mecánico y el electrónico son los siguientes:

a) Mecánico:

Requiere de formación técnica (nivel medio) o formación equivalente, con una experiencia mínima de tres años en mantención de máquinas-herramientas convencionales. También es importante un buen conocimiento de hidráulica aplicada a máquinas-herramientas.

b) Electrónico:

Requiere de formación técnica (nivel medio) o formación equivalente, con experiencia en electricidad y electrónica aplicada, preferentemente adquirida en el trabajo con máquinas he-

rramientas. También es importante poseer un entendimiento básico de los principios de circuitos digitales.

Por último, aunque la cantidad de personal depende directamente del número de MHCN en la empresa y al nivel de producción a que estén sometidas, hay que tener presente durante el período de selección, el considerar un reemplazo para los puestos en cuestión ante la eventual ausencia en uno de ellos por parte de su personal. Principalmente importante es pensar en los puestos de programación, operación y preparación por la frecuencia que supone su trabajo.

4.5.1.5. APROVECHAMIENTO DEL RECURSO HUMANO PROPIO

Al efectuar el proceso de selección es necesario conocer la posibilidad de reubicar al mismo personal de la empresa, de modo de aprovechar el recurso humano propio con que se cuenta.

La Fig. Nº 21 muestra criterios de elección de acuerdo a la tarea desarrollada.

	Programador de producción	Operador especializado	Operador común	Personal de mantención
Programador MHCN	●	◐		
Operador MHCN		●	◐	
Preparador MHCN			●	
Personal de mantención MHCN				●

- 1ª preferencia
- ◐ 2ª preferencia

Fig. Nº 21. Criterios de elección del personal para MHCN.

Hay que especificar por un lado que el "Operador especializado" se refiere a la persona que además de obtener experiencia y conocimiento durante el desempeño de su trabajo, posee también conocimientos técnicos de nivel medio adquiridos en una institución de formación.

Por otro lado, el "Operador común" es aquella persona que ha adquirido la mayor parte de sus conocimientos y experiencia durante un largo período de tiempo en el oficio.



4.5.2. CAPACITACION

Etapa posterior a la selección, es aquella que tiene relación con la capacitación del personal seleccionado.

La Fig. Nº 22, muestra los diferentes tópicos de capacitación para los distintos cargos requeridos.

	Programador	Operador	Preparador	Personal de mantención
Introducción al CN	X	X	X	X
Procesos de corte y herramientas	X			
Mediciones		X	X	
Operación de MHCN	X	X	X	X
Programación de MHCN	X	X		

Fig. Nº 22. Materias de capacitación según el cargo.

Además de lo anteriormente expuesto, es necesario que el personal de mantención reciba capacitación en lo siguiente:

Según /7/

a) Encargado mantención eléctrica-electrónica:

- Curso de especialización: Técnicas y circuitos digitales. Software y Hardware de microprocesadores. Accionamientos regulables en C.C. Tiristores. Sistemas de medición y control de posición. Técnicas de interfase.
- Curso de apoyo: Hidráulica básica; neumática básica. Nociones de fabricación.
- Cursos de específicos: Mantención específica para cada máquina.

b) Encargado mantención mecánica:

- Curso de especialización: Hidráulica, neumática. Sistemas de medición y control de la posición. Análisis de vibraciones. Técnicas de fabricación.
- Curso de apoyo: Electrónica básica. Nociones de microprocesadores.
- Curso específico: Mantención específica para cada máquina.

4.5.3. MOTIVACION

Se ha mencionado que junto a la capacitación de la persona, se encuentra otro factor de suma importancia, la motivación.

El individuo debe poseer una buena predisposición hacia sus tareas, lo que se puede lograr desde un comienzo haciendo que éste realice el trabajo de su interés. Con la realización de actividades de información acerca del cambio, consistentes en mostrar los nuevos conceptos de organización y modo de trabajo de este tipo de máquinas se ha de interiorizar a las personas apropiadamente. Así con una mayor visión de lo que es el nuevo tipo de trabajo, el individuo estará en condiciones de estimar su real deseo y motivación por participar en la nueva alternativa que se le presenta.

Una vez que el personal ha sido seleccionado, se debe pensar en asegurarle una motivación permanente durante el desarrollo de su trabajo, esto implicará directamente en el aumento de eficiencia del proceso general.

Se debe notar que a diferencia de la fabricación convencional en donde sólo el operador influye principalmente en la fabricación, la fabricación con CN depende básicamente de un equipo de personas trabajando unidas e intercambiando ideas. De aquí la necesidad de establecer pautas que produzcan una buena relación en el trabajo. Un caso específico es la colaboración del operador de la máquina con el programador de las piezas, en lo que se refiere a la optimi

zación de las condiciones de corte y de herramientas. Esto determina la optimización más rápida de los programas, rebajando los costos y aumentando la calidad del producto.

Al realizar la asignación de cargos, han de establecerse las correspondientes responsabilidades, exigencias y definición de líneas de autoridad. Esto evitará que acontezcan conflictos posteriores en el clima del sector de trabajo.

Con respecto a la actividad realizada por el operador CN, deben desarrollarse pautas de enriquecimiento del contenido de su trabajo, evitando con esto que se transforme en simple observador del trabajo realizado por la máquina. Es necesario crear la conciencia en el operador CN, de que es él el que controla el trabajo realizado por la máquina.

Finalmente, en el factor remuneración deben hacerse cambios que tiendan a reflejar la participación de las personas involucradas directamente en el proceso. Debe recordarse que tradicionalmente existe la política de aplicar incentivos a la persona relacionada directamente con la fabricación, es decir, al operador de la máquina convencional. Este obtiene ganancias proporcionales a las piezas producidas sobre un estándar prefijado. Debe señalarse que este sistema en lo absoluto es propicio para ser aplicado en el ámbito del nuevo sistema con CN ya que en éste participan directamente tanto el operador de la máquina como el programador de las piezas. Mitchell Fein /8/ propone establecer un programa de incentivos par

ticipativo que mide la productividad comparando el total de productos producidos en un período, con la cantidad total de tiempo trabajado por los individuos involucrados, en este caso programador y operador.

Debe notarse que el método planteado concuerda con el concepto de organización del CN, en que un equipo de personas y no sólo una son los encargados de realizar el proceso.

Finalmente, con el planteamiento referente al recurso humano se da por concluido el capítulo Desarrollo del estudio de organización. Con esto el desarrollo del trabajo queda finalizado.

5. CONCLUSIONES

El desarrollo de este trabajo demuestra la importancia de establecer adecuados cambios en la organización de un sistema de producción debido a innovaciones tecnológicas en su proceso productivo. Es necesario comprender que la técnica CN introduce un nuevo elemento de orden en la producción.

La administración de la empresa debe crear conciencia de que el elevado nivel de inversión requerido para la adquisición de una MHCN exige que se tomen todas las medidas necesarias para lograr el grado de utilización con que la MHCN es rentable, luego organizando el sistema productivo correctamente se está en condiciones de obtener buenos resultados.

También es importante evitar que la MHCN sea instalada sin un completo entendimiento de los cambios involucrados en la modalidad de trabajo por parte de planificación y control de la producción, y todo el personal implicado.

Según las restricciones que aportan las características de nuestra empresa se acotan directamente los límites de acción en la presentación de alternativas de organización; por ejemplo: selección del sistema de programación CN, planificación del Lay-out, mantenimiento de MHCN. Esto genera criterios precisos de acuerdo a la situación real del entorno.

Se podrá notar la relevancia de contar con información y recursos precisos (por ejemplo: herramientas y su información geométrica y tecnológica). Esto debe ser motivo fundamental para recalcar la importancia en la implementación de un buen sistema de identificación, ya que de éste dependerá directamente la obtención de un resultado correcto.

La procuración de las etapas selectiva y capacitación del personal requerido, y luego su motivación son fundamentales para lograr el buen funcionamiento del sistema.

Por último, se han dispuesto las bases, mediante el establecimiento de pautas, criterios y resultados, que han de servir de aporte a la organización del caso específico de una empresa metal-mecánica tamaño mediano. Con esto se deduce el cumplimiento de los objetivos trazados en un comienzo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- /1 / Robles B, José A. Aporte al desarrollo de un Sistema de Planificación y Control con apoyo de Computador. Memoria de Grado, Ingeniería Civil Mecánica, U.T.F.S.M., 1985.
- /2 / Eversheim, W. Organisation in der Produktionstechnik, Verlag Gmbh. Dusseldorf, 1981.
- /3/ Aureo C.Ferreira, PhD. Programación manual de máquinas con control numérico.
4º Seminario de Comando numérico no Brasil, 1984.
- /4/ González V., Eugenio Planificación durante el período de entrega de MHCN.
Revista Gestión Tecnológica Nº 3, año 1982.
- /5/ Olaeta U., Javier F. Desarrollo de un Sistema de Costos con Apoyo de Microcomputador, para una Empresa Metalmecánica Tamaño Mediano.
Memoria de grado, Ingeniería Civil Industrial, U.T.F.S.M., 1985.
- /6/ Fisher E., C.O. Análisis de reemplazo de tornos convencionales por tornos de CN.
Memoria de grado, Ingeniería Civil Mecánica, U.T.F.S.M., 1985.
- /7/ Elias F., Elias. Implantacao de manutencao en MHCN.
4º Seminario de Comando Numérico no Brasil, 1984.

- /8/ Fein, Mitchell Improshare, an alternative to Traditional
Managing.
1977, Atlanta, USA.
- /9/ Koontz, O'Donell Administración Moderna.
Capítulo 24 6ª Edición.
- /10/ Ferris, W.C. Preparing to use NC.
Numerical Control, User's Handbook, 1970.



ANEXOS

1. FORMULARIO EVALUACION APTITUD CN
2. FICHAS DE HERRAMIENTAS
3. FICHAS DE UTILES DE SUJECION
4. FICHA DEL OPERADOR

ANEXO 1

FORMULARIO EVALUACION APTITUD CN /2/

1.1. FORMULARIO

1.2. EJEMPLO DE APLICACION

Nº Dibujo:

EVALUACION APTITUD DEL CN

Denominación:

Material:

Tam. lote:

Nºde lotes:

MATERIAL	Tipo	St/GS CrNi	GG	Al/alea.Cu		Puntaje	
FORMA (Interior y Exterior)	Valoración	2	3	4			
	Cantidad						
	Tipo	1-2	3-5	6-10	>10		
	Cilindro	1	2	3	4		
	Cono	2	3	3	3		
	Radios	3	3	3	4		
	Cantidad						
	Tipo	1-3	4-8	9-15	>15		
	Bisel	1	2	3	4		
	Tron-zado	radial	1	2	3	4	
		axial	3	4	4	4	
	Rosca	2	3	3	3		
PRECISION	Cantidad						
	Tipo	1-3	4-8	9-15	>15		
	Rugosidad(Ra)	1	2	3	4		
	Ajuste	1	2	3	4		
	Toler. posición	2	3	4	5		
FACTOR DE CALIDAD	Cantidad						
	Tipo	Bajo	Medio	Alto			
	Costo material	1	2	3			
	Readquisición	1	2	3			

GRADO DE DIFICULTAD

Nºde lotes	Tamaño de lote	1-3	4-8	9-15	16-29	30-59	60-99	100
1 - 2	Factor de evaluac.	1	1.7	2.2	2.7	3.2	3.5	3.65
3 - 5		1.2	2	2.5	3.1	3.4	3.6	3.7
6 - 10		1.5	2.2	2.6	3.2	3.5	3.65	3.75
> 10		1.7	2.3	2.7	3.3	3.6	3.7	3.8

GRADO DE DIFICULTAD

*

FACTOR DE EVALUAC.

=

INDICE APTITUD CN

> 50

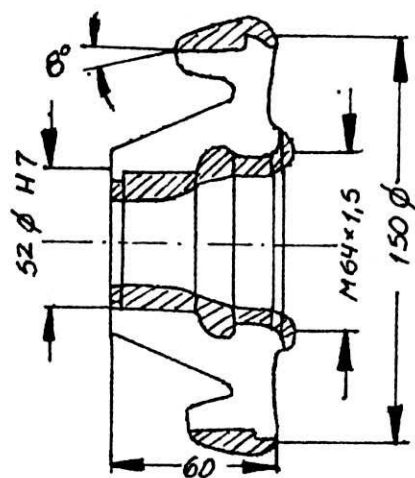
↓

CN

↓

APTITUD CN SI / NO

1.2. EJEMPLO DE APLICACION



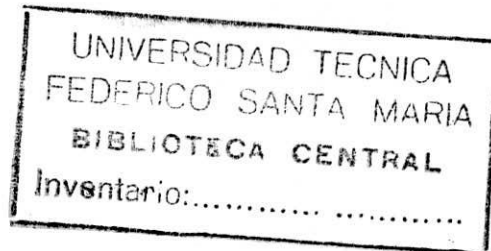
Nº Dibujo:		EVALUACION APTITUD DEL CN						
Denominación:		Material:	Tam. lote:	Nº de lotes:				
		GG22	30	15				
MATERIAL	Tipo	SUS CrNi	GG	Al/alea.Cu	Puntaje			
	Valoración	2	3	4	3			
	Cantidad	1-2	3-5	6-10	>10			
	FORMA (Interior y Exterior)	Tipo	1	2	3	4		
		Cilindro	1	2	3	4		
		Cono	2	3	3	3		
		Radio	3	3	3	4		
	Cantidad	1-3	4-8	9-15	>15			
	Bisel	1	2	3	4			
	Tron- zado	radial	1	2	3	4		
axial		3	4	4	4			
Rosca	2	3	3	3				
PRECISION	Cantidad	1-3	4-8	9-15	>15			
	Rugosidad(Ra)	1	2	3	4			
	Ajuste	1	2	3	4			
	Toler. posición	2	3	4	5			
FACTOR DE CALIDAD	Tipo	Bajo	Medio	Alto				
	Costo material	1	2	3				
	Readquisición	1	2	3				
GRADO DE DIFICULTAD					17			
Nº de lotes	Tamaño de lote	1-3	4-8	9-15	16-29	30-59	60-99	100
1-2	Factor de evaluac.	1	1.7	2.2	2.7	3.2	3.5	3.65
3-5		1.2	2	2.5	3.1	3.4	3.6	3.7
6-10		1.5	2.2	2.6	3.2	3.5	3.65	3.75
>10		1.7	2.3	2.7	3.3	3.6	3.7	3.8
GRADO DE DIFICULTAD		17	* FACTOR DE EVALUAC.		3,6	= INDICE APTITUD CN		62
								> 50 ↓ CN
								APTITUD CN SI/NO

ANEXO 2

FICHAS DE HERRAMIENTAS

2.1. FICHAS PARA HERRAMIENTAS DE TORNO

2.2. FICHAS PARA HERRAMIENTAS DE FRESADORA



2.1. FICHAS PARA HERRAMIENTAS DE TORNO

Ficha para herramientas de torno				Nº Id.:			
Designación: Herramienta de copiar (mec. ext.)			Máquina:				
Nº	Designación	Denominación normalizada	Materiales disponibles	∠ Desp. γ	∠ Inclín. λ	∠ Incid. α	Nº Aristas de corte
1	Herrta. de corte	DCMM11T308 (Widia)	P10-35, K15	0°	0°	7°	2
2	Porta-Herrta.	205.58 "					
3							
4							
Otras herrtas. de corte para el porta-herrta. utilizado:							
- DCMA11T304 (Widia)							
- DCMM11T304 "							
Observaciones:							
- Ejecución a derechas							
- Porta-Herrta. mec. externo							
- Fabricantes:							
Krupp (Widia)							
Corrección	L	0					

Ficha para herramientas de torno				Nº Id.:			
Designación: Barra de mandrinar para torneado interior (sustitución rápida)			Máquina:				
Nº	Designación	Denominación normalizada	Materiales disponibles	∠ Desp. γ	∠ Inclín. λ	∠ Incid. α	Nº Aristas de corte
1	Herrta. de corte	DCMA150408 (Widia)	P10-25, K20	-3	0°	7°	2
2	Cabeza de mandrinar	215.46 "					
3	Mango	215.65.004 "					
4							
Otras herrtas. de corte para el porta-herrta. utilizado:							
- DCMM150404-08-12-16 (Widia)							
Observaciones:							
- Ejecución a derechas							
- Con aportación interna de refrigerante							
- Fabricantes:							
Krupp							
- Copiadora							
Corrección	L	0					

ANEXO 3

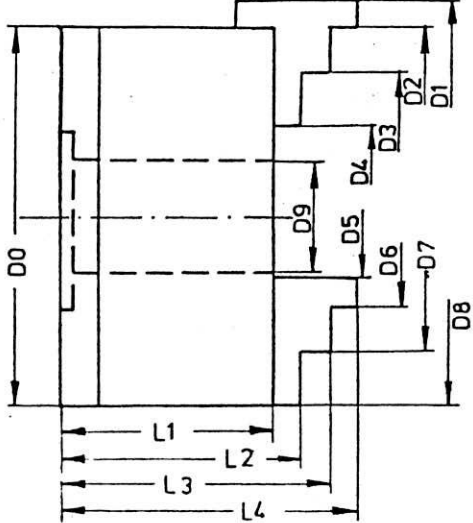
FICHAS DE UTILES DE SUJECION

3.1. FICHAS PARA UTILES DE SUJECION DE TORNO

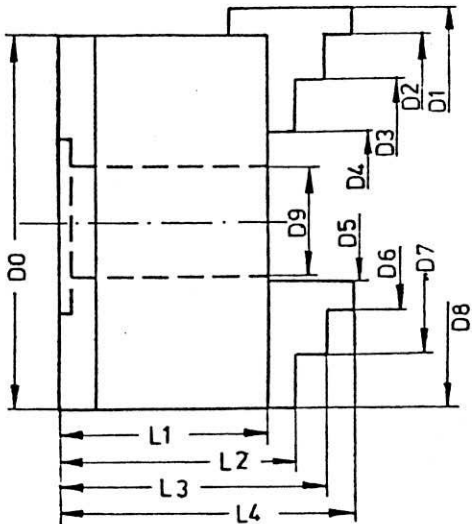
3.2. FICHAS PARA UTILES DE SUJECION DE FRESADORA

3.1. FICHAS PARA UTILES DE SUJECION DE TORNO

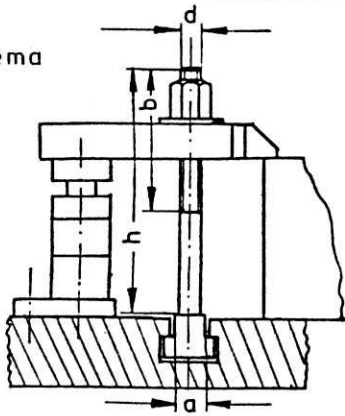
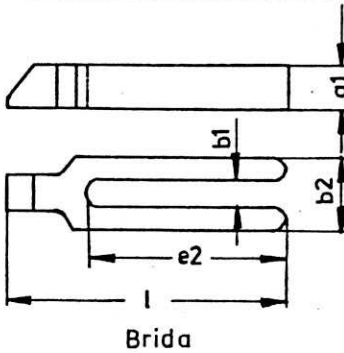
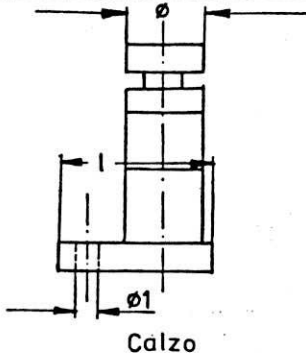
Ficha para utiles de sujeción				NºId.:	
Designación: Plato de sujeción				Máquina:	
Datos geométricos:					
	Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
D1	450	750	D5	450	750
D2	330	630	D6	330	610
D3	170	470	D7	170	470
D4	50	350	D8	50	350
D0		630	D9		190
L1		199	L3		
L2			L4		279
Datos tecnológicos:					
Nº mordazas: 4		Cabeza de husillo: B15DIN55021			
Mordazas	Duras	Blandas	Flanche intermedio: C630x15DIN6352-GS-25		
RPM Máx.: 970		Fza. apriete máx.: 8000 (N)			
Observaciones:					
- Operado manualmente					
- Mordazas con ajuste individual					
- Designación normalizada: C4x630x15DIN6351-US1-37-1					
- Fabricantes: ROM					

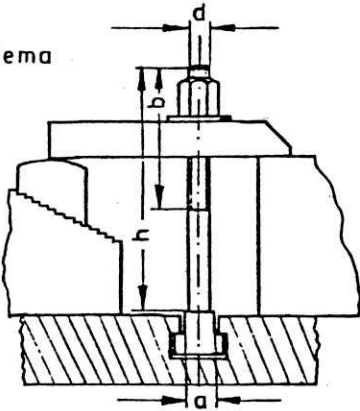
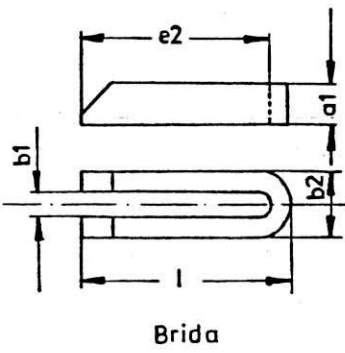
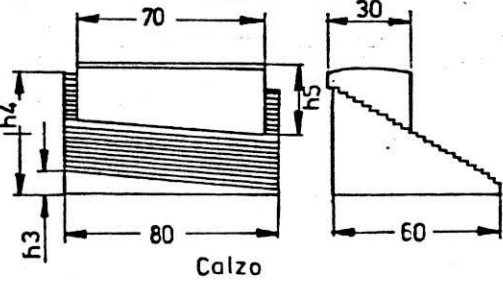


Ficha para utiles de sujeción				NºId.:	
Designación: Plato de sujeción				Máquina:	
Datos geométricos:					
	Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
D1	205	310	D5	5	110
D2	148	250	D6	62	167
D3	75	180	D7	135	240
D4	5	110	D8	205	310
D0		250	D9		76
L1		131	L3		
L2			L4		170
Datos tecnológicos:					
Nº mordazas: 4		Cabeza de husillo: B8DIN55021			
Mordazas	Duras	Blandas	Flanche intermedio: C250x8DIN6352-GS-45		
RPM Máx.: 2450		Fza. apriete máx.: 4600 (N)			
Observaciones:					
- Operado manualmente					
- Mordazas con ajuste individual					
- Designación normalizada: C4x250x8DIN6351-US137-1					
- Fabricantes: ROM					



3.2. FICHAS PARA UTILES DE SUJECION DE FRESADORA

Ficha para utiles de sujeción										NºId.:	
Designación: Sistema de sujeción Brida- Calzo mecano						Máquina:					
Sistema Brida Calzo											
Designación	Brida con nariz saliente		Tornillo, tuerca, golilla			Calzo mecano				Capacidad de sujeción	
Denominación normalizada	5315GN		5420, 6330B, 6340			5409					
Nomenclatura	$l \times b2 \times a1$	$b1 \times e2$	$d \times h$	b	a	ø	ø1	l	⬇ Kg	Mín.	Máx.
Sistema Nº1	160 × 40 × 25	14 × 110	M12 × 200	120	12-14	38	22	92	2000	140	152
Sistema Nº2	200 × " × "	" × 150	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Sistema Nº3	160 × 50 "	18 × 110	M16 × 250	150	16-18	45	"	"	4000	180	195
Sistema Nº4	200 × " × 30	" × 140	"	"	"	"	"	"	"	"	190
Sistema Nº5	"	" × 190	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Sistema Nº6											

Ficha para utiles de sujeción										NºId.:	
Designación: Sistema de sujeción Brida-Calzo sin escalonamiento					Máquina:						
Sistema Brida Calzo											
Designación	Brida		Tornillo, tuerca, golilla			Calzo sin escalonamiento			Capacidad de sujeción		
Denominación normalizada	6315B		5420, 6330B, 6340			6326					
Nomenclatura	$l \times b2 \times a1$	$b1 \times e2$	$d \times h$	b	a	h3	h4	h5	Mín.	Máx.	
Sistema Nº1	100 × 32 × 20	11 × 90	M10 × 100	60	10	7.4	42	24	25	45	
Sistema Nº2	125 × 40 × 25	14 × 113	M12 × 125	75	12-14	"	"	44	45	65	
Sistema Nº3	"	"	" × 160	80	"	47.4	82	24	65	85	
Sistema Nº4	"	"	"	"	"	"	"	44	85	105	
Sistema Nº5	"	"	M12 × 200	120	"	87.4	122	24	105	125	
Sistema Nº6	"	"	"	"	"	"	"	44	125	145	

ANEXO 4

FICHA DEL OPERADOR

4.1. FICHA DEL OPERADOR

4.2. INSTRUCCIONES PARA LA CONFECCION, Y EJEMPLO



4.2. INSTRUCCIONES PARA LA CONFECCION DE LA FICHA DEL OPERADOR

El formulario "Ficha del Operador" debe servir principalmente al operador de la máquina para mostrar en forma clara y precisa toda la información relacionada con la fabricación de una pieza determinada. Para que esto acontezca, el programador debe tener claro conocimiento del llenado del documento.

A continuación entonces, se entregan las debidas instrucciones para la confección de la ficha.

- Anotar el número de programa correspondiente, con el fin de saber a que programa se refiere la ficha.
- Indicar con el nombre de la pieza y el número de plano o dibujo de la pieza.
- Identificar las características de la pieza en bruto. Con esta información el Preparador elige el material correcto para realizar la pieza.
- Indicar la máquina identificándola perfectamente. Hay que pensar que el programa ha sido confeccionado para condiciones geométricas y tecnológicas bien definidas.
- Anotar el posicionamiento. El Operador debe saber donde ubicar se inicialmente con la herramienta.

- Identificar los útiles de sujeción y herramientas, prestando especial atención al número de identificación. Este será tomado como referencia principal por el Preparador al realizar la elección y preparación de estos elementos. Cada herramienta posee su número de identificación y pre-ajuste. Si el Preparador debido a una mala información elige la herramienta incorrecta, la fabricación de la pieza resultará diferente a lo programado.
- Anotar todas aquellas observaciones que sirvan positivamente tanto al Preparador como al Operador durante el desempeño de su tarea. Por ejemplo: tener refrigerante disponible, consideraciones en el montaje, tamaño de lote -esta última información sirve de referencia al realizar la correspondiente solicitud del material para la fabricación de la pieza, en pañol- etc.
- Por último, deben dibujarse claramente todas las fases de montaje de la pieza con los respectivos útiles de sujeción. Una clara especificación de esta etapa, influirá directamente en la obtención final de la pieza.



[illegible]

