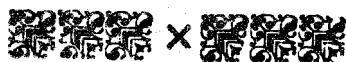


1  
671.25  
MAA  
C-2



# Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción

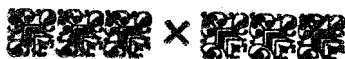


## “Anteproyecto de Carrera Tecnológica en Fundición para Cerfil”

### TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:  
**INGENIERO MECANICO**

Presentada por:  
**José Enrique Márquez Soriano**



Guayaquil - Ecuador

Año - 1989

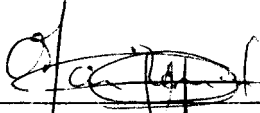


D-26896

CIB

DEDICATORIA

A MIS PADRES  
A MI ESPOSA  
A MIS HIJAS  
Y HERMANOS



---

ING. MARCOS TAPIA Q.  
SUBDECANO



---

ING. IGNACIO WIESNER F.  
DIRECTOR TESIS



---

ING. HOMERO ORTIZ  
MIEMBRO TRIBUNAL

---

ING. MANUEL HELGUERO  
MIEMBRO TRIBUNAL

DECLARATORIA EXPRESA

" La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta Tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

A handwritten signature in cursive script, reading "José Márquez S.", is written over a horizontal line.

JOSE MARQUEZ S.

## RESUMEN

Se establecieron las necesidades ocupacionales y el perfil de la carrera para suplir una necesidad de esta actividad fundamental en la producción de bienes de consumo y bienes de capital.. en el. país.

La investigación es encausada por los lineamientos de la Planificación Didáctica que se inicia. con el estudio de los requerimientos y demanda de técnicos fundidores, primordialmente en las ciudades de Cuenca, Quito y Guayaquil. Resultó posible diagramar la carrera profesional, para calificación de mano de obra, en tres etapas modulares completamente diferenciadas por las prácticas de Taller, pero interrelacionadas por la secuencia del conjunto de materias tecnológicas. Concretamente se estructura el grupo de materias teórico-prácticas para técnicos en Modelería de Fundición, Moldeador, Fundidor.

Paralelamente se proyecta un taller piloto para prácticas de la especialidad, basado en el moldeo a mano con arenas verdes y arenas sintéticas aglomeradas con resinas y otros procesos de moldeo, destacándose los niveles tecnológicos dados por la producción en tres tipos de hornos : horno de crisol., cubilote, eléctrico de inducción. Para control de calidad de los procesos adoptados se incluyen equipos necesarios para dos laboratorios.

## INDICE GENERAL

ANTEPROYECTO DE CARRERA TECNOLÓGICA EN FUNDICIÓN PARA CERFIL.

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

### I. FUNDAMENTOS DEL PROYECTO

1.1. Lineamientos generales

1.2. Breve estudio del sector de la fundición en el Ecuador.

1.3. Conclusiones

1.3.1. Justificación de la carrera

1.3.2. Objetivos generales de la carrera

### II. PROPOSICION DE LA CARRERA TECNOLÓGICA

2.1. Introducción

2.1.1. Descripción del proceso de fundición

2.2. Desarrollo del perfil Ocupacional

2.2.1. Objetivos específicos de la carrera

2.3. Desarrollo del curriculum

2.3.1. Cuadros sintéticos del plan de estudios

2.3.2. Contenido de las materias

2.3.3. Duración de la carrera y del programa

### III. PROYECTO DE PLANTA PILOTO

3.1. Organización de talleres para fundición

3.2. Planta piloto en Cerfil

3.2.1. Proceso y tecnología a implementarse

3.2.2. Materias primas requeridas

3.2.3. Áreas físicas (aula, taller de modelos, laboratorios, hornos, bodegas, taller **mecánico**)

3.2.4. Equipos y máquinas auxiliares

### 3.3. Costo de la infraestructura física

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V. APENDICES

VI. BIBLIOGRAFIA

## CAPITULO 1

### 1. FUNDAMENTOS DEL PROYECTO

#### 1.1. Lineamientos Generales

Para considerar planes de desarrollo de sectores **tales** como el metalmecánico, automotor, de la construcción y actividades conexas de la industria **siderúrgica**, es oportuno observar a la industria de la **fundición** y su influencia sobre tales sectores. En nuestro medio, la fundición conserva su **caracter** artesanal, pero cada vez se requiere un mayor aporte de su producción al proceso de **industrialización** del país al ubicarse en posición central con relación a los sectores mencionados. Consecuentemente, los avances que puedan verse en el colado de los metales, como industria **núcleo**, se proyectarán beneficiosamente a varias otras áreas.

Por lo indicado, resáltase como uno de los lineamientos principales del presente trabajo, dedicado a la mano de obra vinculada a la fundición, - que es factible dar apoyo a las plantas de mediana y pequeña capacidad para que, en conjunto, cubran los requerimientos del país en cuanto a la producción de piezas de hierro y no férreas. Este aporte es a través de la capacitación técnica. La creación de una carrera tecnológica, es Fundi-



ción, desde el punto de vista que aquí se expon-  
drd, seguirá los lineamientos de la Formación  
Profesional, es decir, se prepararán Programas  
de Entrenamiento para la calificación del. traba-  
jador de esta industria. Es considerado impos  
tergable proveer a este mercado de trabajo el  
personal adecuado a sus exigencias, en términos  
cualitativos y cuantitativos, para lo cual se  
proyecta un proceso de adiestramiento (educativo),  
que es a la vez de generación, transferencia y  
**fijación** de la tecnología de la fundición.

Al bosquejar la Carrera Tecnológica se van ejecu-  
**tando** varias fases, englobadas en aquellos linea-  
**mientos** precisos de una Planificación Didáctica,  
teniendo siempre presente que lo deseable es con-  
tar con un perfil profesional del "técnico en mol-  
**deo y** fusión de metales".

Los programas de entrenamiento que se proponen -  
se formulan de acuerdo a las características par-  
**ticulares** del mercado de trabajo típico en el -  
sector fundidor del país, por cuya razón no son  
iguales a programas de enseñanza de técnicos uni-  
versitarios medios ni a la instrucción secundaria  
humanística; al contrario, se adecuan a pre-re-  
quisitos escolares mínimos y los contenidos son  
referidos a situaciones reales comunes en los ta-  
lleres visitados.

Resáltase que este anteproyecto se desarrolla estructuralmente de acuerdo a un procedimiento de investigación aplicable al levantamiento de un perfil profesional de técnicos, esquema de investigación comunmente usado en los Centros de Formación Profesional, y cuyas etapas se resumen a continuación, denominándose a todo el conjunto "Planificación Didáctica".

1. Objetivos generales

Es la partida de la planificación, etapa donde se analizan las exigencias sociales como por ejemplo: necesidad de trabajadores especializados en el sector de estudio, planes de desarrollo regional o nacional. La interrogante principal en esta fase es ¿A quién va dirigido el currículo o ciclo educacional?.

2. Situación inicial

En segundo lugar debe explicarse la vinculación con el sistema de capacitación y entrenamiento profesional vigente; en esta etapa se determina el nivel de enseñanza y el reconocimiento dentro del sistema educacional.

3. Perfiles de formación profesional

Esta es la parte central de la metodología donde se hace la selección y fundamentación de los contenidos por materias y módulos, o sea ,

las disciplinas especializadas a considerar.

#### 4. Contenidos didácticos

Por lo anterior se tiene conocimiento de las necesidades y brechas generales, por lo que se plantea aquí una priorización de objetivos para el proceso de entrenamiento, debiéndose responder en forma concreta a una interrogante central como es la siguiente: ¿Qué objetivos, aptitudes, conductas y habilidades debe transmitir el currículo de estudios?.

#### 5. Métodos y medios

Se prevé todo aquello que permitirá llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto en su parte humana como material: instructores, talleres, aulas y los métodos y medios auxiliares.

#### 6. Verificación

Es una etapa prácticamente operativa de instrucción, o sea, las clases teóricas y prácticas se llevan a cabo. Quiere decir que el curso debidamente programado entra en ejecución.

#### 7. Evaluación

Es una etapa posterior y muy necesaria dentro de la Planificación didáctica, en ella se controla la eficacia de la ejecución del currículo propuesto; sirve para controlar la coinci-

dencia de los contenidos con los objetivos -  
previamente planteados. Esto permitirá un  
reingreso a cualquiera de las etapas anterior-  
es para los correctivos que fuesen necesarios  
y las actualizaciones se darán periódicamente.

Para complementar la descripción sobre la metodo  
logía empleada en el anteproyecto, señalase va-  
rios criterios de interés adicionales:

- a) En forma efectiva, real, para cumplir lo indi  
cado en los tres primeros pasos de la planifi  
cación didáctica ha sido necesario un análisis  
de los puestos de trabajo en talleres y fáabri  
cas de fundición y un análisis ocupacional -  
dentro del área de estudio. Esto se cumplió  
en las ciudades de Quito, Cuenca y Guayaquil  
por ser los lugares donde se conforman piezas  
metálicas por el método de la colada. Fué  
importante la información obtenida en la Comi  
sión Ecuatoriana de Bienes de Capital (CEBCA).
- b) El cuarto paso de la planificación didáctica  
arroja como resultado concreto la sección -  
tres del capítulo dos, donde se desglosa la  
carrera.
- c) Los métodos y medios (etapa cinco antes des-  
crita) son accesibles al SECAP y será una  
respuesta de la institución a uno de los pro  
blemas que plantea el sector de la fundición

en el medio nacional. Las etapas seis y siete son ejecuciones necesarias, consecuentes con el planteamiento del anteproyecto y completamente factibles para SECAP. concretamente, como se indica en el capítulo tres del documento presente, está sugerido el montaje de una planta piloto de fundición - para CERFIL (Centro Regional de Formación - Industrial del Litoral).

## 1.2. Breve Estudio del Sector de la Fundición en Ecuador.

La Formación Profesional, en sus varias modalidades, solo tiene valor cuando, entre otras cosas, responde a las perspectivas generadas por el mundo del trabajo, por cuyo motivo, dentro del objetivo general y primario antes citado, debemos dimensionar cuantitativamente las necesidades del mercado de trabajo. Este conocimiento u orientación lo proporcionará el estudio breve del sector siderúrgico que ahora inicia, destacándose necesariamente que los análisis y datos provienen, como fuente iniciadora, de organismos de gobierno e instituciones privadas, y también, como fuente complementaria, de una macrovisión a nivel de empresas de fundición.

Se trata pues, de llegar hacia un resultado final

originado en una realidad concreta y que pase luego a ser una consecuencia de esa misma realidad.

Consumo Aparente de Productos **Siderúrgicos**.

Para CENDES (13), las posibilidades del mercado interno debió constituirse de la manera siguiente en el año 1980: Cuadro N° 1.

Este enfoque consideró bastante los proyectos que en materia metal mecánica y automotriz debió y debe desarrollar el Ecuador dentro del Pacto Andino, se concentra en el mercado de productos laminados en caliente, productos no planos como barras y perfiles que integran las 136.000 toneladas de acero. Nótese el consumo para productos fundidos ferrosos de 5.000 toneladas, prevista al año 1980.

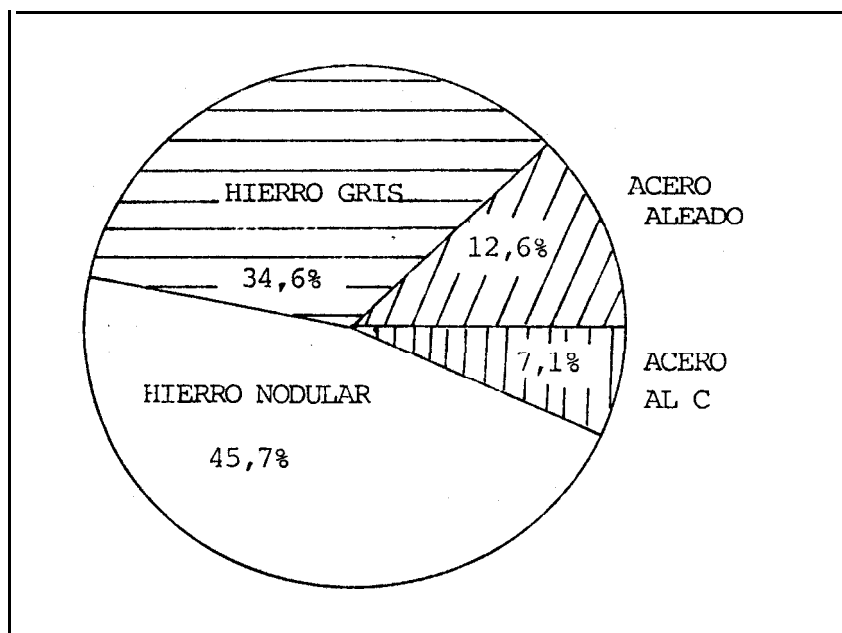
. Palanquillas para abastecer laminadoras	90.000
. Productos terminados (o palanquillas para abastecer nuevas laminadoras).	136.000
. Acero para fundición	2.000
. Hierro para fundición	<u>-3.000</u>
T O T A L	231.000

Cuadro N° 1. Constitución del mercado interno en el año 1980, expresado en toneladas de lingotes.

Actualmente la demanda de piezas fundidas comple-

jas y de más alta calidad está aumentando, lo cual quiere decir que para satisfacer esta nueva demanda hay dos alternativas: a) Se tiene que importar más productos fundidos y muy caros, o, b) Se tiene que entregar los apoyos consustanciales al desarrollo de la industria de la fundición en el país.

Prosiguiendo, se cita estudios de la Misión Onudi SI/ECU/82/801 (19) que identifica una demanda para 1987 de piezas fundidas ferrosas de, aproximadamente, 7.990 toneladas; aclarando la siguiente distribución de metales ferrosos: Cuadro N<sup>o</sup> 2.



Cuadro N<sup>o</sup> 2. Distribución de la demanda de piezas fundidas ferrosas 7.990 toneladas en 1987.

Las toneladas de hierro gris (en calidad de 2.000 toneladas) representan prácticamente piezas de complejidad mínima y mediana al alcance del conocimiento metalúrgico general en Ecuador, pero la oferta nacional de otras piezas fundidas ferrosas de calidad certificada es poco prometedora bajo las circunstancias del conocimiento tecnológico del personal que labora en talleres actualmente.

La demanda descrita de piezas fundidas por la orientación o destino de aplicación final se muestra porcentualmente en el Cuadro N° 3.

Para una ampliación del análisis técnico, identificando la demanda por zona geográfica, se presenta el Cuadro N° 4, expresado en toneladas, y por tipo de metal.

Los tres últimos cuadros pueden confrontarse, por ser proyecciones del mismo año 1987.

• Piezas para integración en bienes finales	32 %
• Piezas para el sector automotriz	30 %
• Piezas de reemplazo para maquinaria industrial	10 %
• Piezas para alcantarillado	10 %
• Piezas varias	18 %

Cuadro N° 3. **Orientación** de la demanda de piezas fundidas (7.990 Ton., 1987).



M E T A L	QUITO	QUIL	CUENCA	TOTAL
Hierro Gris	2.022,9	665,1	83,0	2.771,0
Hierro Nodular	2.670,4	877,9	109,7	3.658,0
Acero al Carbono	428,5	140,9	17,6	587,0
Acero Aleado	711,0	233,8	29,2	974,0
T O T A L	5.832,8	1.917,7	239,5	7.990,0

Cuadro N<sup>o</sup> 4. Demanda por tipo de metal en tres ciudades. Expresada en toneladas.

Las cifras presentadas dan una orientación para una política presente y futura que contribuya al desarrollo de la industria de la fundición en nuestro país, mejorando el nivel de participación en el mercado que es del 25% (aproximadamente . . . 2.000 toneladas al año 1987), incrementando el grado de calidad y gama metalúrgica, sectores servidos y elevando el conocimiento tecnológico de la mano de obra calificada que apliquen correctamente los métodos tradicionales y faciliten los cambios hacia nuevos métodos de producción.

Requerimientos de personal para el sector **siderúrgico**.

Se consideran tres corrientes de información para estimar la demanda de mano de obra entendida en

las fases generales del proceso de fundición (construcción de modelos, preparación de arenas, moldeo y macherla, fusión y colada del metal, limpieza y acabado, tratamiento térmico y control de calidad), la misma que también suele tomar denominaciones referenciales como modelero, preparador de arenas, machero, moldeador (en banco y/o en piso), operador de hornos (hornero), ayudante de fundidor, fundidor y otras designaciones intermedias.

La primera fuente considera aspectos estadísticos de rendimiento general de la industria siderúrgica en varios países; la segunda fuente cita las cantidades previstas de personal afín en nuestro medio, mientras que una tercera corriente sobre este aspecto resulta de las visitas a los talleres y empresas fundidoras nacionales.

1. En el planteamiento de CENDES sobre las posibilidades de montar una poderosa fábrica de acero en el Ecuador (10) capaz de producir 400.000 ton./año de acero, sugiere considerar para nuestro medio un parámetro de productividad de 100 a 130 ton. por año y por persona, "de modo que para la capacidad prevista de producción se demanda una fuerza laboral de alrededor de 3.000 personas".

Este concepto de productividad promedio por año y por persona se ve influenciado por algunos factores como son la experiencia en el campo, la actitud o iniciativa propia y, muy especialmente, la extensión y calidad del equipo con que cuente la industria siderúrgica de cada país. Además, el cálculo de la fuerza laboral incluye a personal administrativo de venta, elementos no calificados y todos aquellos que sirven a una planta siderúrgica.

La productividad promedio en México es 70, mientras que en Estados Unidos, Japón y Alemania Occidental alrededor de 250 - 300 toneladas métricas de acero crudo por año y por empleado.

- Estudios realizados por CENDES (33), permiten establecer los siguientes requerimientos de personal por ocupación para el sector siderúrgico nuestro: Tecnólogos Mecánicos 81, mecánicos industriales 187, aprendices y/o ayudantes 106, tundidores 40, albañiles en hornos y cucharas (horneros) 72, otros auxiliares de producción 73; total 559 personas estimadas al año 1982.

Haciendo un subgrupo con los tecnólogos mecánicos

nicos, aprendices, fundidores, horneros y auxiliares de producción se concreta una demanda de persona entrenada en las fases generales del proceso de fundición de 372 técnicos calificados (para esta estimación del año 1382).

3. Como se ha mencionado, aprovechando los procedimientos del análisis ocupacional, se lleva a cabo la observación directa de las tareas - ejecutadas por los trabajadores y las entrevistas a los supervisores en las empresas productoras de bienes fundidos.

Con seguridad -y por lo menos- se han identificado cincuenta y ocho (58) empresas de fundición que existen en el país y que aplican las siguientes técnicas de moldeo y fundición: a) Moldeo a mano, b) Moldeo mecánico, c) Moldeo en coquilla, d) fundición inyectada, e) fundición centrífuga. Los bienes que se producen en estos talleres corresponden a los siguientes metales: hierro gris, fundición maleable, fundición modular, acero al carbono, acero aleado, aluminio y aleaciones, cobre, bronce y latón, zinc y aleaciones.

El empleo o puestos de trabajo directos en moldeo y fundición es variable, según el tamaño, producción y años de funcionamiento de cada es

tablecimiento, sin embargo de lo cual se cuenta, generalmente, con más de diez (10) empleados pcr fábrica, existiendo fundidoras que superan los 40 trabajadores y, algunos más de cien empleados.

Con excepción de los profesionales (Ingenieros mecánicos o industriales) que dirigen y supervisan los trabajos de fundición en cada fase del proceso, más contadas personas técnicamente capaces, todo el personal operativo de este sector productivo, cuya cantidad no es menor de cuatrocientos (400) trabajadores, requieren aumentar la eficiencia de su mano de obra, mejorando su habilidad y sus conocimientos teóricos.

### 1.3. Conclusiones

Por lo expuesto, es apropiado utilizar diversos indicadores para la identificación de las necesidades de desarrollo de los recursos humanos en este subsector económico manufacturero, destacándose los siguientes:

- a) No existe preparación técnica (centros de instrucción de recursos humanos para atender las grandes necesidades que expone la industria de la fundición en el país.
- b) En la actualidad los trabajadores no reciben -

una formación o capacitación profesional acorde con los niveles cualitativos que sus puestos de trabajos exigen, en cualquier lugar del proceso de fundición.

- c. Dentro del mercado de trabajo de esta industria de manufactura, existe la necesidad de desarrollar el recurso humano para lo que, prácticamente representa un nuevo grupo ocupacional, considerando además, que el medio simplemente expone una aparente sustitución de la mano de obra que debe estar calificada.
- d. Cursos de Formación Acelerada o cursos complementarios de Capacitación para calificar mano de obra, cuentan con una base de cuatrocientas personas necesitadas de instrucción mínima para optar por el oficio de fundidor de metales.

#### 1.3.1. Justificación de la carrera.

1. Es apremiante para la especialidad contar con, técnicos calificados en **Modelería, Moldeo y Fundición** (de hierros y no férreos) que, como se demuestra previamente, constituye un grupo ocupacional que supera los cuatrocientos puestos de trabajo.
2. Hasta 1987, quedaron identificadas 229

empresas, entre fabricantes de bienes de capital y ejecutoras de servicios de montaje (9). Estas empresas representan el potencial de que dispone el país para atender sus propios requerimientos y aún para colocar ventas en el exterior y, consecuentemente producir múltiples beneficios de carácter nacional como el ahorro y generación de divisas, incremento del empleo y del ingreso, innovación tecnológica, disminución de la dependencia externa, etc. Dentro de este grupo productivo, CEBCA clasifica como primer subsector las 58 empresas de fundición activas en el país, lo cual da una imagen de esta actividad socio económica - que también requiere una mejor cobertura técnica y financiera.

3. Como objetivo del SECAP de preparar personal calificado para el área industrial, es oportuno, aún, aportar con Planes y Programas que respondan estratégicamente hacia un mejoramiento de la educación técnica en el campo de la industria básica de la fusión de metales.
4. Implementar y organizar un Taller de Fundición en uno de los Centros Indus-

triales con que cuenta SECAP, para dic  
tado de cursos en Modo Aprendizaje y  
Capacitación, constituye el resultado  
de estudios efectuados por expertos -  
del SENAI (de Brasil), y del CERFIN \*  
(de Quito) , que contribuyen a demcstmr  
la factibilidad de impulsar una carret  
ra tecnológica en Fundación.

5. Los trabajadores actualmente ocupados -  
en fábricas, a nivel nacional, no se  
estar. desarrollando para atender las  
demandas cualitativas y cuantitativas -  
que exige una creciente gama metalúrgi-  
ca dentro del mercado.
6. Ya se ha detectado para el sistema for-  
mal una sobre oferta en cursos de radio  
y televisión, electrodomésticos y de me  
cánica automótriz (entro ctros). A esto  
se suma la oferta de las mismas especia  
lizaciones pcr parte del ñistema de en-  
señanza informal, lo que conlleva a una  
oferta creciente en ramas próximas a sa  
turarse, mientras existe una **resistencia**  
a crear nuevas especializaciones. Esto  
no puede sino conducir a una **acentuación**  
de los **desequilibrios** actuales: excedenu  
te creciente en las ramas saturadas, dé



ficit creciente en las ramas descuidadas.

7. Luego de elaborados los Programas y Planes de Enseñanza por materia y por curso, el SECAP puede ejecutarlos prontamente con recursos humanos y talleres propios, o también por el denominado "Sistema Dual", donde la instrucción tiene lugar en un ochenta por ciento en el mismo puesto de trabajo del participante (su fábrica o taller) y recibe instrucción teórica en el Centro de Formación durante un período igual al veinte por ciento de la instrucción total. Esquema de trabajo probado que puede complementarse o modificarse satisfactoriamente.

### 1.3.2. Objetivos **General** de la Carrera

Como un producto general del proceso de análisis ocupacional, esto es, dentro de los primeros resultados del trabajo de campo en varias fábricas de fundición, podemos indicar lo que pretende una carrera tecnológica que se desarrolle con las características **de la formación profesional** que habitualmente ejecuta el SECAP, o sea,

con aplicación de método activo y analítico. Consecuentemente, se considera objetivos generales de la carrera tecnológica en Fundición los siguientes:

- Capáz de cumplir eficazmente en cualquier ra de los puestos de trabajo más identificados con la profesión, a saber: modelista, moldeador y fundidor.
- Familiarizado con las habilidades prácticas de la ocupación, debe relacionar apropiadamente el conocimiento teórico de su campo.
- Capaz de operar hábilmente los utensilios, herramientas, equipos y maquinas de uso general en talleres de fundición.
- Con idea cabal de las tareas asignadas , cumpliendo con el mejor nivel las operaciones correspondientes, controlando así el proceso y el producto.
- Al tiempo que sabrá. utilizar herramientas y procedimientos de trabajo, de acuerdo con las técnicas de la ocupación, adquirirá una disciplina mental y el hábito del estudio.
- Los trabajadores que se encuentran trabajando como moldeadores, modelistas de

fundición o fundidores, podrán corregir deficiencias profesionales.

- Preveer accidentes y aplicar en todo momento seguridad e higiene industrial.
- El técnico en fundición tendrá una cultura general y de reglamentación laboral básica, más una valoración ética clara. Con espíritu de trabajo y vocación cívica.
- Poner en práctica buenas costumbres y relaciones humanas.
- Proporcionar conocimientos tecnológicos bien fundamentados que faciliten la puesta en marcha de modernos métodos y procesos de fundición, aún no considerados en el medio.

## CAPITULO II

### PROPOSICION DE LA CARRERA TECNOLOGICA

#### 2.1. Introducción

Se ha destacado que en el presente trabajo se trata de establecer las necesidades ocupacionales y el perfil de la carrera para suplir una necesidad de una actividad fundamental en la producción de bienes de consumo y bienes de capital en el país.

En consecuencia, al desarrollar este capítulo, se podrá apreciar el plan de estudio y los contenidos detallados de las materias que requiere aprobar un trabajador para calificarse en las técnicas de la conformación de metales por moldeo y fundición, en el marco de una realidad nuestra, o más bien dicho de lo que muestra y aspira el sector fundidor de Quito, Cuenca y Guayaquil.

Aquí encontramos la parte central de la planificación didáctica, ya que pasa a concretar en forma ordenada y pedagógica los aspectos a enseñarse en una carrera corta para técnicos en fundición. Se van planteando de los considerados más sencillo a los más complicados todas aquellas ideas y sugerencias de las personas vinculadas a esta brea metal-mecánica, como una consecuencia natural de un análisis ocupacional. llevado a cabo en talleres productivo. Se cruzan las experiencias de profesionales

expertos y de trabajadores con experiencia, con las normas de desarrollo curricular, dando como resultado, primero. un plan global de estudio y **segundo**, un desarrollo unitario de materia.

Para el inicio del desarrollo como país, al igual muchas otras áreas productivas en Ecuador, algunos requerimientos es menester que se cumplan : **Aplicación de la tecnología, educación específica a los trabajadores, fondos para el desarrollo, organización y apoyos técnicos a las empresas.**

Por ello, al estructurar este capítulo, se vincula la tecnología presente y necesaria a futuro , con aquellos aspectos tecnológicos que **le servirán** al trabajador de la industria de la fundición **nacional** para dominar su campo de acción y **favorecer** la **producción** eficiente. Reitérase en exponer que este objetivo se logra por medio de un trabajo de campo en el sector aludido y el único **mérito** es el de ordenar secuencialmente -desde el punto de vista de la enseñanza- \*aprendizaje la respuesta que dicho sector a brindado.

#### 2.1.1. Descripción del Proceso de Fundición

Al complementar la descripción del proceso investigativo empleado (planificación didáctica) con una sinopsis del proceso de **fundición veríase** con mayor claridad **la**

correlación entre los programas y contenido de materias frente al perfil del técnico que se formara en esta nueva profesión. Naturalmente se trata de una revisión ilustrativa, sin ingresar en los múltiples detalles de una especialidad tan alta como lo es hoy en día el colado de metales ferrosos. Además, lograrfase en este momento , una introducción y comprensión apropiada para la estructuración de un pequeño taller piloto de fundición que se describe más adelante.

Entendemos por **fundición** un proceso por el cual los metales, minerales y otras **sustancias** sólidas se derriten mediante la **acción** del calor. Estos materiales se dejan **solidificar** dentro de un molde, obteniéndose piezas de diversas formas y dimensiones , adecuadas para el trabajo subsecuente. La fusión hace posible en las aleaciones, la mezcla de los constituyentes metálicos de **seadcs** de tal manera que se logre la **composición** requerida.

El proceoc fundamental de la colada se divide en las siguientes fases de trabajo:  
Construcción de modelos, **preparación** del molde, vertido del metal fundido; limpieza

y acabado de la pieza solidificada, inspección y control de calidad. Varios aspectos de estas fases se describen a continuación.

Dentro de los metales y aleaciones conformados por fundición citamos los fundidos de hierro (gris, blanca, nodular), fundición maleable, fundición de acero y fundiciones no ferrosas (bronce, latones, aluminio, magnesio, zinc.).

La fundición se puede llevar a cabo por dos procedimientos: 1. Colada por gravedad y 2. Colada a presión. En el primer caso tenemos a) moldes en arena. b) moldes en coquilla, c) moldes con otros materiales no metálicos (en cáscara, al CO<sub>2</sub>, a la cera perdida, resinas autofraguantes, etc.); mientras que en el segundo caso se destaca la fundición centrífuga y la fundición inyectada.

Este método tecnológico (fundición o colada) se caracteriza por permitir producir con facilidad piezas de configuraciones - muy complejas. Para ello se utilizan mucho los moldes de arena hasta el punto que el 90% de las piezas moldeadas se obtienen

por colada en los moldes de arena compues  
to en lo principal de arena de cuarzo y  
arcilla con algunos aditivos.

Interesa particularmente la arena **silícea**  
(arena de cuarzo,  $SiO_2$ ), por ser la que  
cumple con mayor propiedad las exigencias  
de la fundición, siempre que este mate  
rial mineral granulado se mantenga entre  
dimensiones de 0.06 y 2.2 mm.

Las mezclas que se preparan con arenas pa  
ra hacer moldes y machos poseen determina  
das propiedades: plasticidad, resistencia  
**mecánica**, permeabilidad gaseosa, capacidad  
refractaria, conductividad térmica, forma  
bilidad, durabilidad y, si aún es posible  
baratas.

Los materiales constitutivos de estas mez  
clas -para que cumplan con tales propieda  
des- pueden verse en cuatro grupos: La  
**silíce** o cuarzo, la arcilla como elemento  
aglutinante, agua y la materia **orgánica** -  
que incluye todos los agregados que se  
incorporan a la arena para hacerla  
utilizable en el proceso de mol  
deo (**carbón** mineral o vegetal, la **dextri**-  
**na**, la melaza, el aserrín, los aceites,



las harinas.).

Es interesante ver una **clasificación** de los tipos de arena por su origen (naturales y sintéticas), por su humedad (verdes y secas), por su aplicación en el molde (de contacto y de relleno), y por su **utilización** (para moldes y para machos).

Para averiguar sobre las características de las arenas de moldes se realizan diferentes ensayos, siendo los principales a aquellos procedimientos que **determinan**: a) humedad; b) contenido de **sílice** y arcilla; c) forma de los granos; d) **distribución** granulométrica.

Las propiedades de las mezclas se **determinan** a través de otros ensayos **normalizados** y son los siguientes:

Ensayo de deformabilidad, ensayo de **fluencia**, ensayo de permeabilidad, ensayo de refractabilidad, ensayo de cohesión, **ensayo** de dureza superficial de los moldes.

**Es** una **práctica** general en los talleres - incidir sobre **las** cualidades de las **arenas** de moldes empleando aditivos **orgánicos** e inorgánicos, sólidos y líquidos. Ellos - conducen: a aglutinar **mejor** **las** **arenas**, si

se queman durante el estufado de los mol  
des favorecen la permeabilidad gaseosa. ;  
influyen sobre la formabilidad y ayudan -  
con esto a la libre **contracción** de la pie  
**za**, también contribuyen en las operaciones  
de desmoldeo. La presencia de aditivos -  
en porcentajes apropiados reducen los de  
**fectos** en las piezas fundidas debido a  
las arenas de moldes. Citase algunos adi  
**tivos** muy utilizados: Bentonita, **caolín** ,  
**carbón** mineral, harinas de cereales, hari  
**na** de cuarzo, gilsonita, harina de madera,  
aceites vegetales, aceites minerales, si-  
licato de etilo, resinas fenólicas, sili-  
cato de sodio.

Complementa lo indicado señalar que el ob  
jetivo de las pinturas para moldes **consis**  
te en obtener una capa de recubrimiento -  
en la superficie de molde que **proteje** a  
la arena del efecto **calorífico** del metal  
líquido, a la vez que se obtienen superfi  
**cies más** finas para que las piezas **presen**  
ten mejores acabados en bruto. Se dispo-  
nen de **pinturas** para moldes destinados a  
coladas de hierro, acero y metales no **fé**  
**rreos**.

Por otra parte, al proyectar una pieza mol

**deada** no solamente es necesaria la construcción del molde, sino **también** se debe tomar en consideración las propiedades de fundición del metal, el proceso de colada del molde y los procedimientos de **elabora**  
**ción mecánica**. Por tal motivo, coméntase algo de estas operaciones.

En casi todas las **fábricas**, al referir a los hornos de **fundición** sobresale el **cubi**  
**lote**. En términos aproximados, cerca del **80 - 90%** de la fundición se produce en - estos hornos especiales. El horno de **cu**  
bilate es simple por su construcción y de fácil servicio, algo económico por el consumo de combustibles, tiene alto **rendimien**  
to y puede emplearse en una **fábrica** de - fundición con régimen de trabajo en **cade**  
**na** o escalonado. El proceso de **obtención** de la fundición en cubilotes sigue un - esquema conocido que comienza con la **pre**  
**paración** del revestimiento interior **api**  
sonado de la solera (crisol); después el cubilote se seca incendiando **leña** en la solera. A **continuación** se carga la **hornu**  
da base de combustible y se enciende Qste. Cuando empieza a arder la hornada se pone sobre ella la hornada **metálica**, después ,

la del coque, echando sobre esta última - los fundentes; a continuación se repite - la **operación** en el mismo orden: **metal, com** bustible, fundentes, etc.

Vale decir que cuando la fusión se **reali**za en hornos eléctricos o en los de llama directa, la mezcla de carga se compone **so**lamente de metal y fundentes. Los **funde**tes sirven para aumentar la fluidez de las escorias que se forman al producir la **fundición**. Por ejemplo en el cubilote - estas se deben a la ceniza del combustible, los óxidos del metal, arena y revestimiento interior del horno. Las escorias diluidas, por tener un peso **específico me**nor en comparación del metal, suben a su superficie y son eliminadas. Son fundentes principales la cal y espato flúor.

Cuando el metal se ha elaborado en los hornos se descarga en las cucharas y se **vierte** en los moldes. Estas cucharas **tie**nen diversa **construcción** y capacidad, dependiendo del tamaño de las piezas a **mol**dear. La **técnica** de colada de los moldes aconseja que los moldes se **llenen** con un chorro continuo de metal, ya que en ca

so contrario en la superficie del metal - colado se forma una capa de Óxidos, creán dose una juntura entre esta capa y la su perficie inferior del metal añadido. El molde se llena hasta que el metal aparezca por los respiradores y mazarotas.

Una vez solidificado por completo el metal y enfriado suficientemente, las piezas mol deadas se extraen de los moldes a golpes y a continuación, se realiza el vaciado de los machos (desmoldeo). Estas operaciones pueden hacerse en forma mecanizada (máqui nas vibradoras), pero en las fábricas pe queñas los moldes se vacían a mano.

Los bebederos y los respiradores se suelen también separar de las cajas de moldes a golpes de martillo. Las mazarotas de sec ción grande, al igual que los elementos - del sistema de alimentación se quitan cor tándose son sierras (operaciones de acaba do).

Luego de aplicar la técnica de colada de los moldes, enfriada y solidificada la - pieza, vaciados los machos y eliminados - los bebederos, se aplicará una limpieza a las piezas moldeadas consisten te en qui-

tar de su superficie la arena quemada y adherida, eliminar las rebabas en las piezas que se forman en el lugar de división del molde o cerca de las colas de los machos, así como en la superficie dspera en los puntos de acoplamiento de los elementos del sistema de alimentación. Si se recurre a limpieza mecánica son útiles - ciertos tambores giratorios y el chorro - de arena.

## 2.2. Desarrollo del Perfil Ocupacional

Dentro del proceso de recolección, ordenamiento y valoración de las informaciones reales prove-nientes de los talleres, manteniéndose el esquema de la Planificación Didáctica, en la parte que trata de los Perfiles de Formación Profesional , se pasa a describir las partes relevantes y mayormente definidas en el campo práctico del fundidor de metales. Consecuentemente se destaca - las tres dreas y/o puestos de trabajo que sobresalen: Modelista de Fundición, Moldeador, Fundidor.

Util plantear los perfiles ocupacionales en los tres campos especializados para concretar luego las materias específicas a enseñar con sus res

pectivas exigencias y nivel de complejidad.

Perfil para Modelista de Fundición.

Fabrica los modelos en madera, a partir del diseño de la pieza, para que sean usados posteriormente en la construcción de los moldes de arena.

Debe tener idea clara del proceso de fundición, aparte de lo pertinente a las cualidades de la madera, para orientar el modelo en la forma más conveniente. Tomar en cuenta para la fabricación los modelos las contracciones de los metales, detalles constructivos como nervios de refuerzo, cambios de espesor de las piezas, alimentadores, y también los incrementos para el maquinado en el acabado de la pieza a fundir.

Debe tener conocimiento sobre mediciones y sobre máquinas herramientas para trabajar maderas y, naturalmente, sobre las características de las maderas.

Tendrá por tanto conocimientos fundamentados en materias como las siguientes: Metrología, Trigonometría, Dibujo Técnico, Geometría, Cálculo Aplicado, Tecnología de Materiales, Tecnología de la Especialidad.

**Perfil** Ocupacional del Moldeador.

Prepara los moldes de arena en los cuales se practica el vaciado del metal con el fin de obtener las piezas correspondientes; prácticamente su responsabilidad -

muy **específica** consiste en sacar una pieza. Usa utensilios y materiales propios de sus tareas.

Se concentra en conocimientos sobre las arenas - de moldeo de nuestro medio, de sus propiedades ; sobre la hechura y colocación de los machos o co razones, **así** como también conoce sobre aglutinan tes, pinturas, secado de moldes.

Se encarga del terminado de los moldes, conside rando el tamaño de los alimentadores de cada pie za, rebosaderos, **así** como la conformación de los vi<sup>o</sup>ntos para la salida de los gases; tiene crite rio. sobre la temperatura y velocidad con la cual debe hacerse la colada.

Entre los requerimientos técnicos **más** relevantes cítase conocimientos de las arenas y los demds materiales empleados en el moldeo; sistemas de moldeo, herramientas neumáticas y máquinas de - moldeo, Metalurgia, Dibujo Técnico.

#### Perfil Ocupacional del Fundidor

Es el directamente responsable de la buena marcha de los hornos de fusión y de la calidad de los ma teriales obtenidos. Debe conocer las cargas del cubilote y la manera de corregirlas para lograr **material** de calidad. Conoce y prepara las mezclas adecuadas para reparar las paredes de cubilotes ,



hornos basculantes, crisoles, cucharas; dirige el vaciado del metal líquido en el molde. Trabaja también con horno de inducción. Su trabajo debe desarrollarlo con las protecciones personales y procedimientos apropiados para manipular metales en estado líquido.

Analiza y clasifica el material de carga (chatarra apropiada); conoce sobre ensayos de taller y de laboratorio para aplicarlos a las piezas obtenidas.

Los conocimientos técnicos necesarios son: **constitución** y funcionamiento de los hornos de fusión (cubilote, horno basculante, horno de inducción), materiales refractorios, mediciones de temperatura, caudal, presión; Mantenimiento y Seguridad, **Tecnología** de materiales y, **complementariamente**, Organización y administración de taller.

Es de indicar, finalmente, que se acostumbra el dar acabado a las piezas fundidas, recortando losbebederos y mazarotas, desbarbando, cepillando y puliendo las piezas. Estas operaciones pueden ser demostradas en el desarrollo de los talleres prácticos.

De manera estructural, **técnico-pedagógico**, se está describiendo un marco de acción claro donde

se desenvuelve una persona que labora en empresa y, al mismo tiempo se configuran las etapas para entrenar a un profesional en la especialidad.

Seguidamente se irá ingresando en tópicos muy puntuales que materialicen el objetivo del presente trabajo, por cuyo motivo no deberfase olvidar las tres divisiones principales, a nivel de técnicos y operarios, que son: modelista, moldeador y fundidor.

#### 2.2.1. Objetivos Especificos de la Carrera.

De acuerdo con los antecedentes y **datos de** campo sobre las tareas y operaciones que cumplen los trabajadores en las **fábricas** de fundición, y por supuesto, con la **fin**alidad de suministrar un personal idóneo - en áreas de modelería, moldeo y técnicas de **fundición**, este programa de **Formación** - Profesional permitirá desarrollar concretamente las habilidades y especialidades siguientes:

1. Reconocer las distintas maderas y sus propiedades que las hacen tiles para la **construcción** de modelos.
2. Opera **máquinas** y maneja herramientas de uso general en **carpintería**.

3. Producir los modelos de madera que **sean** requeridos.
4. Distinguir el moldeo como uno de los métodos de **elaboración** de piezas e **identificar** y clarificar las diferentes formas de moldeo, la maquinaria, **equipo**, herramientas y compuestos utilizados.
5. Obtener moldes en arena verde con **diferentes** tipos de modelos, cajas, métodos de moldeo, con corazones y sin corazones; moldeo por terrajado.
6. Describir las características y el **comportamiento** de los diversos elementos que intervienen en las diferentes arenas de moldeo.
7. Adecuar y preparar arenas para la **fabricación** de machos o corazones en arenas verdes y mezclas de arenas.
8. Adecuar y preparar arenas para el moldeo de productos fundidos, empleando como medios herramientas manuales **y** equipo mecanizado de preparación.
9. Producir corazones por el **Método** de  $\text{CO}_2$  -Silicato de sodio.

10. Conocer los conceptos básicos de fusión. Clasificar e identificar metales, aleaciones, combustibles, refractarios, fundentes y otros materiales utilizados. Reconocimiento de los principales hornos y equipos. Preparar carga para fusión.
11. Capacitado para producción de piezas en aleaciones de cobre, aluminio y aleaciones de zinc.
12. Atender las labores de fusión de metales ferrosos, diferenciado los distintos materiales y aditivos empleados y recibir metal líquido en las cucharas.
13. Preparar y operar correctamente el horno de cubilote para producir los varios hierros colados ordinarios.
14. Preparar y operar correctamente el -horno de inducción para producir hierros colados ordinarios, obedeciendo los requerimientos de una calidad común.
15. Operar el horno de inducción correctamente para producir hierro nodular de acuerdo a normas.

16. Apto para mejorar los procesos actuales de producción.
17. Ejecutar tareas tanto de producción como de mantenimiento.
18. Observar, analizar y corregir la calidad de la producción.
19. Tiene orientación sobre los costos de los procesos.
20. Formado con énfasis en la verdad, con entereza y con una concepción humanística para que sea el motor de la industria de la fundición.

### 2.3.1. Cuadro Sintético del Plan de Estudios

El cuadro sintético del Plan de Estudios que prosigue es un documento de programación horizontal y vertical de la carrera tecnológica.

Horizontalmente informa las características de cada curso (módulo), refiere el contenido teórico-práctico del programa, es decir, las materias y las horas de instrucción semanales y totales. Consta el número total de semanas y se puede inferir la duración total de cada módulo. Vertical

mente el cuadro plantea una modulación pedagógica, donde los bloques progresan en términos de aprendizaje inductivo (de lo más simple a lo más complejo). Consecuentemente se tiene un ordenamiento de los elementos y fases de la ocupación.

De acuerdo a las horas asignadas a taller, se propone alcanzar los objetivos de la formación por medio de un entrenamiento - sesenta y tres por ciento práctico y treinta y siete por ciento teórico.

Cada módulo individualmente es un bloque, de relativa corta duración, que permita - al participante que apruebe desempeñar un puesto de trabajo específico y avanzar - aún a otro grado de mayor complejidad.

Por ejemplo, el Módulo Ocupacional Uno proporciona el conjunto de conocimientos y habilidades propios de las funciones de - modelista (ocupación definida en este - mercado de trabajo), además, está apto pa ra seguir la ruta hasta moldeador.

MODULOS	PROGRAMA DE ESTUDIOS (MATERIAS)					
OCUPACIONAL 1 MODELERIA 22 Semanas	TALLER DE MODELERIA  H.T. 528 H.S. 24	TECNOLOGIA DE LA ES PECIALIDAD  H.T. 66 H.S. 3	TECNOLOGIA DE MATERIALES  H.T. 88 H.S. 4	DIBUJO TECNICO -  H.T. 44 H.S. 2	CALCULO TECNICO  H.T. 44 H.S. 2	CULTURA GENERAL  H.T. 66 H.S. 3
OCUPACIONAL II MOLDEO 22 Semanas	TALLER DE MOLDEO  H.T. 528 H.S. 24	TECNOLOGIA DE LA ES PECIALIDAD  H.T. 66 H.S. 3	TECNOLOGIA DE MATERIALES  H.T. 44 H.S. 2	DIBUJO TECNICO  H.T. 66 H.S. 2	CALCULO TECNICO  H.T. 66 H.S. 3	METALURGIA   H.T. 66 H.S. 3
OCUPACIONAL III FUNDICION 24 Semanas	TALLER DE FUNDICION  H.T. 576 H.S. 24	TECNOLOGIA DE LA ESPECIALID.  H.T. 96 H.S. 4	TECNOLOGIA DE MATERIALES  H.T. 96 H.S. 4	MANTENIMIENTO SEGURIDAD INDUSTRIAL  H.T. 48 H.S. 2	ENSAYOS MECANICOS  H.T. 48 H.S. 2	ORGANIZAC./ ADMINISTRAC. DE TALLER  H.T. 48 H.S. 2

CUADRO N° 5. CUADRO SINTÉTICO DEL P-LAN-DE ESTUDIOS... (H.T.=HORAS. TOTALES. H.S.=HORAS SEMANALES)

### 2.3.2. Contenido de las Materias

La **inversión** de sesenta y ocho semanas - (año y medio) de **formación** profesional , divididas en tres etapas modulares, se presenta en forma pormenorizada en los - contenidos individuales de las materias - seleccionadas.

Los **capítulos** considerados necesarios en cada materia se muestra en los 'Iprogramas **sintéticos**", de manera que el grupo de seis programas ilustran globalmente los alcances de cada Módulo Ocupacional. **Ade** más, se puede apreciar el **período** de **ins**-trucción asignado a cada **capítulo**, en semanas y en horas **pedagógicas**.

Los programas detallados desglosan los conocimientos y habilidades **correspondien**tes a cada área, pero tales contenidos se orientan al logro del objetivo común del curso, los cuales, a su vez, se anotaron en los Perfiles Ocupacionales.

La gula de trabajo para estructurar las materias se basó en las entrevistas y encuestas de competencias de un técnico en **fundición** que se aplicaron en los **talleres** visitados. A través de preguntas **dirigi**-



das se llegó a interpretar las aptitudes requeridas para un buen desempeño teórico práctico del personal operativo en fundiciones misceláneas.

**La interrelación** de conocimientos como producto de adicionar unidades de enseñanza según similitud y dependencia de conceptos, es decir, la conformación de materias básicas se presentan enseguida.

•  
•

Semana	TALLER	TEC. DE LA ESPEC.	TEC. MATERIALES			
1	Práctica de Metrología Básica.	Tecnología básica de la madera.	Introducción a la Física	Introducción al Dibujo Técnico	Operaciones Básicas	Tecnología y Sociedad
2	" " "	" " "	Propiedades Físicas	" " "	" " "	La Comunicación
3	" " "	Materiales y herramientas en carpintero	" " "	" " "	" " "	Gramática
4	Práctica con herramientas manuales en carpintero.	" " "	Movimiento	Dibujo Geométrico	" " "	Ortografía
5	" " "	" " "	" " "	" " "	" " "	" " "
6	" " "	Máquinas básicas en carpintería	" " "	" " "	" " "	" " "
7	" " "	" " "	Leyes de Newton	Acotaciones	" " "	Técnicas de Lectura
8	" " "	" " "	" " "	" " "	" " "	La Redacción
9	" " "	" " "	" " "	" " "	" " "	" " "
10	" " "	Acabado de la Madera	" " "	Vistas	" " "	Conocimientos Cívicos
11	" " "	" " "	Trabajo y Energía	" " "	Igualdades	Deberes y Derechos humanos
12	" " "	" " "	" " "	" " "	" " "	El Trabajo
13	" " "	Procesos de	Construcción de la			Normas y Relaciones

**MODULO** OCUPACIONAL 1 : Modelarla

CONTENIDO MATERIA : Taller

DURACION : 528 horas

CAP. PROGRAMA  
SINTETICO : PROGRAMA DETALLADO

1. Práctica de metrología básica
  - 1.1. Regla métrica
  - 1.2. Calibrador universal
  - 1.3. Compases de exteriores e interiores.
  - 1.4. Instrumentos para medir ángulos.
    - 1.4.1. Escuadras
    - 1.4.2. Goniómetro simple
  - 1.5. **Micrómetro** de exteriores
  
2. Materiales y herramientas manuales para carpintería.
  - 2.1. Aserrado manual
  - 2.2. Labrado a mano
  - 2.3. Tallado con gubias
  - 2.4. Aplicaciones de otras herramientas manuales (martillos, cepillos, etc.)
  - 2.5. Encolado
  - 2.6. Uniones en madera
  
3. Máquinas básicas en carpintería.
  - 3.1. Sierra Circular
  - 3.2. Sierra de cinta
  - 3.3. Canteadora
  - 3.4. Cepilladora
  - 3.5. Perforadora
  - 3.6. Torno
  - 3.7. Construcciones en aplicación.**

- 4. Acabados de la madera.
  - 4.1. Coloración
  - 4.2. Aplicación del charol
  - 4.3. Aplicación de selladoras
  - 4.4. Aplicación de lacas
  - 4.5. Barnizado
  - 4.6. Encerado y pulido
  - 4.7. Aplicación de pinturas
  
- 5. Construcción de modelos sencillos.
  - 5.1. Modelos enteros
  - 5.2. Modelos partidos
  - 5.3. Modelos con partes desmontables.

MODULO OCUPACIONAL 1 : Modelería  
CONTENIDO MATERIA : Tecnología de la Especialidad  
DURACION : 66 Horas

CAP. PROGRAMA  
SINTETICO : PROGRAMA DETALLADO

1. **Tecnología básica de la madera.**
  - 1.1. Generalidades
  - 1.2. Materia prima en **carpintería**.
  - 1.3. Clases de maderas
  - 1.4. Defectos de la madera
  - 1.5. Aserrado de la madera
  - 1.6. Secado natural
  - 1.7. Conservación de la madera
  - 1.8. **Características del cedro y roble-**.
  
2. **Herramientas y materiales manuales.**
  - 2.1. El trabajo a mano de la madera.
    - 2.1.1. Aserrado manual
    - 2.1.2. Labrado a mano
    - 2.1.3. Tallado con gubias
  - 2.2. Descripción, clasificación y uso de las **múltiples herramientas manuales de carpintería** (martillos, **cepillos**, etc.).
  
3. **Mdquinas básicas en carpintería.**
  - 3.1 Sierra circular
    - 3.1.3. Clases y usos
    - 3.1.2. Tipos de corte con Sierra Circular.
  - 3.2 Sierra de cinta

- 3.2.1. Usos
- 3.3. Canteadoras
  - 3.3.1. Usos
- 3.4. Cepilladora
  - 3.4.1. Usos
- 3.5. Perforadoras, tipos y usos
- 3.6. Torno
  
- 4. Acabado de la Madera
  - 4.1. Lijas, clases y usos
  - 4.2. Masillas, clases y usos
  - 4.3. Humectación de la madera
  - 4.4. Fondos para madera
    - 4.4.1. Preparación
    - 4.4.2. Aplicación
  - 4.5. Selladores
    - 4.5.1. Clases
    - 4.5.2. Preparación
    - 4.5.3. Aplicación
  - 4.6. Lacas
    - 4.6.1. Clases
    - 4.6.2. Preparación
    - 4.6.3. Aplicación
  
- 5. Proceso de Fundición
  - 5.1. Fundición en moldes de arena.
    - 5.1.1. Arena en verde
    - 5.1.2. Arena **estufada**
  - 5.2. Procesos en moldes **permanentes**.
    - 5.2.1. Coquillas coladas por gravedad.
    - 5.2.2. Colada a **presión**

- 5:3. Procesos de Centrifugación
  - 5.3.1. Centrifugación pura
  - 5.3.2. Semicentrifugación

6. Introducción a los metales.

- 6.1. Concepto y clasificación de los materiales metálicos.
- 6.2. Propiedades de los materiales metálicos.
  - 6.2.1. Propiedades físicas
  - 6.2.2. Propiedades químicas
  - 6.2.3. Propiedades mecánicas y tecnológicas.
- 6.3. Características de los metales más usados, grados de contracción.

7: Modelos

- 7.1. Concepto y Clasificación de los modelos para fundición.
- 7.2. Tamaños y "salida" de los modelos.
- 7.3. Modelos enteros
- 7.4. Modelos partidos
- 7.5. Modelos con partes desmontables.

**MODULO OCUPACIONAL 1** : Modelería  
**CONTENIDO MATERIA** : Tecnología de materiales  
**DURACION** : 88 Horas

**CAP. PROGRAMA  
SINTETICO**

**PROGRAMA DETALLADO**

**1. Introducción  
a la física**

- 1.1. Concepto
- 1.2. División
- 1.3. Aplicaciones
- 1.4. Sistemas de unidades

**2. Propiedades  
físicas**

- 2.1. Concepto
- 2.2. Extensión
- 2.3. Impenetrabilidad
- 2.4. Divisibilidad
- 2.5. Porosidad
- 2.6. Elásticidad
- 2.7. Adherencia
- 2.8. Dureza
- 2.9. Ductibilidad
- 2.10. Inercia

**3. Movimiento**

- 3.1. Movimiento Rectilíneo Uniforme .
- 3.2. Movimiento Rectilíneo Uniformemente variado.
  - 3.2.1. Calda libre



3.3. Movimiento Circular Uniforme.

3.4. Cantidades escalares y vectoriales.

3.4.1. Sistemas de Vectores.

4. Leyes de Newton

4.1. Concepto de fuerza

4.1.1. Efectos, unidades, representación.

4.2. Primera Ley de Newton

4.3. Tercera Ley de Newton

4.4. Segunda Ley de Newton

4.4.1. Relación, fuerza-mesas. Unidades

4.4.2. Ejercicios

5. Trabajo y Energía

5.1. Concepto

5.2. Trabajo Mecánico

5.3. Energía potencial

5.4. Energía Cinética

5.5. Conservación de la energía

6. Constitución de la materia

6.1. Concepto

6.2. El átomo

6.2.1. Descripción

6.2.2. Atomo de Rhor

6.2.3. Teoría Cuántica

6.3. Tabla Periódica

6.3.1. Períodos y grupos

6.3.2. Número atómicos

6.3.3. Masa atómica

6.3.4. Isótopos

6 4. Estructura Molecular

6.4.1. Valencia

6.4.2. Enlace químico

6.4.3. Mólcula

6.4.4. Enlace metálico

7. Funciones Químicas

7.1. Concepto

7.2. Funciones Inorgánicas

7.2.1. Óxidos

7.2.2. Anhídridos

7.2.3. Hidróxidos

7.2.4. Bases

7.2.5. Sales

8. Ecuaciones Químicas

8.1. Reacción Química

8.1.1. Concepto

8.1.2. Reversibles e Irreversibles.

8.2. Ecuación Química

8.2.1. Concepto

8.2.2. Partes de una ecuación

8.2.3. Balance de Ecuaciones

MODULO OCUPACIONAL 1 : Modelería

CONTENIDO MATERIA : Dibujo Técnico

DURACION : 44 Horas

CAP. PROGRAMA : PROGRAMA DETALLADO  
SINTETICO

1. Introducción al Dibujo Técnico.
  - 1.1. Instrumento de Dibujo Técnico.
  - 1.2. Ejercicios de aplicación con los instrumentos.
  - 1.3. Escritura Normalizada
  - 1.4. Formatos-Rótulación
  - 1.5. Tipos de líneas
  
2. Dibujo Geométrico.
  - 2.1. Construcción de Rectas (perpendiculares y paralelas).
  - 2.2. Trazado de triángulos y paralelogramas.
  - 2.3. Dividir un ángulo en varios ángulos.
  - 2.4. División de la circunferencia en partes iguales.
  - 2.5. Trazado de polígonos
  - 2.6. Trazado de Elipses
  
3. Acotaciones
  - 3.1. Acotación de piezas planas
  - 3.2. Acotación de diámetros
  - 3.3. Acotación de radios

...

3.4. Acotación de ángulos

3.5. Acotación de cuerpos bási  
cos.

3.6. Ejercicios de aplicación

4. Vistas

4.1. Definición

4.2. Giro de la pieza

4.3. Proyecciones sobre planos

4.4. Escalas

4.5. Acotación de un cuerpo en  
diferentes vistas .

4.6. Ejercicios con objetos  
reales.

5. Perspectivas

5.1. Clases de perspectivas

5.2. Perspectiva cónica

5.3. Perspectiva isométrica

5.4. Perspectiva caballera

5.5. Ejercicios con objetos  
reales.

6. Sistemas de  
Proyección

6.1. Sistema europeo

6.2. Sistema americano

**MODULO OCUPACIONAL** 1 : Modelería

**CONTENIDO MATERIA** Cálculo Técnico

**DURACION** : 44 Horas

**CAP. PROGRAMA SINTETICO** : PROGRAMA DETALLADO

**1. Operaciones Básicas**

- 1.1. Operaciones con quebrados
- 1.2. Cálculo con raíces
- 1.3. Proporciones
- 1.4. Regla de tres
- 1.5. Tanto por ciento
- 1.6. Conversión de unidades de longitud.
- 1.7. Cálculo con potencia
- 1.8. Manejo de tablas
- 1.9. Perímetro
- 1.10. Ajustes y Tolerancias
- 1.11. Escalas de temperatura. Conversiones.

**2. Igualdades**

- 2.3.. Concepto
- 2.2. Manejo de Igualdades
  - 2.2.1. Relación de Operaciones en una igualdad.
  - 2.2.2. Solución de Igualdades.

**3. Triángulos Rectángulos**

- 3.1. Teorema de Pitágoras
- 3.2. Aplicación del Teorema de

Pitagoras en figuras compuestas.

3.3. Teorema de Pitagoras en figuras inscritas.

3.4. Funciones Trigonométricas

3.5. Ejercicios de Resolución de Triángulos Rectángulos

4. Circunferencia y Areas

4.1. Angulos. Unidades-transformación.

4.2. Longitudes dobladas. Arco Fibra Neutra.

4.3. Superficie circulares. Unidad.

4.4. Superficie cuerpos de lados rectos

4.5. Areas compuestas.

MODULO OCUPACIONAL 1 : Modelería  
CONTENIDO MATERIA : Cultura General  
DURACION : 76 Horas  
CAP. PROGRAMA SINTETICO : PROGRAMA DETALLADO

1. Tecnología y Sociedad
  - 1.1. **Carácter Social de la Tecnología.**
  - 1.2. Cultura General y Profesional.
    - 1.2.1. Conceptos, semejanzas e importancias
2. La Comunicación.
  - 2.1. Concepto, elementos de la Comunicación.
  - 2.2. Problemas de la comunicación.
  - 2.3. El Mensaje
  - 2.4. El Emisor y el Receptor
3. Gramática
  - 3.1. Estructura gramatical de la oración.
  - 3.2. El sustantivo
  - 3.3. El verbo
  - 3.4. **Aplicación:** Reconocimiento de Oraciones en trozos de lectura seleccionados.
4. Ortografía
  - 4.1. Uso correcto de: **B-V ; S-C ; Z ; G-J ; H.**
  - 4.2. **Uso Correcto de las mayúsc**

- culas.
- 4 3. La tilde en las palabras .  
agudas, graves, **esdrújula** .  
las y compuestas.
5. Técnicas de Lectura.
- 5.1. Clases de lecturas, la **ent**  
nación.
- 5.2. Los signos de puntuación
- 5.3. Aplicación de las **técnicas**  
en párrafos seleccionados
6. La **Redacción**
- 6.1. Concepto, importancia, **ca-**  
racterísticas y clases.
- 6.2. La descripción
- 6.3. La narración
7. Conocimientos Cívicos
- 7.1. El Estado
- 7.2. La democracia
- 7.3. La Constitución
8. Deberes y Derechos **Humanos**
- 8.1. Concepto, importancia,  
fundamentos.
- 8.2. Deberes y Derechos del  
individuo.
- 8.3. Deberes del individuo para  
con la sociedad.
- 8.4. Deberes del Trabajador **para**  
con la sociedad.
9. El Trabajo
- 9.1. Concepto, elementos.
- 9.2. El trabajador: cualidades  
**físicas** y morales.



- 9.3. Los medios: **físicos, humanos, económicos.**
- 5.4. Rol del trabajador: En la empresa: con los superiores; con los compañeros.
- 9.5. Dimensión social del trabajo: Valores sociales.

10. Normas y Relaciones Humanas.

- 10.1. La ética profesional
- 10.2. Las normas de **comportamiento**.
- 18.3. BI. aseo: personal y del ambiente de trabajo
- 10.4. Las relaciones humanas
- 10.5. La **'amistad y el compañerismo.**

11. Las Drogas y sus **Problemas.**

- 11.1. Las drogas, clases
- 11.2. Problemas producidos por las drogas: de salud, **psíquicos-sociales.**
- 11.3: El alcoholismo
- 11.4. El tabaquismo

12. **Legislación** Laboral

- 12.1. Legislación Laboral.
- 12.2. **Legislación** Artesanal
- 12.3. La Ley
- 12.4. El Reglamento
- 12.5. El Artesano
- 12.6. **El maestro del taller**
- 12.7. El Obrero

- 12.8. El operario, el. aprendiz
- 12.9. La formación y capacita-  
ción profesional.
- 12.10. Agrupaciones gremiales:  
gremios, sindicatos, fede  
ración, asociación.
- 12.11. El contrato de trabajo:  
El contrato colectivo,  
contrato individual, di  
ferencia y semejanza eñ  
tre los diferentes ccn-  
tratos.
- 12.12. El contrato de aprendiza  
je: Características.
  - 12.12.1. Deberes y Dere-  
chos del aprendiz  
en el. centro in-  
dustrial.
  - 12.12.2. Deberes y Dere-  
chos del apren-  
diz en el taler  
o empresa.
  
- 13. El Seguro Social
  - 13.1. El IESS, entidad oficial -  
del servicio social para -  
el trabajador.
  - 12.2. Principales beneficios del  
IESS.
    - 13.2.1. Segurc de Cesantía,  
de viudez y orfan-  
dad.
    - 13.2.2. La jubilación
    - 13.2.3. Fondos de Reserva
    - 13.2.4. Préstamos Quirogra  
farios, préstamos  
hipotecarios.
  
- 14. **Elaboración de**  
documentos
  - 14.1. **El Informe**
  - 14.2. El Oficio

14.3. La sollicitud

14.4. La carta

14.5. El Currículum vitae



MODULO OCUPACIONAL II : Moldeo  
CONTENIDO MATERIA : Taller  
DURACION : 528 Horas  
CAP. PROGRAMA SINTETICO : PROGRAMA DETALLADO

- 1. Taller en arenas de moldeo.
  - 1.1. Características de las arenas usadas en el medio local.
  - 1.2. Propiedades de las arenas.
  - 1.3. Aglutinantes. Aplicación
  - 1.4. Aditivos. Aplicación
  
- 2. Operaciones en el Moldeo sin y con machos
  - 2.1. Preparar la arena de moldeo.
  - 2.2. Alistar máquinas mezcladora.
  - 2.3. Calcular cantidades de mezclas.
  - 2.4. Cargar y accionar máquinas.
  - 2.5. Tomar muestras de mezclas
  - 2.6. Hacer ensayos a la arena
  - 2.7. Descargar mezcladora
  - 2.8. Colocar placa y cajas de moldeo.
  - 2.9. Determinar sentido de moldeo.
  - 2.10. Apisonar **cajas** inferior
  - 2.11. Hacer respiraderos

- 2.12. Colocar sistemas de colada,
  - 2.33. Aislar juntas
  - 2.14. Apisonar cajas superior
  - 2 15. Tallar cabidades de embudos.
  - 2 16. Desmoldear
  - 2.17. Remoldear
  - 2.18. Moldeo con modelos partido
  - 2.19. Preparar arena para machos
  - 2.20. Hacer machos con **alma**
  - 2.21. Estufar machos
  - 2.22. Fijar machos en Portadas
  - 2.23. Centrado de machos
  - 2.24. Verificar espesores
  - 2.25. Cerrar **molde**
- 
- 3. Cajas de Machos
    - 3.1. Arenas y elementos utilizados.
    - 3.2. Ejecución, Construcción
    - 3.3. Machos en CO<sub>2</sub>
    - 3.4, Machos en aceite
- 
- 4. Tipos de Moldeo
    - 4.1. Moldeo con junta plana
    - 4.2. Moldeo con modelo partido y machos horizontal
    - 4.3. Moldeo junta plana con relieve en arena.
    - 4.4. Moldeo con partes desmontable.

- 4.5. Moldeo con caja falsa
- 4.6. Moldeo con relieve en ambas cajas.
- 4.7. Moldeo con relieve y cajas intermedias.
- 4.8. Moldeo con machos verticales y laterales.
- 4.9. Moldeo con relieve en ambas cajas, macho vertical y caja intermedia.
- 4.10. Moldeo con relieve reforzado.
- 4.11. Moldeo con relieve y partes desmontables
- 4.12. Moldeo con terraja
- 4.13. Moldeo con plantilla

. Moldes perma  
mentes (coqui  
llas).

5.1. Coquillas por gravedad

MODULO OCUPACIONAL II : Moldeo  
CONTENIDO MATERIA : Tecnología de la Especialidad  
DURACION : 66 Horas

CAP. PROGRAMA : PROGRAMA DETALLADO  
SINTETICO

1. Herramientas
  - 1.1. Tamices
  - 1.2. Atacadores
  - 1.3. Enrasadores
  - 1.4. Espátulas
  - 1.5. Alisadores
  - 1.6. Pisones
  - 1.7. Mazas
  - 1.8. Cepillos
  - 1.9. Palas
  - 1.10. Pulverizador
  - 1.11. @tras Herramientas
  
2. Bastidores o Cajas de Moldeo
  - 2.1.. Tamaños y clases
    - 2.1.1. Caja simple
    - 2.1.2. Caja compuesta
    - 2.1.3.. Caja adobera
    - 2.1.4. Sistemas de cierre
    - 2.1.5. Sistemas de guías
    - 2.1.6. Moldeo sin cajas
  
  - 2.2. Materiales para cajas.



2.3. Usos

3. Arenas de Moldeo

3.1. concepto

3.2. Constitución

3.3. Aglomerantes

3.3.1. Arcillosos. **Clasificación y constitución.**

3.3.2. Harinosos. Constitución.

3.3.3. Aceitosos. **Constitución y Características.**

3.3.4. **Sílicatos. Constitución. Características.**

3.3.5. Resinas **fenólicas y furánicas.**

3.3.6. Yesos y cementos. **Constitución, características.**

3.3.7. **Azúcares, Zucarosas, dextrinas.**

3.4. Humedad

3.5. Otros aditivos

3.5.i. Carbones

3.5.2. Grafico

3.5.3. Aserrfn

3.5.4. Aceites

3.6. Clasificación de las arenas según su uso.

3.6.1. Frenas en verde

3.6.2. Arenas en seco o **estufadas**

3.6.3. Arenas de contacto

3.6.4. Arenas de relleno

...

3.7. Clasificación según su con-  
posición.

3.7.1. Arenas naturales

3.7.2. Arenas sintéticas

3.8. Propiedades de las arenas

3.8.1. Permiabilidad

3.8.2. Refractabilidad

3.8.3. Plasticidad

3.8.4. Colabilidad

3.8.5. Contracción

3.8.6. Propiedades mecánicas.

3.9. Control de arenas

3.9.1. Análisis de humedad

3.9.2. Análisis de arcilla

3.9.3. Análisis granulométrico.

3.9.4. Análisis de permiabilidad.

3.9.5. Análisis de plasticidad.

3.9.6. Refractabilidad

3.9.7. Ensayos mecánicos

3.10. Arenas en bases de silicato

3.10.1. Composición

3.10.2. Influencia de los  
elementos en las  
propiedades.

4. Preparación  
de Arenas

4.1. Arenas naturales

4.2. Arenas Sintéticas

4.3. Preparación manual de las  
arenas.

4.4. Preparación a máquina de  
las arenas.

5. Mezclas para  
Machos-

- 5.1. Propiedades requeridas
- 5.2. Máquinas soplaóoras de machos.
- 5.3. Materiales
- 5.4. Cajas de machos
- 5.5. Recomendaciones en la construcción de machos.

6. Estufas. Secado  
de Moldes. Hornos.

- 6.1. Para moldes
- 6.2. Para machos
- 6.3. Hornos para tratamientos

-MODULO OCUPACIONAL II : Moldeo  
CONTENIDO MATERIA : Tecnología de materiales  
DURACION : 44 Horas

CAP. CONTENIDO SINтетICO : CONTENIDO DETALLADO

1. Máquinas Simples : 1.1. Palancas  
1.2. Plano inclinado y tornillos  
1.3. Poleas y polipastos
2. Hidrostática : 2.1. Concepto  
2.1.1. Presión y densidad  
2.1.2. Presión atmosférica  
2.2. Presión de un líquido  
2.2.1. Aplicaciones de la ecuación fundamental  
2.2.2. Vasos comunicante:  
2.2.3. Principio de Pascal.  
2.3. Principio de Arquímedes  
2.4. Manómetros
3. Temperatura y dilatación : 3.1. Conceptos  
3.1.1. Escalas termométricas  
3.2. Dilatación de los sólidos.

3.3. Dilatación de los líquidos

4. **Energía**  
Térmica,

: 4.1. Calor como **energía**

4.2. Transmisión del calor

4.3. Capacidad térmica y calor específico.

4.4. Calor de combustión

4.5. Calor de fusión

5. Cambios de Estado

5.1. Sólidos, **líquidos** y gases

5.2. **Fusión** y solidificación

5.3. **Vaporización** y condensación

5.4. **Sublimación**

6. Soluciones Químicas

6.1. Concepto

6.1.1. Tipos de soluciones

6.1.2. Propiedades de las soluciones.

6.2. Medidas de concentración

6.2.1. Física (Fracción en peso, % en peso).

6.2.2. Química (Fracción molar, relación molar)

6.3. Equilibrio químico

6.3.1. Concepto y deducción

6.3.2. Ejercicios

6.4. Constante de disociación

6.4.1. Concepto

6.4.2. Aplicaciones y **ejercicios**.

6.5. Indicadores (pH)      4

6.5.1. Concepto

6.5.2. Aplicación

6.5.3. Clases de indicadores.

**MODULO OCÚPACIONAL II** : Moldeo  
**CONTENIDO DE MATERIA** : Dibujo Técnico  
**DURACION:** 66 Horas

**CAP. PROGRAMA SINTETICO** : PROGRAMA DETALLADO

1. Cortes :
  - 1.1; Definición
  - 1.2. Corte horizontal y **verti**cal.
  - 1.3. Medio Corte
  - 1.4. Ejercicios de corte
  - 1.5. Corte parcial
  
2. Dibujo de Pernos y Tuercas.
  - 2.1. Normas de construcción: interior y exterior.
  - 2.2. **Representación gráfica**
  - 2.3. **Representación simbólica**
  - 2.4. Aplicaciones
  - 2.5. Símbolos de tornillos y remaches.
  
3. **Representación** de Engranajes
  - 3.1. Designación de los **engra**najes.
  - 3.2. Trazado, nomenclatura, -acotamiento.
  - 3.3. Ejercicios de aplicación
  
4. Simbolos de **Aca**bado **Superficial**
  - 4.1. Tolerancias
  - 4.2. Rugosidad. Concepto. **Sím**

bolos.

4.3. Ejercicios de **aplicación**

5. Trazado a Mano Alzada

5.1. Importancia

5.2. Trazado de piezas para **evitar** rechupes.

5.3. Trazado de piezas para **disminuir** tensiones y **deformaciones**.

5.4. Ejercicios de diseño de piezas para **fundición**.

6. **Piezas** Simétricas

6.1. Medias vistas

6.2. Medias vistas y cortes; **acotaciones**.

6.3. Piezas con nervaduras

7. Perspectiva a Mano Alzada

7.1. Cortes, acotamientos

7.2. Cortes, acotamientos de **piezas** con brazos.

8. Lectura de Planos

8.1. Conjuntos y **despiece**

8.2. Ejercicios con conjuntos de **piezas** fundidas.

8.3. Interpretación de planos.



MODULO OCUPACIONAL II : Moldeo  
CONTENIDO MATERIA : Cálculo Técnico  
DURACION : 44 Horas

CAP. PROGRAMA  
SINTETICO : PROGRAMA DETALLADO

1. **Volúmenes** :
  - 1.1. Volúmenes de cuerpos **rectos**. Unidades
  - 1.2. Volúmenes de cuerpos **cilíndricos**.
  - 1.3. Volúmenes de cuerpos **esféricos**.
  - 1.4. Volúmenes de cuerpos **elípticos**.
  - 1.5. Volúmenes de cuerpos con vértices y truncados.
  
2. **Cálculo de material** :
  - 2.1. Cálculo de la **masa**. Unidades.
    - 2.1.1. **Relación** de peso y Volúmen de **sólidos**
  - 2.2. Cálculo de material
    - 2.2.1. **Construcción** de cuerpos **cilíndricos**.
    - 2.2.2. Construcción de cuerpos **esféricos**.
    - 2.2.3. **Construcción** de cuerpos **elípticos**.
    - 2.2.4. Consumo de metal **según** moldes.
    - 2.2.5. **Cálculo** del peso de arena para un molde.

- 3. Dilatación  
**Térmica**
  - 3.1. Medidas de contracción y dilatación.
    - 3.1.1. En piezas fundidas.
    - 3.1.2. Cantidad de metal - útil.
  
- 4. Fuerza y Presión
  - 4.1. Fuerza. Definición. Unidades.
    - 4.1.1. Segunda Ley de Newton
    - 4.1.2. Peso
  
  - 4.2. Presión. Concepto. Unidades.
    - 4.2.1. Presión atmosférica' y absoluta.
    - 4.2.2. Presión de líquidos.
    - 4.2.3. Presión de gases.
  
- 5. Trabajo y Potencia
  - 5.1. Conceptos. Unidades
  - 5.2. Poleas sin considerar **fricción**.
  - 5.3. Plano inclinado sin **fricción**
  - 5.4. Potencia de corte
  
- 6. Calor
  - 6.1. Concepto. Relaciones. **Unidades**.
  - 6.2. Capacidad térmica **especfi-ca**.
  - 6.3. Cantidad de calor.
    - 6.3.1. Calor total de **fusión** recalentamiento que se utiliza para fundir un metal.
  
  - 6.4. Calentamiento y consumo de

combustible.

6.5. Balance térmico y rendimiento del cubilote.

6.5.1. Producción horaria del cubilote en función de la Sección.

MODULO OCUPACIONAL II : 'Moldeo  
CONTENIDO MATERIA : Metalurgia  
DURACION : 66 Horas  
CAP. PROGRAMA : PROGRAMA DETALLADO  
SINTETICO

1. **Introducción** :
  - 1.1. Concepto y **división** de -  
la Metalurgia
  - 1.2. La **Metalografía** o micro-  
copla.
    - 1.2.1. Procedimientos y  
su objetivo.
    - 1.2.2. Ejemplos de **fotomi-  
crografías**.
  
2. **Estructura y  
Cristalina de  
los metales** :
  - 2.1. Estructura metálica
  - 2.2. Estructura cristalina
    - 2.2.1. La estructura cú-  
bica centrada en  
el cuerpo.
    - 2.2.2. La estructura cú-  
bica centrada en  
las caras.
  - 2.3. Los tres estados de la  
materia.
    - 2.3.1. **Descripción** del  
mecanismo de **cris-  
talización**.
  - 2.4. Defectos cristalinos: va  
**cancia** e intersticial --
  - 2.5. **Explicación** de **macrodefec-  
tos** en piezas coladas.

...

2.6.. El porqué del tamaño de **grano** en una pieza colada.

3. Deformación **Plástica**

3.1. **Introducción**

3.1.1. Descripción de la **de**formación temporal (**elást.**).

3.1.2. Descripción de la **de**formación permanente (**plástica**)

3.1.3. Aplicaciones

3.2. Deformación **plástica** por **deslizamiento**

3.3. **Fractura**

3.3.1. **Fractura frágil**

3.3.2. **Fractura dúctil**

3.4. El trabajo en **frío** afecta las propiedades del metal

4. Recocido y **Trabajado**

4.1. **Introducción**

4.2. Qué es el recocido para **aliviar** tensiones?.

4.3. Recristalización. Temperatura de **recristalización**.

4.4. Los efectos del recocido sobre las propiedades.

4.5. **Descripción** del trabajado en calientes.

5. Diagramas de **fase**

5.1. **Introducción**

5.1.1. Coordenadas en **los** diagramas de **Pase**.

5.2. **Método** para construir el

diagrama de fase.

5.3. Diagrama hierro-carburo de hierro.

5.4. Definición de las estructuras que aparecen en el diagrama Fe - Fe<sub>3</sub>C.

5.4.1. Cementina

5.4.2. Austenita

5.4.3, Ferrita

5.4.4. Perlita

5.4.5. Ledeburita

6. **Constitución** de las aleaciones

6.1. Definiciones: **aleación**, sistema binario, sistema ternario.

6.2. Clasificación de las aleaciones: Homogéneas (**uniforme**) y mezclas.

6.3. Soluciones **sólidas**

6.3.1. **Solución** sólida sustitucional.

6.3.2. Solución sólida intersticial.

7. Metales y Aleaciones no ferrosas

7.1. Los metales y aleaciones no ferrosas más importantes.

7.2. Cobre

7.2.1. Aleaciones de cobre (latones y **bronces**)

7.3. Aluminio

7.3.1. Aleaciones de Al -Cu.

7.3.2. Resistencia a la **corrosión** de estas **aleaciones**.

7.4. Plomo. Propiedades y aplicaciones.

7.4.1. Aleaciones al plomo

7.5. Zinc. Usos

7.5.1. Aleaciones al zinc (**zamak**)

1	crisol p no ferr.	Combustibles	no ferrosos	Accidentes	resistencia de materiales	Introducción a las bases Teor. orgn.
2	" " "	"	" " " "	Origen de los Accidentes	" " "	" " "
3	" " "	"	" " " "	" " "	Esfuerzo Cortante	Organización de un taller de fund.
4	" " "	Refractarios	" " " "	Seguridad en deo	mol- " " "	" " "
5	" " "	"	" " " "	" " "	Torsión	Contabilidad General
6	" " "	Principios de Termodinámica	Minerales de hierro	" " "	Tensión	" "
7	" " "	"	" " " "	" " "	" " "	" "
8	Taller sobre función del cubilote	Principios de combustión	Información - Básica del acero	Operación del horno de crisol	Esfuerzo deformación por temperat.	" "
9	" "	"	" " " "	" " "	" " "	" "
10	" "	"	" " " "	Operación del Cubilote	Esfuerzo por fati.	costos
11	" "	Principios de transferencia de calor	Materiales de Fundición	" " "	" " "	" " "
12	" "	" "	" " " "	" " "	Ensayos de Taller	" "
13	" "	Hornos para fundir metales	" " " "	Operación del Horno de Inducción	" " "	" "
14	" "	" "	" " " "	" " "	" " "	" "

arios  
 stmien  
 ble  
 etálicas  
 or y ven  
 fusión  
 atura  
 recibido  
 cucharas  
 sificar  
 mpieza



MODULO OCUPACIONAL III : **Fundición**

CONTENIDO MATERIA : Taller

DURACION : 576 Horas

CAP. PROGRAMA :  
SINTETICO : PROGRAMA DETALLADO

1. Taller sobre horno de crisol para no-ferrosos.
  - 1.1. Preparar refractarios
  - 1.2. Reconstruir revestimiento.
  - 1.3. Alistar combustible
  - 1.4. Alistar cargas metálicas
  - 1.5. Fijar crisol
  - 1.6. Verificar quemador y ventilador.
  - 1.7. Encender el horno
  - 1.8. **Precalentar** horno
  - 1.9. Cargar y conducir **fusión**
  - 1.10. Recargar el horno
  - 1.11. Alear
  - 1.12. Controlar temperatura
  - 1.13. Alistar cuchara recibidora.
  - 1.14. Extraer el crisol
  - 1.15. Bascular horno
  - 1.16.** Disponer de portacucharas
  - 1.17. Desoxidar y desgasificar
  - 1.18. Colar moldes y limpieza del horno.

2. Taller sobre función del cubilote.
  - 2.1. Preparación del horno
    - 2.1.1. Preparar mezcla **refrac**taria.
    - 2.1.2. Construir **revestimien**to y piso.
    - 2.1.3. Alistar equipos de **co**lada.
    - 2.1.4. Reparar canal de **cola**da y escoria.
  - 2.2. Preparación de cargas
    - 2.2.1. Selección de cargas **me**tdlicas.
  - 2.3. Preparar encendido
    - 2.3.1. Iniciar **combustión** en el cubilote.
  - 2.4. Control del horno
    - 2.4.1. Rectificador altura de cama de coque.
    - 2.4.2. Cargar cubilote
    - 2.4.3. Regular cantidad de aire.
  - 2.5. Fusión
    - 2.5.1. Iniciar **fusión**
    - 2.5.2. **Adición** de ferroaleaciones.
    - 2.5.3. Sangrar horno
    - 2.5.4. Controlar tobera
    - 2.5.5. **Descoriar**
    - 2.5.6. Suspender inyección de aire.
  - 2.6. Vaciado manual y **mecánico**
  - 2.7. Desfondar y enfriar horno
  - 2.8. Desbarbado de piezas
  - 2.9. Estudio de las piezas fundidas

3. Taller sobre operación horno de **inducción**
  - 3.1. Preparación del horno (**re-**fractario y revestimiento)
  - 3.2. Preparar cargas
  - 3.3. Verificación y control de mandos eléctricos
  - 3.4. Control del proceso' de **fu-**sión (baño, temperatura, adiciones).
  - 3.5. Colado manual y **mecánico**
  - 3.6. Enfriamiento del horno
  - 3.7. Estudio de las piezas **cola**das.

MODULO OCUPACIONAL III : **Fundición**  
CONTENIDO MATERIA : Tecnología de la Especialidad  
DURACION : 96 Horas

CAP. **PROGRAMA SINTETICO** : PROGRAMA DETALLADO

1. Combustibles :
  - 1.1. Concepto
  - 1.2. Comburentes
  - 1.3. Clases de combustibles
    - 1.3.1. Combustibles **sólidos.**
    - 1.3.2. Combustibles **líquidos.**
    - 1.3.3. Combustibles **gaseosos.**
  - 1.4. Poder **Calorífico**
  - 1.5. Punto de inflamación
  - 1.6. Combustibles en **Fundición**
  - 1.7. Fundentes
  
2. Refractarios :
  - 2.1. Concepto
  - 2.2. Clases de refractarios
    - 2.2.1. Propiedades, **cons**  
**titución.**
  - 2.3. Ladrillos refractarios
    - 2.3.1. **Clases**
    - 2.3.2. Usos
  - 2.4. Cementos y morteros

- 2.4.1. Clases
  - 2.4.2. **usos**
  
- 3. Principios de Termodinámica
  - 3.1. Conceptos básicos de **termodinámica**.
  - 3.2. Primera ley de **termodinámica**.
  - 3.3. Aplicaciones
  
- 4. Principios de **Combustión**
  - 4.1. Conceptos básicos
  - 4.2. Combustión de combustibles usados en fundición.
  - 4.3. Calores latentes
  
- 5. Principios de Transferencia de calor
  - 5.1. Transferencia de calor **por radiación**
    - 5.1.1. **Relaciones**
    - 5.1.2. Aplicaciones
  - 5.2. Transferencia de calor por convección
    - 5.2.1. Relaciones
    - 5.2.2. Aplicaciones
  - 5.3. Transferencia de calor por **conducción**.
    - 5.3.1. Relaciones
    - 5.3.2. Aplicaciones
  
- 6. Hornos **para Fundir Metales**.
  - 6.1. Generalidades
  - 6.2. Hornos de crisol
    - 6.2.1. **Descripción detallada de partes.**

6.2.2. Detalles de **operación**

6.3. Hornos de inducción de **ba-**  
ja y alta frecuencia

6.3.1. **Descripción detalla**  
**da** de partes

6.3.2. Potencia y consumo

6.3.3. Aplicaciones

6.3.4. Detalles de **operación**

6.4. Breve **descripción** de los -  
hornos eléctricos de arco.

6.4.1. Clasificación

7. Técnica **Fusoria**  
de no férreos

7.1. Fundición de aleaciones de  
Cu.

7.1.1. Aleaciones de cobre  
y estaño (bronce)

7.1.2. **Aleaciones** de cobre  
y zinc (latones)

7.1.3. Aleaciones de cobre  
y aluminio (**bronces**  
de Al.).

7.1.4. **Fusión** y colada de  
las piezas de alea-  
ción de cobre.

7.1.5. Defectos de las **alea**  
**ciones** de cobre.

7.2. Fundición de las aleaciones  
de aluminio

7.2.1. Características **fuso**  
**rias** de las **diferen-**  
**tes** aleaciones de -  
aluminio.

8. **Solidificación,**  
**Desmoldeo y De**  
**fectos de Fun**  
**dición.**

8.1. **Solidificación y enfriamien**  
**to.**

8.2. Desmoldeo

8.2.1. Limpieza y acabado

8.3. Defectos. **Clasificación**

8.3.1. Defectos en el exte  
rior

8.3.2. Defectos en el inte  
rior de la pieza.

9. Funcionamiento del  
Cubilote,

9.1. Descripción detallada de -  
partes

9.2. Guía práctica de la **conduc**  
**ción** del cubilote (**de colā**  
**da discontinua**).

9.2.1. Revestimiento

9.2.2. Reparación de la so  
lera

9.2.3. Encendido

9.2.4. Carga

9.2.5. **Pre calentamiento** de  
la solera y del equi  
po de colada

9.2.6. **Fusión**. Picadas del  
cubilote-taponado.  
**Desescoriado**

9.2.7. Cambios de lechos de  
**fusión**

9.2.8. Control de la fusión

9.2.9. **Fín** de la fusión.  
Deshornado

9.2.10. Incidentes del Fun-  
cionamiento

9.3. Sistemas de carga del **cubi-** ,  
lote

9.3.1. Ventajas de sistemas  
**mecánicos**

9.4. **Cálculo** de las cargas del  
cubilote

9.5. **Controle5 físicos y químicos**

9.5.1. Control del sopládo

9.5.2. Control de la tempe  
ratura.

9.5.3. Control del carbono  
equivalente.



MODULO OCUPACIONAL III : **Fundición**

CONTENIDO MATERIA : **Tecnología** de materiales

DURACION : 96 Horas

CAP. PROGRAMA : **PROGRAMA DETALLADO**  
SINTETICO

1. Materiales  
**Métalicos**  
no Ferrosos
  - 1.1. Metales ligeros
    - 1.1.1. Aluminio. Aleaciones.
    - 1.1.2. Magnesio. Aleaciones.
  - 1.2. Metales pesados
    - 1.2.1. Cobre. Aleaciones y aplicaciones
    - 1.2.2. Zinc. Aleaciones y aplicaciones
    - 1.2.3. Estaño. Aleaciones y aplicaciones
    - 1.2.4. Plomo. Aleaciones y aplicaciones
  - 1.3. Provisión y clasificación de materias primas locales
2. Minerales de Hierro
  - 2.1. Combinaciones en el mineral de hierro
  - 2.2. Alto horno
    - 2.2.1. Proceso
    - 2.2.2. Productos
3. **Información Básica del acero**
  - 3.1. Diversas calidades
    - 3.1.1. Aceros aleados y no aleados.

3.1.2. Los componentes modi  
can las propiedades

3.2. Procedimientos de obtención  
del. acero. Procedimientos  
'de afino.

3.2.1. Procedimiento de  
inyección del oxígeno  
no

3.2.2. Procedimiento Siemens  
Martin

3.2.3. Procedimiento eléc-  
trico

3.2.4. Procedimiento de re  
fundición

3.3. Propiedades y clasifica-  
ción de los aceros de fun-  
dición

4. Materiales de  
Fundición

4.1. Obtención, propiedades, -  
aplicación del hierro cola  
do

4.2. Fundición gris

4.2.1. Técnica fusoria

4.3. Fundición maleable

4.4. Fundición nodular

4.5. Hierro fundido blanco

4.6. Contracción del material  
fundido

4.6.1. Medidas de contrac-  
ción

4.7. Materias primas para fundi-  
ción gris

4.7.1. Chatarra

4.7.2. Coque

- 5. Tratamientos térmicos :
  - 5.1. Diagrama hierro-carbono
  - 5.2. Medios de calentamiento y enfriamiento
  - 5.3. Temple y revenido
    - 5.3.1. Temple superficial
  - 5.4. Recocido
  - 5.5. Tratamiento térmico de la fundición
    - 5.5.1. Tratamientos de maleabilización
  - 5.6. Deficiencias en los tratamientos térmicos
    - 5.6.1. Diseño para un tratamiento térmico exitoso
  
- 6. Corrosión
  - 6.1. Tipos. Cuadro sinóptico.
  - 6.2. Corrosión química
  - 6.3. Corrosión electroquímica
  - 6.4. Corrosión de contacto
  - 6.5. Corrosión intercristalina
  - 6.6. Protección de la corrosión
    - 6.6.1. Preparación de superficies
    - 6.6.2. Recubrimientos galvánicos
    - 6.6.3. Recubrimiento pulverizados
    - 6.6.4. Recubrimientos plásticos

- 7. Lubricantes  
Refrigerantes
  - 7.1. Conceptos. Tipos de lubricante<sup>5</sup>
  - 7.2. Dispositivos de lubricación
  - 7.3. Aceite de corte, emulsiones
  
- 8. Materiales Abrasivos
  - 8.1. Conceptos. Cuadro sinóptico de especificación
  - 8.2. Muelas. Descripciones comerciales
  - 8.3. Diferentes formas de materiales abrasivos

MODULO OCUPACIONAL	III	:	FUNDICION
CONTENIDO MATERIA		:	Mantenimiento / Seguridad Industrial
DURACION		:	43 Horas
CAP. PROGRAMA SINTETICO		:	Programa Detallado
1.	La Prevención de Accidentes	:	1.1. Introducción 1.2. Principios fundamentales 1.3. Definiciones 1.4. Secuencia de los accidentes 1.5. Causas de los accidentes 1.6. Equipos de protección personal
2.	<b>Origen de los Accidentes</b>	:	2.1. Generalidades 2.2. Explicación de la razón 1 -- 29 ~ 300 2.3. Definición y explicación de la <u>prevención</u> de <u>accidentes</u> . 2.4. Identificación de las <u>causas</u> de los accidentes 2.5. Accidentes previsibles 2.6. Análisis de riesgos
3.	<b>Seguridad en Moldeo</b>	:	3.1. <b>Precauciones con los bastidores</b> 3.2. Cuidados con el manejo de:

atacador.

- 3.3. Cuidados con herramientas - corto punzantes
- 3.4. Precauciones con **levantamien**to de cajas
- 3.5. Precauciones con las estufas
- 3.6. Accidentes por humedad de **ma**chos
- 3.7. Prevención de **cáidas**.
- 3.8. Almacenamiento de cajas 'y modelos
- 3.9. Prevención de quemaduras
- 3.10. **Protección** de los ojos
- 3.11. **Utilización** de guantes
- 3.12. Botas de Seguridad
- 3.13. Riesgos de **Exploción**
- 3.14. Riesgos de incendios
- 3.15. Protección de **vías** respiratorias
- 3.16, Riesgos con cargas **suspendi**das
- 3.17. Orden y aseo
- 3.18. Máquinas moldeadoras
- 3.19. Mezcladoras
- 3.20. Pisones neumáticos

**Operación del**  
**Horno de Cri**  
**sol**

- 4.1. Usos de elementos de **protec**ción
- 4.1. **Cuidados en el encendido del** horno
- 4.3. Cuidados con elementos ca-

lientes.

- 4.4. Precauciones en las **adiciones**
- 4.5. Combustibles usados
- 4.6. Metal fundido sobre humedad

5. Operación del Cubilote

- 5.1. Observación visual del **baño**
- 5.2. Los gases del tragante
- 5.3. Cuidados al taponar el **cubilote**
- 5.4. Cuidados con el manejo de chatarras
- 5.5. La **escoriación** del cubilote
- 5.6. Cuidados al cruzar tobetas
- 5.7. Enfriamiento del horno
- 5.8. Mantenimiento del revestimiento
- 5.9. Cuidados con la preparación del equipo

6. **Operación** del Horno de **Inducción**.

- 6.1. Estado del aislamiento
- 6.2. Los controles eléctricos
- 6.3. La refrigeración de la bobina
- 6.4. Cuidado con los conductores eléctricos
- 6.5. La sobrecarga del horno
- 6.6. Cuidado con las adiciones
- 6.7. **Precauciones en la colada**
- 6.8. Cuidado con los elementos de la colada

- 7. Mantenimiento
  - 7.1. Introducción al mantenimiento, importancia
  - 7.2. Limpieza y lubricación
    - 7.2.1. De maquinaria
    - 7.2.2. De motores
  - 7.3. Organización del mantenimiento
    - 7.3.1. Fichas de mantenimiento
  - 7.4. Tipos de mantenimiento
    - 7.4.1. Correctivo
    - 7.4.2. Preventivo
    - 7.4.3. Programado
    - 7.4.4. Por avería
  - 7.5. Mantenimiento de hornos y crisoles
- 8. Planificación del Mantenimiento
  - 8.1. Datos para la planificación del mantenimiento
  - 8.2. Planificación a corto plazo
  - 8.3. Planificación anual
- 9. prevención de Incendios
  - 9.1. Producción del fuego. Elementos
  - 9.2. Clasificación de los incendios
  - 9.3. Clases de extintores
  - 9.4. Cómo prevenir incendios
- 10. Primeros Auxilios
  - 10.1. Generalidades
  - 10.2. Respiración de salvamento
  - 10.3. Botiquín de primeros auxilios.



10.4. Quemaduras

10.5. Traumatismo

•  
•

•

•

• • •

MODULO OCUFACIONAL III : FUNDICION

CONTENIDO MATERIA : ENSAYOS MECANICOS

DURACION : 48 Horas

CAP. PROGRAMA : PROGRAMA DETALLADO  
SINTETICO

1. Nociones sobre Resistencia de Materiales.
  - 1.1. Introduucción
  - 1.2. Esfuerzo y **deformación**
  - 1.3. Clases de deformaciones
  
2. Esfuerzo Cortante
  - 2.1. Concepto y relaciones
  - 2.2. Problemas **de** aplicación
  
3. **Torsión**
  - 3.1. Conceptos y relaciones
  - 3.2. Ejercicios de aplicación
  
4. **Tensión**
  - 4.1. Esfuerzo de tensión: Concepto y relaciones
  - 4.2. Diagrama tensión -- **deformación**
  - 4.3. Problemas de aplicación
  
5. Esfuerzo de Deformación por Temperatura.
  - 5.1. Concepto, relaciones, ejemplos prácticos
  - 5.2. Ejercicios

- 6. Esfuerzo por Fatiga
  - 6.1; Concepto, relaciones y situaciones de fallas
  - 6.2. Ejemplos y ejercicios de aplicación
  
- 7. Ensayos de Taller
  - 7.1. Ensayo práctico de la chispa.
  - 7.2. Ensayo práctico de rotura
  - 7.3. Ensayo práctico de sonido
  - 7.4. Ensayo práctico de dureza
  
- 8. Ensayos Destructivos
  - 8.1. Ensayo de tracción
  - 8.2. Ensayo de dureza
  - 8.3. Ensayo de impacto
  - 8.4. Ensayo de compresión
  - 8.5. Laboratotio de cada uno de estos ensayos
  
- 9. Ensayos no Destructivos
  - 9.1. **Importancia y aplicación**
  - 9.2. Ensayos de rayos X
    - 9.2.1. Radiografía
  - 9.3. Ensayos con ultrasonidos
    - 9.3.1. Producción y detección de los ultrasonidos
  - 9.4. Ensayos con tintas penetra-  
tes
  - 9.5. Ensayos con partículas magnéticas.

- MODULO OCUPACIONAL IV : FUNDICION
- CONTENIDO MATERIA : ORGANIZACION Y ADMINISTRACION DE TALLER
- DURACION : 48 Horas
- CAP. PROGRAMA SINTETICO : Programa-.detallado
1. Introducción a Bases Teóricas de **Organización**
    - 1.1. Conceptos **básicos** de la Organización
    - 1.2. Diferentes tipos de taller
      - 1.2.1. Taller elemental
      - 1.2.2. Taller profesional
      - 1.2.3. Taller profesional con especialistas
      - 1.2.4. Gran Taller
  2. Organización de un Taller de Fundición
    - 2.1. Importancia de la fundición en el factor industrial
    - 2.2. Condiciones para el desarrollo de la fundición en el país.
    - 2.3. Estructuración de un Taller en fundición
      - 2.3.1. Cuadros de mando de un taller de fundición
  3. Contabilidad General
    - 3.7. Objetivos
    - 3.2. Registros
      - 3.2.1. Contables
      - 3.2.2. No contables

- 3.3. Contabilidad del tailer
  - 3.3.1. Libro diario
  - 3.3.2. Libro mayor
- 3.4. Kardex
  
- 4. Costos
  - 4.1. Definiciones
  - 4.2. Costo directo
    - 4.2.1. Materiales directos
    - 4.2.2. Mano de Obra **directo**
  - 4.3. Costos indirectos
    - 4.3.1.. Gastos de **administración**
    - 4.3.2. Gastos de ventas
    - 4.3.3. **Gastos** financieros
    - 4.3.4. Gastos de **fabricación**
  - 4.4. Ejemplos **númericos** de costos de producción
  
- 5. Rentabilidad
  - 5.1. Cálculo demostrativo
  - 5.2. Cuadro de rentabilidad
  - 5.3. Máquinas rentables. **Producción en serie**
  - 5.4. Incidencia de **costos** fijos en precios **unitarics**
  
- 6. Productividad
  - 6.1. **Reducción** de costos
  - 6.2. Relación entre nivel de **vi**da y productividad
  - 6.3. Reducir tiempos **improductivos**
  - 6.4. **Cronometraje y Valoración**

del ritmo de trabajo.

7. Distribución del  
Lugar de Trabajo

7.1. **Distribución en planta**

7.1.1. Posiciones optimas  
de trabajo

7.1.2. **Areas** de trabajo.  
Distribución física.

7.1.3. **Distribución** de sec-  
ción modelaje

7.1.4. Distribución de **sec**  
**ción** moldeo

7.1.5. **Distribución** de **sec**  
**ción** fusión de **metales.**

7.2. Ejemplos de instalaciones  
mecanizadas

### 2.3.3. Duración de la Carrera y del Programa.

La mayoría de las personas que laboran como modeleros, ayudantes, moldeadores, horneros y afines en las fundiciones misceláneas no han logrado egresar de la secundaria, es un grupo humano predominantemente joven y su grado de instrucción está entre la culminación de la primaria y cuarto curso de cologio en educación formal. De allí que estos parámetros compaten los requisitos de ingreso y elección de participantes, más la consideración de experiencia en la rama. Pero tales aspectos también participan en la estimación del periodo de entrenamiento, esto es, en la duración de cada programa modular y en la carrera en general. .

Por la experiencia de SECAP, para conducir un aprendizaje con la base mencionada, se emplean cursos de veinte y dos (22) semanas efectivas de clase, que incluyen cuarenta (40) horas pedagógicas de instrucción cada semana. Para este caso, se han estimado necesarios dos módulos iniciales de veinte y dos (22) - semanas y un tercer módulo de mayor duración por ser el de superior exigencia en lo pertinente a prácticas de taller.

Así, la carrera dividida en tres niveles, conlleva una extensión en tiempo de formación igual a sesenta y ocho (68) semanas completas de clases. Cada **semana repartida** en veinte y cuatro (24) horas de taller, catorce (14) de teoría y dos (2) de recreación; cada hora es de cuarenta y cinco minutos (45).

Por tanto. **se estima** que esta **distribución** responde a las exigencias y demanda de conocimientos de la mano de obra para su calificación en la especialidad de fundición, siendo una estimación. resultante del análisis ocupacional y con base en el grado de aprendizaje **teórico mínimo** para la comprensión de los fenómenos involucrados y del proceso global.

De otra parte, transcurridos dos años desde la inauguración del programa de entrenamiento (puesta en marcha del proyecto) egresarán treinta (30) o cuarenta (40) **técnicos** anualmente, según que los matriculados sean en **grupos** de quince (15) o veinte (20) personas. Consecuentemente, al concluir la última década del presente siglo apenas se **habría** logrado la formación



de doscientos cuarenta (240) personas para los puestos de trabajo a nivel nacional. Luego, es posible relacionar y justificar la **duración** de la carrera frente a la necesidad peculiar del sector. En **comple**mento se anota que **otrcs** cursos de menor duración y objetivos puntuales **entrarían** en consideración como opciones de entrenamiento **y** mejor aprovechamiento del taller.

### CAPITULO III

#### PROYECTO DE PLANTA PILOTO

Corresponde ahora la proyección de un local donde se **lle**vará a cabo la transferencia de un Programa Educacional, esto es, la concepción armónica entre el taller piloto de fundición y los programas de aprendizaje **básicos propues**tos.

Una interrogante inicial es, ¿Qué medidas se requieren y qué **características** tendrán las diferentes breas para un máximo de utilidad?. Por ello se menciona:

a) Zonas **de** trabajo o sectores que deben entrar en **funcio**namiento dentro de la planta: Oficina de instructores, laboratorio de control de arenas, laboratorio de **prue**bas **químicas** y metalografía, zona de almacenamiento de arenas, zona de almacenamiento de materiales metálicos y carbón coque, sección macherla, **sección** moldeo, **sección** fusión, **sección** limpieza y rebarba, **bode**ga de piezas terminadas, bodega de modelos y **herramien**tas del moldeo y colada, **depósito** de cajas, vestuarios y lavatorios.

b) Zonas de trabajo o sectores para equipos agregados progresivamente, cuya instalación sirva para el dictado de nuevos Cursos de **Capacitación** (**Preparación** de arenas en planta, Fabricación de aceros en horno **eléctri**

co de arco, por ejemplo).'

“,

Para cubrir los programas de Modelería, Moldeo y **Fundi-**  
**ción** descritos en el **capítulo** dos, es necesario **comple-**  
tar las zonas de trabajo o sectores ya mencionados, con  
aquellos que actualmente son disponibles en el Centro de  
Formación Industrial del Litoral (CERFIL), como es el **ca**  
so de: aulas de clases **teóricas**, taller completo de car  
pintería, sala de dibujo técnico, laboratorio de ensayos  
**mecánicos** (dureza, Charpy, **tensión**), taller mecánico (tor  
nos, fresadoras, limadoras), taller de soldadora eléctri  
ca y oxiacetilénica, equipos audiovisuales.

Por lo tanto, la **ejecución** de la carrera tecnológica de  
fundición en CERFIL-SECAP requiere de una Planta Piloto  
adaptada a los programas detallados del Módulo II (Moldeo)  
y Módulo III (Fundición), con capacidad para 16 a 20 **per**  
**sonas** (participantes e instructores), **según** normas del  
SECAP para el dictado de cursos. Consecuentemente la  
planta piloto se caracterizará por:

1. Facilitar la **práctica** y **demostración** de las materias -  
**tales** como: Taller de moldeo, **Tecnología** de la Especia-  
lidad, Metalurgia, Taller de Fundición, **Tecnología** de  
materiales, Ensayos **mecánicos**, Seguridad Industrial /  
Mantenimiento.
2. Mantener una disposición que **simplifique** el flujo de  
materiales dentro de la planta, conllevando **relación**

con los procesos, y también con los esquemas propios de la enseñanza (trabajos demostrativos y producciones bajas), pero además, -cuando convenios o **condiciones** especiales lo requieran- adaptarse a producciones medianas.

3. Dejar opción a la implementación de procesos **mecánicos** y nuevos equipos para futuros cursos.
4. Observar caracteres influyentes en el proceso **enseñanza-aprendizaje** como son el climático, **iluminación** y energéticos, mds condiciones de seguridad en todo momento; también se atenderá las facilidades correspondientes para 20 personas.

Merece destacarse lo relacionado al **Módulo** Ocupacional de **Modelería**, en función de las condiciones presente del Taller de este **módulo** dentro de la carrera **tecnológica**. Todo lo correspondiente a las tareas de taller, es decir, **Metrología Básica**, **práctica** con materiales y herramientas manuales para **carpintería**, operación de máquinas **básicas** en **carpintería**, acabados de la madera y **construcción** de modelos de primero, segundo y tercer grado de complejidad, pueden llevarse a cabo en las instalaciones completamente equipadas de este taller en SECAP. Las demás materias **tecnológicas** que corresponden al **módulo uno**, serán **factible de desarrollarse en el bloque de** - aulas para **teoría**, incluyendo Dibujo Técnico.

De otra parte, la **aprobación** del Módulo por el participante implica alcanzar el conocimiento teórico-práctico del Modelista de **Fundición**, en cuyo caso la **Certificación** correspondiente podrá otorgarse en forma independiente.

En resumen, lo necesario para ejecutar el curso correspondiente al Módulo I está disponible, requiriéndose en cambio la **implementación** para ejecutar los **Módulos II y III**.

### 3.1. Organización de Talleres para **Fundición**.

Naturalmente, como se ha expuesto en varias ocasiones, se tiene por objeto ayudar a los participantes a obtener los conocimientos **técnicos básicos** sobre la **tecnología** de la **fundición** de metales y aleaciones que por sus propiedades se utilizan para obtener piezas moldeadas. De allí que la planta piloto **tendrá** un arreglo físico de máquinas, equipos, áreas y puestos de trabajo **típico** de ambientes para enseñanza, donde las **instalaciones** siendo funcionales están acorde con el proceso de entrenamiento. Esto también se puede interpretar como una **combinación armónica** entre los fines pedagógicos y las instalaciones **físicas**.

Dentro del anteproyecto, el tópico merece **destacarse** por cuanto el aprendizaje ocurre más **efi**

cientemente cuando la **instrucción** es suministrada en ambientes que posean condiciones físicas - favorables. Se tratará entonces de buscar una **disposición** de alumnos, máquinas, laboratorios, bodegas, oficinas, armarios materiales, etc., - dentro de la Planta Piloto de **Fundición** que, **reduciendo** los costos, aumente la eficiencia de la enseñanza.

En la **organización** de la planta piloto se considerarán algunas sugerencias concretas:

1. Facilitar la supervisión de los trabajos de los aprendices por el instructor y del taller total por el Jefe de Taller.
2. Facilitar la **movilización** de los aprendices y diversos materiales, tanto con entradas y salidas colectivas como la circulación de un **puesto** a otro.
3. Facilitar la limpieza, **conservación** y mantenimiento de cada equipo, máquina y puesto de trabajo. Donde sea particularmente indispensable, se **dará** facilidades para el acceso a los dispositivos de seguridad.
4. **Proporcionar niveles de iluminación apropiados**, buena **circulación** de aire, bajo nivel de

ruido y -dentro d'e lo **máximo posible-** propor  
cionar temperatura agradable.

5. Verificar los tomacorriente de fuerza, de aire -comprimido, de agua. Facilitar el transporte de elementos o materiales pesados.

En el planteamiento de este taller escolar, reiteramos sobre dos elementos **básicos** de **atención**, los mismos que modulan la concepción de todo el conjunto denominado "Planta Piloto":

- a) Las exigencias planteadas en el desarrollo del **currículum** de estudios, esto es, en **los** programas por materia y, principalmente, los **con**  
**tenidos** o programas detallados de las materias prácticas, ya que estas representan más del 60% del tiempo dedicado a la instrucción. Es por ello que se forman secciones principales y subsecciones debidamente identificadas **don**  
de se lograrán los objetivos específicos de estas materias.
- b) Los equipos estarán en **relación** con los **proce**  
sos y tecnología a estudiarse, siendo su tipo,  
**dimensiones** y características operativas **apro**  
piadas para una producción pequeña o mediana. Por ello, la planta piloto mostrará **claramen**  
te los lugares y puestos de trabajo donde se

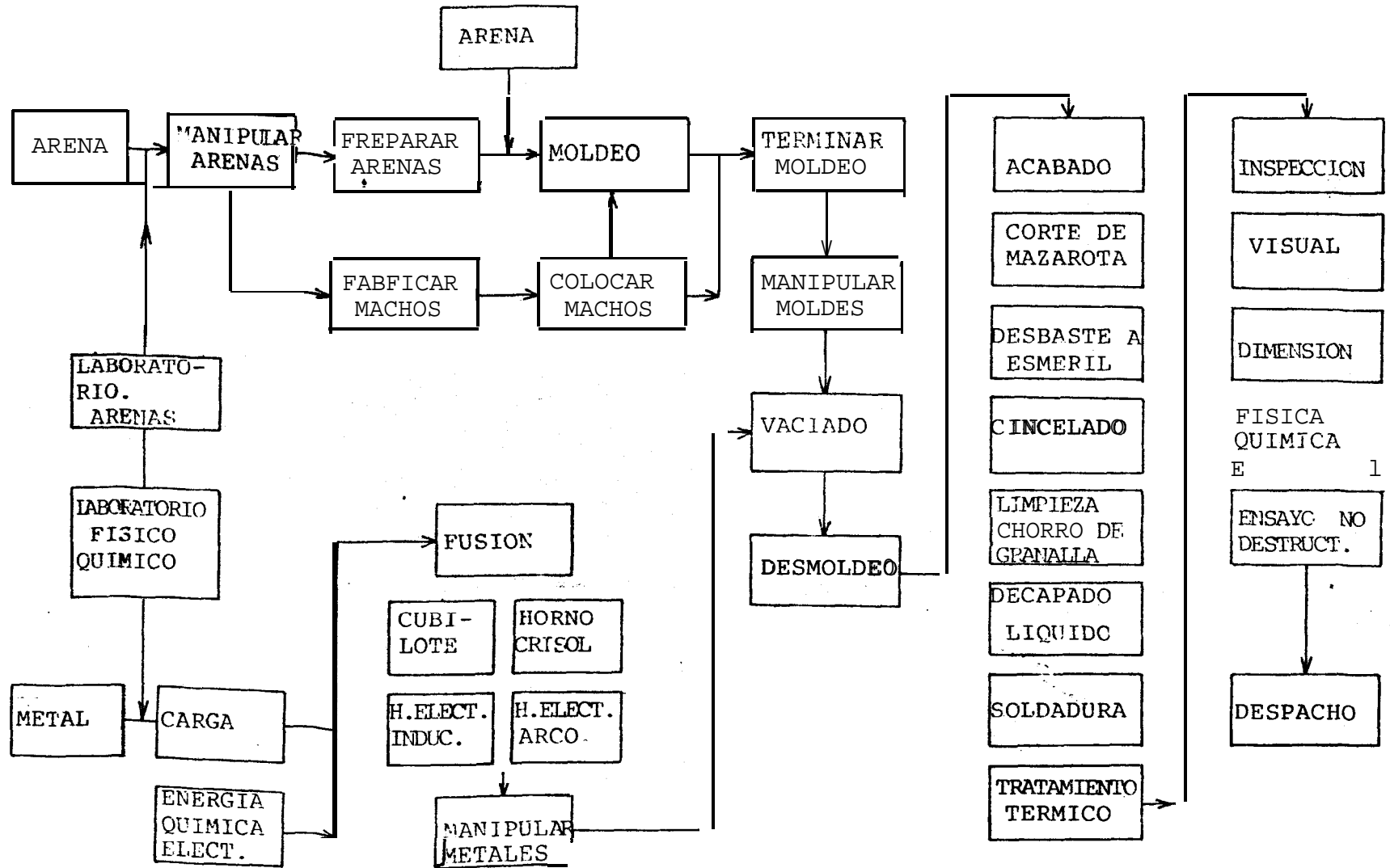


FIGURA N-1. : DIAGRAMA DE LAS OPERACIONES FUNDAMENTALES DE LA FUNDICION.



desarrollará el proceso de conformación de los metales por moldeo, proceso éste que en su esquema secuencial se puede apreciar en la siguiente figura (24, p.7) N<sup>o</sup> 1.

### 3.2. Planta Piloto en **CERFIL**

Son varios los métodos de fundición que se conocen, teniendo como ventaja estos métodos tecnológicos la posibilidad de producir con facilidad piezas de configuración muy complejas. En el proceso se logra derretir el metal o aleación por acción del calor, procediéndose de inmediato a vaciarlo dentro de un molde, lográndose luego de la solidificación los productos de las más variadas formas y medidas.

Aquellos procedimientos de fundición a presión - por cámara caliente, por cámara fría y por centrifugado no se consideran en el diseño de esta Planta Piloto, por el momento. No así la fundición por gravedad en moldes transitorios y, particularmente, en moldes de arena (que sirven una sola vez), que será considerado en forma central.

En la generalidad de las fábricas de fundición del país se emplea el método con diferentes niveles de conocimientos tecnológico, pero apuntando

a las ventajas de la fundición en arena, como son:

a) posibilidad de vaciar cualquier tipo de metal o aleación; b) apropiado para piezas de pequeño, mediano y gran tamaño y peso; c) variedad en las formas y posibilidad de combinación con procedimientos semiautomáticos.

Para aportar al desarrollo de la industria de la fundición nacional, mejorando las aptitudes sobre la tecnología de los metales colados, es apropiado, como también se aprecia en los programas analíticos y plan de estudios antepuestos, partir con el entrenamiento profesional para "Fundición en Arena". El lineamiento global para el equipamiento de la planta piloto es consecuencia de las posibilidades reales para el mercado ecuatoriano en cuanto a volumen de demanda y tipos de metales (aleaciones) requeridas. Es así que se orientará la instrucción, el diseño y el equipamiento del taller hacia la producción de hierro gris, hierro modular, hierro aleado y acero, aleaciones no férreas pesadas a base de cobre y aleaciones ligeras a base de aluminio.

Para trabajar con el método de fundición en arena recordamos que este proceso fundamental se logra a través de las siguientes operaciones, muchas de las cuales se estarán activando con como

didad dentro de la planta piloto:

1. Construcción del modelo y caja de machos:

A partir del dibujo de la pieza a moldear se procede a la **construcción** del juego de modelo compuesto del modelo y toda la caja de machos necesarios para preparar el molde en el que - más tarde se verterá el metal. Estos modelos se construyen de madera, siendo las más **utili-  
zadas** en nuestro medio el Cedro de Castilla, el roble y, con menos condiciones, el laurel. Con la finalidad de que se eliminen piezas - con defectos por causas del modelo, su **cons-  
trucción** está sujeta a normas sobre excedentes de contracción, excedentes de maquinado, **ángu-  
lo** de salida, tolerancias y requiere de una **aplicación** muy específica y propia de las ma-  
quinarias y herramientas de **carpintería**.

..

.. Por las facilidades del Centro de Formación - Industrial en la materia, esta **sección** no re-  
quiere **implementación** dentro del taller de -  
**fundición**.

2. **Preparación** de la arena de moldeo: Las arenas de moldeo están constituidas por granos de cuarzo (bióxido de silicio,  $\text{SiO}_2$ ) que es muy

refractario y por arcilla (silicato hidratado de aluminio) que actúa como elemento de **unión** y confiere plasticidad al molde. Para la **preparación** de moldes de buena calidad, a las - mezclas (arenas para **fundición** más aditivos) se les solicita determinadas propiedades: **plás** tividad, **résistencia mecánica**, permeabilidad gaseosa, capacidad refractaria, conductividad **térmica**, durabilidad y, de ser posible, de mínimo costo (como se comentó antes).

Las mezclas pueden prepararse para moldeo en verde o para moldeo en seco. En el primer **ca** so se exige una mezcla con contenido de arcilla de 8 a 10% y humedad de 4.5 a 5.5%; se agrega polvo de carbón mineral y los moldes - no son secados. En el segundo caso se consideran arenas de granos más gruesos con hasta 20% de arcilla **y** los moldes se secan con **incre** mento en la cohesión de la arena, mejor soporte de la acción mecánica del metal líquido y buena permeabilidad a los gases que se van - formando en el transcurso de la colada.

La **tecnología** de **preparación** de las mezclas - considera procedimientos para:

a) Tratar preliminarmente los materiales **areno**

sos y arcillosos **recien** ingresados, **tamizan** do aquellas **partículas** extrañas que puedan contener y secar los materiales si es el caso.

b) Preparar la arena rotativa que se extrae - de los moldes, desmenuzándola y tamizándola; es dable **también** pasarla, por un separador magnético de **partículas** de hierro.

c) Preparar las mezclas para los moldes con - las composiciones determinadas, humedecerlas debidamente y formar una masa friable y homogénea.

Por estas consideraciones, dentro del taller propuesto, esta sección **trabajará** alrededor - de los bancos y recipientes para el efecto, - con cribas y molinos de rulos, más otros **accesorios** y herramientas manuales, ubicándose - junto a la zona de moldeo y próxima al **depósito** principal de arenas y aditivos, y también **próxima** a la bodega central.

3. Moldeo: El tipo de elaboración de moldes se determina por el estado del molde de arena y puede ser: elaboración de moldes secos o **húmedos**.

Por otro lado, según el método empleado **en la elaboración** de los moldes de arena, éstos se pueden clasificar en moldes hechos a mano o a **máquina**.

Particularmente, en la Planta Piloto, la **mayoría** de los moldes se elaborarán de arenas **verdes**, también llamadas arenas pobres con un contenido de humedad de 4.5 a 5.5% y con 8 a 10% de arcilla. Se elaborarán a mano y en tierra, o sea, directamente sobre el lecho dentro del sector destinado para ello. También habrá facilidad para **elaboración** de los moldes en dos cajas, el mismo que considera **básicamente** un modelo divisible con macho.

Se considera factible el moldeo en **arena seca**, lo cual significa que no hay humedad en la arena que va a estar en contacto con el metal fundido. Estos moldes de arena seca dan un mejor acabado y permiten un mejor control **dimensional**; **son** usualmente aptos para **fundiciones** de acero y algunas veces para fundiciones de hierro. Los procesos usados para el **secado** de **corazones** son también aplicados **para secar un molde** completo.

La técnica de elaboración de moldes a máquina **es para producción** en serie y se realiza **solamente**

mente sobre las placas de moldear en dos ca  
jas. **Según** el método de apisonar la arena en  
la caja se pueden dividir las máquinas en los  
siguientes tipos: máquinas de prensado, máqui  
nas de percusión y máquinas con expulsor de  
arena. El funcionamiento de estas máquinas -  
no es complicado y puede considerarse a futu-  
ro.

4. **Construcción** de corazones: Un corazón o ma  
cho es una pieza que se coloca en la cavidad  
de un molde, con el **propósito** de formar supe-  
**ficies** internas en las piezas de fundición.  
Se pueden hacer de arena, yeso, metal o **cerá-**  
**mica**, pero la **mayoría** serán hechos de arena ,  
ya sea verde o seca.'

..  
"Los machos de arena verde son formados por el  
modelo, y se hacen de la misma arena que el  
resto del molde. Los machos de arena seca  
son formados separadamente en una caja de co  
razones (con arena **sílica** con aglutinante) si  
guiendo los mismos pasos que en el moldeo ma  
nual, **después** se saca el macho y se hornea.

Para el secado de los moldes de arena y de -  
machos **se instala** una **estufa**, que para moldes  
y machos de arcilla puede alcanzar una **tempe-**

ratura de 400 -450°C; ya en otros casos las temperaturas serán menores , **así**, si ellos son de arcilla con adiciones de mezclas orgánicas no requieren temperaturas superiores a 350°C , y en otros casos con machos a base de **almidón** y melazas, la temperatura estará entre 150 y 180°C.

En la **sección** macherla se podrá usar el método de CO<sub>2</sub>., siendo el adhesivo el silicato de **so** dio; la inyección del CO<sub>2</sub> en la arena, sobre el macho ya elaborado, lo endurece.

5. **Fundición** y Vaciado;- Esta **sección** para la **fu** sión de los metales cuenta en el anteproyecto con tres hornos, un cubilote, un horno **eléctri** co de **inducción** y horno de crisol basculante.

El cubilote concentra la **atención** por ser de mayor producción, su **construcción** puede ejecutarse internamente y su **servicio** es adaptable a un régimen de trabajo escalonado en la **producción** de hierro. **Características constr** uctivas para este horno serían: a) didmetro interior 500 mm; b) sección 0.196 m<sup>2</sup>.; producción 1 - 1.5 ton./h; d) número de toberas 2; e) didmetro de toberas 0.11 m; f) caudal 0.4 m<sup>3</sup>/seg.; g) presión del **aire** 500 mm CA; h) **po**



tencia del ventilador 4.9 Kw; i) altura útil del cubilote 2m.

El horno de crisol es también sencillo; su crisol es de grafito y se emplea para distintos tipos de aleaciones de metales no ferrosos que tienen diversas propiedades u usos (aleaciones de cobre y aleaciones ligeras de aluminio). El combustible puede ser diesel con aire suministrado para la combustión a través de un soplador.

El horno de inducción (sin núcleo) funciona con corriente de frecuencia de 500 a 2000 Hz. Su uso está en la producción de acero al carbono y acero de alta aleación. Su característica principal es la de no incluir combustible que se quemé, ni resistencia que se gaste, produciendo un material bastante puro; al final de la fusión se introduce una pequeña cantidad de adiciones y desoxidantes. La capacidad de este horno de alta frecuencia puede fluctuar alrededor de los 250 Kg.

Las operaciones de vaciado se efectúan transportando el metal desde el horno hasta el lugar (cercano) donde se encuentran los moldes, mediante el uso de los diferentes crisoles sen

cillos; para estas operaciones también se pue  
de contar con la ayuda de una grúa.

6. Limpieza de las piezas: Ya que todas las piezas fundidas contienen adheridos los bebederos, rebosaderos y arenas que deben ser eliminados, se destina un sector con bancos de acabado, sierra de cinta, esmeriles y otras herramientas que se emplean en función de las **características** de la fundición. En esta **sección** es factible instalar una **cámara** de limpieza por chorro de arena.

Si luego del desmoldeo, extraído los machos, desbarbada y pulida la superficie, fuese requerida una anterior **mecanización** de las piezas, **ésta** puede hacerse en el taller de máquinas-herramientas del mismo Centro de Formación.

Estas secciones se muestran en la **distribución** de planta piloto' (pdgina siguiente), y **dichas** secciones se relacionan **y** complementan "para un buen desarrollo combinado de las operaciones de fundición. Este esquema se relaciona con el diagrama de las operaciones fundamentales de la **fundición** mostrado en la **sección** 3.1. (Fig. N<sup>o</sup> 1) partiendo del criterio

de que se eviten las mezclas de materiales e insumo a fin de eliminar confusiones en el trabajo, considerando además la proximidad de la siguiente sección de trabajo, se han ubicado tres bodegas en la planta piloto: una para arenas y aditivos y dos para metales, coque y fundentes; en cada caso con su respectiva división interior. Es de considerar oportuno que se encuentran estas bodegas accesibles al ingreso de vehículos que faciliten la descarga de los materiales indicados.

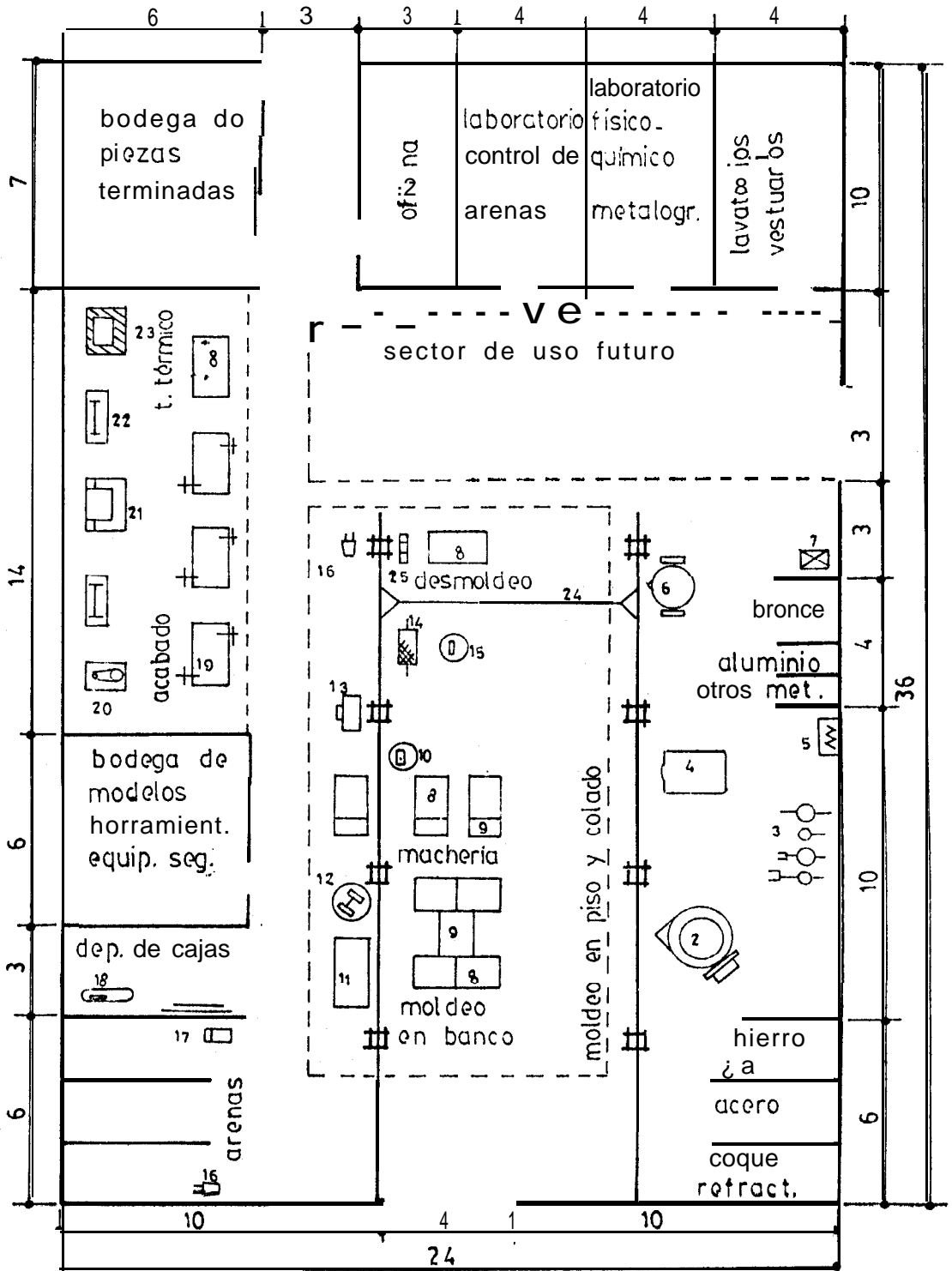
Para una eficiente circulación y comodidad en el traslado interno de materiales y piezas se proyecta un amplio corredor principal y vías delimitadas por las líneas de seguridad y división de sectores. Un puente grúa puede asistir para el traslado de ciertas piezas de mayor tamaño y peso.

Para complementar diremos que esta proyección de la distribución del espacio disponible en la planta piloto, será correspondiente a un diagrama de flujo de materiales en el taller y a la organización del trabajo productivo (según los programas de estudio), de la siguiente manera:

Los materiales (arenas, aditivos, refractorios,

chatarra, coque, cal, etc.) ingresan para su descarga en los almacenes respectivos; luego, de acuerdo con el proceso, pasan hacia la preparación de arenas y enseguida a la **elabo**ración de corazones, concluyéndose con el moldeo en cajas. En la zona paralela de **fu**sión se trabaja con los metales y combustibles que son llevados a los hornos: la colada es vertida en los ya listos moldes de **are**na. Finalmente las piezas cruzan hacia un **-**acabado (zona de limpieza y **rebarba**) y tratamiento de control. La secuencia termina en la bodega de productos terminados, **ubicadas-** en el extremo opuesto al ingreso de materias primas.

FIGURA N° 2: DISTRIBUCION DE PLANTA PILOTO DE FUNDICION



CODIFICACION EN LA DISTRIBUCION DE PLANTA. (Fig. N<sup>o</sup> 2 )

1. Balanza
2. Cubilote
3. Crisoles,
4. Horno de Inducción
5. Control **Eléctrico** del Horno
6. Horno de Crisol Basculante
7. Depósito de Combustible
8. Banco de Trabajo
9. Recipiente de arena
10. Equipo CO<sub>2</sub>.
11. Depósito de arena preparada
12. Mezcladora de arena
13. Estufa para Machos
14. Tamiz Rotativo Manual
15. Cilindro de Gas Combustible
16. Carretilla
17. Carrito para Arena
18. Compresor de Aire
19. Banco con Entenalla
20. Taladro de Columna
21. Sierra de Cinta
22. Esmerial de Pedestal
23. Horno de Tratamiento Térmico
24. Puente **Grúa** de Corredera
25. **Buril Neumático**

### 3.2.1. Proceso y Tecnología a Implementarse.

A. Se conceptúa que la **tecnología** es un conjunto ordenado y unificado de conocimientos, procedimientos, **métodos**, habilidades, **instrumentos** y materiales utilizados por el trabajo para la **transformación** de la naturaleza en productos y canalizados al mercado como **tecnologías** -mercancías. Y los elementos de la **tecnología** son: 1) Los conocimientos tecnológicos, es decir, el saber hacer: conocimiento práctico codificado. 2) Los objetos técnicos: instrumentos, herramientas, materiales, **máquinas**, equipos, fábricas y otros bienes de capital. 3) El sistema organizativo: implica la división social y técnica del **trabajo**, las formas de **cooperación**, la enseñanza y **formación**, servicios tecnológicos, etc.

Esta **presentación** permite comprender lo que en realidad es necesario hacer para enseñar la tecnología (de fundición en este caso), -son criterios que **guían** el camino a seguir - para materializar un proceso útil de entrenamiento. Globalmente pasamos a disponer de - un criterio sobre qué hacer y porqué hacerlo.

Consecuentemente, los procesos a implementar

se deben reunir adecuadamente los elementos ya mencionados, y que son: el conocimiento práctico codificado (Programas Teórico-Prácticos), los objetos técnicos (Planta Piloto) y un sistema organizativo (SECAP). Afortunadamente, todos estos elementos humanos y materiales pueden provenir de sectores nacionales.

B. De otra parte, si se regresa a los tópicos iniciales del presente anteproyecto, sobre la industria de la fundición del Ecuador, se notará las características especiales y la configuración técnica del mercado, las cuales marcan las pocas alternativas que deben tomarse como proceso y tecnología para iniciar una capacitación profesional en este terreno. Las empresas más representativas concentran su gestión en hierro gris, hierro nodular, bronce y aluminios, aunque unas pocas, provistas de hornos eléctricos, trabajan en la producción de aceros al carbono y aceros aleados, incluso aceros inoxidable. Por lo dicho, se tiene un segundo plano para escoger los procesos tecnológicos y la dirección de la relación enseñanza aprendizaje. Este plano de orientación trata de formar evidentemente un puente entre fuerzas produc



toras de piezas fundidas y métodos -  
técnicos aprendidos por **capacitación** -  
profesional.

Se hace hincapié en dos consideraciones -  
adicionales para decidir sobre las **activi**  
**dades** tecnológicas que se podrán desarro-  
llar (como mínimo) dentro de la planta **pi**  
**loto** y como producto de los programas **pre**  
**vistos**. Seguen siendo consideraciones **na**  
**cidas** en los talleres visitados.

C. Las fundiciones misceláneas existentes  
tienen una **tecnología** de proceso **corri**  
**ente**, muchas veces de producción fuera  
de norma y emplean como medios de **pro**  
**ducción** equipos de accionamiento total  
o casi totalmente manual. Esto indica  
que se adolece de problemas 'de carácter  
técnico que dificulta el desarrollo **po**  
**tencial** de la industria y talleres ar-  
tesanales, por tal motivo se ha reco-  
mendado mejorar aquellos aspectos **que**  
permita conocer más la **tecnología** ' de  
proceso y adecuar las formas de traba-  
jo utilizadas hoy en día.

Tal **problemática** presenta una versión -

aún más crítica en los talleres artesanales de fundición, los mismos que en conjunto constituyen una fuerza productiva importante, Siendo merecedores, a su vez, de atención en servicios, capacitación, asistencia e información tecnológica.

Por tanto, la tecnología de los procesos usados (en fundiciones misceláneas) hoy día serán sistemáticamente estudiadas por los trabajadores activos, pues se adoptan esquemas paralelos, más algunos conceptos y metodologías que seguramente les serán novedosos y útiles. Adiciónese al particular lo concerniente a organización, mantenimiento y seguridad industriales.

D. Para alcanzar un segundo o tercer nivel. en la tecnología de proceso se requiere, cuando menos, trabajar con producciones dentro de normas, emplear mano de obra capacitada, usar tecnología avanzada y usar equipo semiautomático en la producción.

El aporte al respecto se verá en la -

aplicación de normas y controles de proceso desde el inicio (materias primas y arenas), durante la **elaboración** de moldes y machos y metal líquido, **así** como al final con ensayos en muestras de productos solidificados.

"El arte de fundir y colar **correctamen**te una pieza, barra o placa requiere - la atención y esmero constante por **par**te de todos los operarios y mandos de fundición, porque el estado **líquido si**gue siendo un proceso que, a pesar de las automatizaciones que se produzcan, escapa a la precisión repetitiva del - estado **sólido**, y porque **todavía** los metalúrgico no dominamos el estado líquido como debiéramos, lo cual nos - obliga más si cabe a un esfuerzo de - profundizar y ensayar mejor que en - otros campos.

si embargo, **estamos** convencidos de que podemos llegar a crear una ciencia de de la **fusión**; lo contrario indicarla - un deseo de justificar la inmovilidad de los procesos, fruto de un espíritu **poco dinámico** y amante de la rutina "

( 17, pdg. 388).

Luego de exponer los cuatro razonamiento anteriores, podrlase añadir otros aspectos que merecen destacarse por ser parte central de los procesos **tecnológicos** que se adopten en la planta piloto. Es una **exposición** panorámica general sobre:

1. Aleaciones técnicas seleccionadas; 2) laboratorios **básicos** y control de **calidad**;
- 3) Procesos de moldeo en arena y **construc**  
**ción** de machos; 4) tratamientos térmicos.

1. Al-iones Técnicas Seleccionadas.

A) De inicio de considera la Fundición Gris que es una aleación de hierro con contenido Variable de carbono - (2-4.5%), silicio (0.5 - 3.5%), **man**  
**ganeso** (0.5 - 1.5%), **fósforo** (0.1- 1.0%) y azufre (hasta 0.15%), los cuales determinan las diferencias - en las propiedades de la **fundición**. Como han demostrado las investigaciones de muchos autores, de los elementos indicados los **más importan**  
**tes** son el carbono y el silicio.

En nuestro medio se aplica en gran

escala la fundición gris porque **constituye** la parte significativa en la fabricación de máquinas piezas de valvulería , cajas de vereda, uniones y accesorios - de tubería, tapas de alcantarilla, **hidrantes**, piezas para **automóviles**, piezas para concreteras, piezas para arados , piezas para motores eléctricos, carcasas de bombas e impulsores, contrapeso, quemadores de cocina **y** muchas otras.<sup>3</sup> - piezas diversas.

Los procesos controlados que se **implementen** en la planta piloto **obtendrán** - muestras con resistencia de 150 a 350 - N/mm<sup>2</sup>, dureza **entre 170 y 245 HB y resistencia** al impacto Charpy de 2 a 6 Nm/cm<sup>2</sup>., esto es, con propiedades mecánicas promedio comunes a la realidad a estos productos de **fundición gris**.

- B. Es especialmente importante la **tecnología** para la **producción** de Hierro Fundido **Nodular** (hierro dúctil o hierro de grafito esferoidal). "Hierro Fundido - en el que el grafito está presente como **pequeñas bolas o esferoides**. **Las** esferoides compactas interrumpen la

continuidad de la **matríz** mucho menos - que las hojuelas de grafito, lo cual da como resultado mayor resistencia y **tena****ci****dad** comparada con una estructura **seme****j****jante** a la del hierro gris. El hierro fundido **nodular** difiere del maleable en que generalmente se obtiene como resultado de la **solidificación** y no requiere tratamiento térmico. Las esferoides - son mds redondas que los agregados **irre****g****ulares** de carbono revenido encontrados en el hierro maleable.

El contenido total de carbono de hierro **nodular** es el mismo que en el hierro - fundido gris. Las **partículas esferoida****l****es** de grafito se forman durante la **so****l****idificación** debido a la presencia de una pequeña cantidad de ciertos elementos de aleaciones. La adición del **ele****m****ento** formador de nódulos generalmente magnesio o cerio, se **efectúa** en el **cu****ch****aron** antes del vaciado. Los hierros - **nódulares** con una **matríz** que tiene un máximo de 10% de perlita se conocen **co****m****o** hierros ferrlticos. Esta estructura proporciona máxima ductilidad, tenacidad y maquinabilidad" (5, pág. 446).

Este hierro es particularmente útil para aplicaciones en nuestro medio para cuerpo de bombas **centrífugas**, de **bombas** axiales, piezas para equipos **hidráulicos** respuestos para mdquina textil, - arañas, máltiples de escape, tambores, discos, piezas **automótrices** diversas , **válvulas** grandes, herrajes **eléctricos**, mordazas y **muchas** otras partes de **máqui**nas industriales donde la resistencia - a la **tensión** se comprende entre 380 y 700 **N/mm<sup>2</sup>**, la dureza va de 150 a 280 - **HB**, impacto Charpy de 12 a 30 **Nm/cm<sup>2</sup>**. , alargamiento hasta 30%. Se considera- rán los tratamientos térmicos de **recoci**do y normalización en cada producto, **se**gún normas y controles propios del hie- rro fundido **nódular** de calidad.

C. Es una realidad que merece atención el aprovechamiento del cobre, aluminio y **zinc** en las fundiciones nacionales, ha nivel artesanal y talleres mayores, **pa**ra elaborar varias aleaciones de alto - valor tecnológico. En los módulos de moldeo y fundición se considera el es- tudio **teórico** y **práctico** de **introduc**-

ción al proceso y **tecnología** para fundición de no ferreos, usando horno de crisol. Por ejemplo, hablando de la fusión del cobre y sus aleaciones, **du**rante la **preparación** de cargas, la **fusión** y la colada no hay **operación al**guna que no tenga importancia. Parte del **Módulo III**, del perfil profesional, se dedica a exponer los puntos **fundamen**tales para poder llevar a cabo la **mi**sión de fundir aleaciones de cobre, - **destacándose** desde ya las consecuencias que acarrearán descuidar estas operaciones en los talleres de producción. El aprecio por la calidad del trabajo que se realiza comienza desde la recepción y almacenamiento de materia prima, **cha**tarras y recortes, y no debe terminar hasta comprobar el buen funcionamiento de lo que se haya fundido.

El cobre, con un peso específico de 8.6 y punto de **fusión** de 1080°C., forma las aleaciones denominadas **bronces** y **lato**nes, los mismos que se preparan en **com**binaciones binarias **Cu - Al, Cu - P, Cu - Mn, Cu - Ni, Cu - Zn, atc.** En



la **fusión** del bronce al estaño, y de otras aleaciones pesadas, se presentan la tendencia a la oxidación, para lo cual se carga al horno de bronce fosforoso que actúa como desoxidante.

Por sus propiedades, las aleaciones ligeras y pesadas, se usan en la **construcción** de maquinaria y múltiples elementos como bocines, **turbinas, hélices**, acoples, **valvulería**, ventiladores y bases para motores y en todas aquellas aplicaciones donde el hierro, que es **más** oxidable, se puede sustituir con ventaja, especialmente en piezas metálicas que se **hayan** sometidas a la humedad o en ambientes marinos.

- d. Otro proceso que tiene espacio a nivel de mercado es el de los aceros al **carbono** y aceros **aleados**. Esta fundición se hace en hornos eléctricos por una serie de ventajas que los metalúrgicos aprecian, como es la de producirse una **disminución** en la quema del metal al no tenerse la presencia de llama oxidante, la alta temperatura **asegura la eliminación** casi completa del **fósforo** y del

azufre. Una pieza de acero al carbono requerirá un necesario tratamiento térmico de normalización. Por ejemplo , accesorios de acero al carbono para petroquímica tendrán una composición química controlada de C= 0.30, Si= 0.4 , Mn= 0.8 , Smáx.= 0.04 (en %), para - unas propiedades mecánicas de 520 N/mm<sub>2</sub> en resistencia de tensión, 220 en dureza Brinell, 30 Nm/cm<sup>2</sup>. en resistencia al impacto y 18% de alargamiento. Entre otros tipos de piezas en acero aleado considérese como ejemplos las cuchillas, catalinas, rodillos y zapatas de orugas, mandíbulas y rodillos de tri turación y partes para equipos camineros , que son de acero con 12 a 14% de Mn. y 1.3% de C, mds tratamiento obligado de austenización y el producto resulta - con 500 N/mm<sup>2</sup>. de resistencia de tensión y 200 HB. De manera general se conoce como campo de aplicación a los aceros aleados donde se requiere resistencia a la corrosión (uso naval y piezas de industrias químicas y papel) y también para construcción de piezas de máquinas de alta carga. Es de indicar

que el grado de complejidad promedio - para las piezas fundidas de acero al - carbono y acero aleado es comparativa- mente alto.

## 2. Laboratorio **Físico Químico.**

En todas las empresas de fundición se aplica **inspección** visual de piezas con la finalidad de encontrar defectos, **co**mo son por ejemplo grietas, porosidad, cavidades, defectos provocados por las arenas, defectos de **contracción** y - otros; no obstante, para una mejor **inspección** y control de calidad, resulta importante la **ejecución** de pruebas y ensayos. Estas funciones de las puede cumplir a través de un laboratorio **metalografico** y **físico-químico** básico - acorde con la **tecnología** y normas a seguirse.

El laboratorio dentro del taller **estará** apropiado para pruebas **metalográficas** partiendo de la **preparación** de una muestra y **análisis** subsecuente **macro--gráfico** y/o **micrográfico**. Los **aparatos** usados en **análisis** metalografico son :

- **Máquina** de cortar muestras
- Pulidora **manual** (emplean lijas)
- Pulidora giratoria de acabado
- Microscopio metalográfico

Naturalmente se agrega los materiales complementarios en función de las diferentes tareas, entre los cuales cabe citar:

- Molduras para embutir muestras
- Resina y catalizador para embutir muestras.
- Lijas de diferentes **numeración**
- Abrasivos para pulidora rotativa
- Reactivos para atacar muestras diversas (metales ferrosos, ferrosos, aluminio, cobre y aleaciones).
- Lupa
- Secador **eléctrico** manual

La preparación de una muestra de metal es necesaria para **así** obtener una superficie plana, perfectamente pulida - que posibilita el examen al microscopio metalográfico. Esta **operación** consta generalmente de tres etapas: 1. Corte de la muestra 2. Embutido de la **mues**tra de pequeño tamaño, 3. **Pulido**.

En la producción de **fundición**, para -  
efectuar controles de estructura, se -  
utiliza el microscopio metalográfico -  
común; Conocer las estructuras y **sa**  
ber cómo controlarlas es importante ya  
que las **características** de los metales  
estdn directamente vinculadas con **ta**  
les estructuras microscópica.

Con relación a la técnica del examen -  
macrográfico (macrografía), **capáz** de -  
realizarse en este laboratorio, se **tie**  
**ne** un estudio al ojo humano mds un pe-  
queño **aumento** (**lupa**) de una **sección** de  
pieza que es un producto **metalúrgico** -  
previamente pulido y atacado de manera  
acentuada. La macrografía se aplica -  
porque pone en evidencia **heterogenei-**  
**dades de** diversos órdenes, por ejemplo:  
a) Tamaño y orientación de granos, b)  
irregularidades de **composición** (**presen**  
cia de escorias).

La micrografía representa un examen al  
microscopio de una muestra que también  
ha sido pulida y adecuadamente atacada,  
cuya aplicación en la producción del  
taller piloto pondrá en evidencia la

microestructura de las aleaciones para reconocimiento de los constituyentes , su forma, repartición, etc., defectos **tales** como microrechupes, inclusiones, puntos duros, material impregnado, - efectos de tratamientos térmicos y diversos otros resultados.

Estos estudios se extenderán con facilidad a las uniones principales del - aluminio, de los latones, y de todas - aquellas ligas metálicas que sean **tec-**nologicamente fundibles.

La composición química es motivo de - otro análisis en el proceso de control de calidad de producción; hacia el interior del taller y del proceso enseñanza-aprendizaje. Para esto se encontrará los instrumentos y elementos de laboratorio estándares para el análisis tradicional de manganeso, **fósforo, cro**mo, níquel y molibdeno en fundiciones y aceros. Un equipo ordinario de laboratario también es **útil** para determinar el contenido total de silicio en - aceros o en hierros fundidos, donde - los reactivos y procedimientos constan

en diferentes normas nacionales (INEN) e internacionales.

Es oportuno anotar que la determinación del azufre (mediante el método de **combustión** en corriente de **oxígeno** y **titulación** con borato de sodio) y la **determinación** del contenido total de carbono (mediante el método gravimétrico) - son aplicables con los **aparatos especiales** para el efecto, principalmente el horno de combustión (horno eléctrico - de resistencia) **capáz** de operar cerca de 1500°C.

De cualquier manera, para efectos de control de calidad **idóneo** será factible disponer de un laboratorio mecánico, - donde los siguientes ensayos son posibles:

- Medidas de dureza de diferentes **metales**.
- Ensayo de **tracción** de diferentes metales (resistencia a la tracción).
- Ensayo de cizallamiento de diferentes metales (resistencia al **cizallamiento**).
- Ensayo de **compresión** del hierro fundido (resistencia a la **compresión**).
- Ensayo de **flexión** con diferentes **dis**

tancias entre los apoyos.

- Ensayos **Chapy** (resistencia al impacto antes y después del tratamiento - térmico).

Lo anterior **ilustra** las opciones **poten**  
**ciales** para llevar un sistema de con  
trol de calidad por métodos **prácticos**-  
de **evaluación** cuantitativa, las mismas  
que a su vez señalarán posibles **defi**  
**ciencias** para implementación de medidas  
correctivas en cualquier etapa del **pro**  
**ceso** de fundición. Estos detalles **tec**  
**nológicos** son oportunos y útiles para -  
**implantación** de normas vigentes.

### 3. Procesos de Moldeo en Arena y **Construc** **ción** de Machos.

Los materiales utilizados en fabrica-  
ción de moldes de **fundición** son, prin-  
cipalmente, arena y metal; pero la  
gran **mayoría** de toneladas de fundición  
son obtenidas en moldes confeccionados  
a base de arena, tanto en moldeo **manu**  
**al** como mecanizado.

Para el caso concreto del taller y **pro**  
**gramas** anotados en este anteproyecto ,  
se **implantard** el moldeo a mano con **are**  
**u**



na verde y también moldes en seco. Estas arenas están **constituidas** por arena -base (silíceas) y un aglomerante -arcilloso y agua que confiere plasticidad y **conhesión** sin cocimiento:

Cuando los moldes se requieren secos - se hacen con arena verde y se meten a una estufa antes de usarlos (**eliminación** de humedad y materiales **volátiles**), lo cual garantizará mejor la **obtención** de buenas piezas. Para todas los **ca**sos el molde servirá una sola vez.

Además de la arena base, arcilla (**bon-tonita** preferiblemente) y agua, se acostumbra adicionar a la arena de **moldeo** otros productos a **fn** de mejorar algunas propiedades de la misma, se recomienda esta utilización de productos debido a que producen efectos **positivos** como:

- Disminuir las reacciones entre molde y metal
- Mejorar el acabado superficial
- Mejorar la resistencia a temperaturas elevadas
- Facilitar la **desagregación de** la arena en el desmoldeo.

Finalmente', a título indicativo, se mencionan algunas preparaciones de **arenas** sintéticas para machos en fundición de hierro, considerándose que estos lienamientos generales serán adoptados frecuentemente: arena sílice 93%, aceite de linaza 5%, bentonita 2% o también arena sílice 83%, arena sílice muy fina 9.5%, aceite de linaza 5%, bentonita 2.5%.

Los equipos en la zona de moldeo y machería serán los apropiados para lograr estas mezclas para moldes y machos, las mismas que -por tratarse de un taller pequeño para trabajos miscelaneos- pueden limitarse a tamices, mezcladora-revolveradora y, posiblemente, una sopladora de machos, las cuales inyectan arena en las cajas de machos a presión de aire. En las mesas de trabajo las confecciones se cumplen a mano. Dentro de este sector cabe tener presente el empleo de silicato de sodio (mezcla de sílice, óxido de sodio y agua) como aglutinante (1.0 a 2.5% en peso) de arenas casi exentas de arcillas (1% máximo) y mfn-

ma humedad. La particularidad aquí, - muy conocida en los talleres de **producción**, es que la arena con su aglutinación, cuando recién preparado, no tiene **cohesión**, por cuya **razón**, y para endurecerla, se aplica una corriente - de  $CO_2$  que culmina la **formación** del molde o del macho.

#### 4. Tratamiento Térmico.

En este anteproyecto se da la **orientación** sobre los procesos y **tecnología** a adoptarse para la producción planificada en el taller y para mantener un **co**  
**rrelación** con la demanda' real de **piezas** fundidas (correlación con el mercado ) y para ratificar lo sugerido sobre **con**  
**trol** de calidad final de los productos, se implantarán los procesos térmicos - necesarios, como son los **tratamientos**-  
de:

- Recocido y normalizado para hierro - dúctil.
- **Normalización** para aceros al carbono
- **Austenización** y temple para aceros - aleados.

**Además**, la **fundición** maleable, como es

sabido, se obtiene por tratamiento tér mico de maleabilización de la pieza a partir de la fundición blanca, trata miento éste que lleva a dos tipos de - hierro fundido maleable (blanca y ne gra).

Es de anotar la importancia de estas operaciones, y su inclusión en el lis tado de equipo, por cuanto las caracte rísticas de utilización de un objeto - fundido estdn dependiendo de:

- La composición química
- Las condiciones de solidificación y enfriamiento
- Las condiciones de elaboración del - metal líquido y
- Los tratamientos térmicos aplicados.

Estas características se traducen des- pués en los valo res finales de la re sistencia a la tracción, porcentajes - de alargamiento, dureza e impacto Char py que se logren.

### 3.2.2. Materias Primas Requeridas.

De acuerdo con los métodos de operación en las secciones de moldeo, machería Y

y colado mostrados, y en base a los programas -  
propuestos, se obtiene al requerimiento de **mate**  
rias primas y varios otros insumos **básicos** el  
las procesos a implimentarse.

Estas materias primas se indican en forma **qualita**  
**tiva** preferentemente con la finalidad de proyectar  
una idea global de las opciones disponibles en el  
medio (Mercado local), ya que el señalamiento de  
cantidades apropiadas **aproximadas**, o sea, el  
andlisis cuantitativo, se verd luego cuando se -  
puntualicen las toneladas de producción mensual ,  
los productos a obtenerse y los fines partinentes  
de **dicha** producción, mds el **número** efectivo de -  
participantes en las prácticas.

- Materias para fusión

- . Chatarra de **fundición** (hierro)
- . Chatarra de acero
- . Chatarra de no ferrosos
- . Arrabio
- . Lingotes de aluminio
- . Ferroaleaciones (**FeSi; FeMn. FeCr. FeMo**)
- . Coque

- Materiales fundentes

- . Piedra caliza
- . Espatoflúor

- Materiales rsfractorios

- . Ladrillos **refractorios**

- . Aislantes refractarios
- . Caolín
- Materias para moldes y **macherfa**
  - . Arena silícea
  - . Arcilla
  - . Aceite vegetal (aceite de lino)
  - . Aceite mineral (silicato de e tilo)
  - . Silicato de sodio
  - . Resinas **fenólicas**
  - . Harina de madera
  - . Brea
  - . Harinas de cereales (dextrina, **almi**  
**dones**, harina de trigo).
  - . **Carbón** mineral
  - . Bentonita
  - . Pinturas para moldes
- Materias energéticas
  - . Diesel para horno de crisol
  - . Coque para cubilote
  - . Carbón vegetal para cubilote (leña)
  - . **Energía** eléctrica para hornos y **es**  
**tufa**  
**Oxígeno-Acetileno** (para secador y  
oxicorte)

Bajo una normal **planificación**, se tie-  
ne que considerar que varios materiales  
requieren **importación**, como es el caso  
del arrabio para **fundición**, lingotes de  
aluminio, coque **metalúrgico**, algunos -  
aditivos aglomerantes de las **arenas** y  
materiales refractarios, pero también es

posible adquirir tales insumos para los procesos y prácticas por medio de sencillos convenios con las fábricas locales más importantes.

Al entregarse este listado se podrá, - tras un periodo inicial de pruebas -un año por ejemplo- detallarla mucho más y ajustar las cantidades Sin embargo, para todo lo indicado, se han dispuesto diferentes bodegas y espacios suficientes, debidamente clasificados, como se aprecia en la descripción de la planta piloto.

Las materias primas que se han anotado se relacionan fundamentalmente con lo requerido para prácticas del módulo II Y III, es decir con el taller elemental, ya que en el área de construcción de modelos de madera los elementos necesarios corresponden a lacas, pinturas, barniz, masillas, goma y naturalmente, maderas secas y tratadas. Este aspecto, según se conoce, representa una sección equipada y utilizable de antemano.

Además, con amplitud de detalle podría-se plantear listados particulares por

práctica específica, en concordancia - con los planes de enseñanza, pero --en términos generales- se repetirán los materiales ya anotados y las particularidades concretas no incluidas corresponderán a objetivos puntuales que propongan el Instructor y/o la Institución.

3.2.3. **Áreas Físicas** (Aula, Taller de Modelos, Laboratorios, Hornos, Bodegas, Taller **Mecánico**).

La superficie integral de la planta de fundición. (Fig. N<sup>o</sup> 2), 864 m<sup>2</sup>., no está cubriendo todas las secciones o áreas demandadas por el programa de entrenamiento , lo cual es debido a que este taller, siendo uno más dentro de CERFIL, tiene acceso o apoyo de instalaciones adicionales. Como ejemplo se citan las aulas para clases teóricas, el taller de carpintería básica para construcción de modelos, la sala de dibujo técnico, el taller mecánico para rectificado de piezas fundidas, la sección de ensayos destructivos y, beneficiosamente, las áreas de recreación.



Lo indicado permite que el taller sea presentado como similar a las fábricas productivas del medio, el cual cuenta con **áreas físicas** claramente señaladas, pero varias de estas secciones son **re-**movibles en función de nuevos arreglos o equipos que se instalen, o en la medida en que se automaticen procesos o de acuerdo a ciertas **amplificaciones tecnológicas** no consideradas **aún**.

La principal área de acción se aprecia en la parte central del taller donde interactúan las secciones de moldeo **machería-** moldeo en piso - colado- **des**moldeo, **notándose** la línea de tres hornos diferentes en su aplicación y que **producirán** la gama de combinaciones **metálicas** de la más amplia variedad. Esta zona rectangular es de 12 x 18 m. = ( 216 m2. ).

El funcionamiento del taller se fundamenta en el uso de arenas naturales y sintéticas, es decir, de aquella arena que viene del yacimiento (**depósito mineral**) mezclado con el aglomerante que otorga plasticidad y que muy **rapidamen**

te se adapta-a la **aplicación** de hierro - gris, hierro maleable, acero, cobre,alumi **nio**, zinc y otros metales, y de **aquella** - arena debidamente lavada, clasificada y mezclada con aglomerante, que tiene menor humedad y mayor-poder refractario, pero que también es adecuada para **múltiples** - aplicaciones y procedimientos de **fundición**. Por tal motivo se ha pensado en el **labora** torio de control de arenas.

Para el éxito.del taller deberá **certificar** se en el laboratorio de arenas las **propie** dades de ésta, tanto a temperatura ambien te como a temperatura elevada, midiéndose primordialmente los siguientes **parámetros**: plasticidad, resistencia, permeabilidad , refractabilidad.

Un laboratorio de arenas de moldeo puede implementarse con muchos equipos, y para adaptarse a un razonable control de cali dad, **está** sugerido lo siguiente:

- Microscopio binocular, con juego de **len** tes que permita amplificar hasta trein ta veces (30).
- Ldmpara infrarroja, para sacar **rápida**men

te la humedad de la muestra de arena.

- Balanza de laboratorio, para pesadas **rápidas** y exactas de muestras, **útil** para determinar contenido de humedad y sustancia arcillosa.
- separador de arcilla, que es un agitador rápido para lavado de arena **se** pardndola de la arcilla.
- Probetero estándar, para el apisonado normalizado de probetas.
- Sacudidor de tamices (o tamizador) , sirve para cernir todos los tipos de arena y viene equipado con juego de tamices graduados con aberturas de malla **según** normas (de 0.06 a 1.5mm).
- Permebmetro, empleado para medir la permeabilidad en probetas de arena - en verde y en seco a través de lectura directa.
- **Máquina** universal de ensayo, permite determinar resistencia a la **comprensión** (en verde y en seco) y la **resistencia al** corte; denominado también **dinamómetro**.
- Medidor de **dureza** en seco, necesario

para determinar la resistencia a la abrasión de un noyo horneado.

- Medidor de dureza en verde, muy títíl para verificar directamente la dureza de moldes y corazones hechos en arena verde.
- Horno de nufla, pequeño, con regulador de temperatura y pirómetro, se usa para **ensayar** refractabilidad de moldes de arena. Otras dreas físicas importantes las constituyen las **dife** rentes bodegas y almacenes internos del taller, que para facilitar de **manidora** y satisfactoria **organización** se ubican en diferentes sitios pero manteniendo una **vinculación según** la secuencia de trabajo y los procesos de fundición:

Lo indicado\* es factible apreciarlo - por medio de una **interpretación** combinada de las figuras N<sup>o</sup> 1 y 2. Esta distribución de breas **físicas** al interior del taller también recoge sugerencias de experiencias reales.

3.2.4. Equipos y **Máquinas** Auxiliares.

Los equipos, máquinas y herramientas que complementan la infraestructura se anotan a continuación, sobresaliendo el hecho de que no toda esta cobertura material debe ser adquirida inicialmente, que en el transcurso de las **prácticas podrán cons**truirse múltiples elementos necesarios en las secciones de moldeo, **preparación** de arenas, desmoldeo, limpieza e incluso de la **sección** de fusión. Adicionalmente, la propia demanda de trabajo planteará las opciones de elaborar dispositivos y **herramientas** adecuadas y funcionales, esto es, la **nómina** tendrá ampliaciones obligadas progresivamente.

1. Preparación de arenas, moldeo y **machería**

C a n t i d a d	Descripción
1	Mezcladora de arena de moldeo
1	Separador magnético (opcional)
8	Bancos de moldeo y <b>machería</b>
6	Pares de cajas de molde ( <b>rec</b> tdngulares).
2	Pisón neumático
2	Juego de <b>tamices</b>
1	Sopladora de machos (opcional)

Cantidad	Descripción
1	Horno secador para moldes y machos (estufa).
1	Equipo de CO2 para preparación de machos.
1	Báscula
1	Carrito transporte de arena
1	Depósito de arena preparada
1	Compresor de aire

## 2. Preparación de Carga, Fusión y Vaciado

1	Horno de crisol accionado con corona y cremallera, quemador diesel, capacidad 400 kg.
1	Horno eléctrico de inducción, capacidad 400 kg.
1	Cubilote de diámetro interior 500 mm, altura útil 2 m.
1	Balanza de plataforma, capacidad 500 Kg.
1	Balanza pequeña, capacidad 50 Kg.
1	Pirómetro óptico
1	Carretilla transporte de chatarras.
2	Cuchara de colar con mango, capacidad 20 Kg.
2	Cuchara de colar con mango doble, capacidad 80 Kg.
1	Caldero de colar (levantado por puente grúa), capacidad 200 Kg.

Cantidad	Descripción
1	Puente <b>grúa</b> , capacidad 3 'ton.
4	Equipos de seguridad para <b>cu</b> <b>bilote</b> .

### 3. Desmolde, **Rebarba** y Acabado de Piezas.

1	Equipo oxiacetilénico
1	Buril <b>neumático</b> (con juego - de buriles).
1	Equipo de limpieza con grana <u>lla</u> o chorro de arena ( <b>opcio<u>nal</u></b> ).
2	Banco con superficie <b>metáli-</b> ca perforada
1	Horno <b>eléctrico</b> para trata <u>miento</u> <b>térmico, temperatura</b> <b>máxima 1200°C</b> , con controles automáticos.
1	Tamiz rotativo manual
1	Taladro de columna
1	Taladro eléctrico portátil
1	Pulidora <b>eléctrica</b> portdtil
1	Sierra de cinta
2	Esmeril de pedestal
3	Bancos con mordaza
1	<b>Máquina</b> de soldar por arco

### 4. Herramientas **Miscelaneas**, Instrumentos de **Medición**.

3	Palas
4	Baldes <b>plásticos</b> , diferente

Cantidad	Descripción
	capacidad.
3	Juegos de espátulas
4	Alisadores
2	Juegos de pisones manuales
1	Juego de martillos de caucho
4	Brochas diferentes.medidas
2	Juegos de enrasadores
3	Juegos agujas, barretones y chuzos
2	Atomizador
2	Fuelles
1	Juego de escuadras
2	Niveles
4	Juegos de limas
3	Espumadera
2	Juegos de tenazas de <b>herrería</b>
4	<b>Flexómetros</b>
2	Calibradores pie de rey
2	Micrómetros de exteriores
1	Juego de compás
1	Transportador de <b>ángulo</b>
3	Reglas <b>metálicas</b>
3	Monturas de sierra de mano
3	Alicates
1	Juego de tijeras
1	Caja de herramientas de taller mecánico



Cantidad

Descripción

5. Laboratorios de Arenas

1	Probetero estándar completo - con accesorios.
1	Sacudidor de tamices (con juego de tamices estándar)
1	Máquina de ensayo universal de arena (ensayo de <b>cohesión</b> , resistencia al cizalle, resistencia a la tracción, <b>resistencia a la comprensión</b> ).
1	Lámpara Infrarroja
1	Separador de arcilla
1	<b>Durómetro</b> (para medir dureza de arena verde)
1	Permedmetro
1	Microscopio de 30 aumentos
1	Horno de mufla
1	Balanza de precisión
1	Medidor de dureza en seco

6. Laboratorio de Pruebas **Física-Químicas**

1	Determinador de <b>carbonoequivalente</b> con accesorios, incluye horno eléctrico de -150° c.
1	Determinador rápido de <b>silicio</b>
1	Máquina de cortar muestras
1	Equipo de <b>preparación metalográfica</b> (pulidora manual y pulidora giratoria)

.....

Cantidad	Descripción
1	Microscopio metalográfico
1	Secador eléctrico manual
1	Equipo completo estándar, con instrumentos, para analizar <b>Mn, P, Cr, Ni</b> y Mo en hierros y aceros, <b>aplicando métodos analíticos</b> tradicionales.
1	Durómetro Brinell, portátil.

El logro del equipamiento completo de este taller es factible preveerlo por etapas o, al menos, en dos partes, **destacándose** como equipos caros y de indispensable importación el horno eléctrico de inducción y lo necesario para laboratorios; no obstante, una **colaboración** con las misiones **extranjeras** que apoyan la gestión del SECAP, **entran** en consideración subsiguiente.

Finalmente, tras la visita a múltiples **talleres** locales, donde **se** carece de **elementos**, equipos y accesorios para ensayar **tanto** arenas como aleaciones y piezas **fundidas**, el equipamiento **básico** descrito **tendrá** un significativo aporte extra en **prestación** de servicios y preparación de **recurso** humano.

### 3.3. Costo de la Infraestructura Física.

En la sección 3.2. se mostró una distribución de planta del taller de fundición (Fig. 2), el mismo que tendría una superficie de 864 m<sup>2</sup>., altura de paredes perimetrales 4m., cubierta de eternit a dos aguas (pendiente del 20%), con paredes interiores de 2m. de alto, columnas internas para el puente grúa y tres puertas metálicas, siendo dos de ellas útiles para el acceso de vehículos.

Para paredes exteriores de este tipo se acostumbra en ingeniería civil emplear bloques denominados pesados, con resistencia de 50 Kg/cm<sup>2</sup> a la ruptura (10 x 20 x 40 cm.), que se enmarcan en una estructura soporte que incluye muro de piedra base y riostra como cimentación, columnas cada tres metros -excepto donde coincide una columna metálica de la estructura de cubierta- viga intermedia de redificación a 2m. de altura y viga de coronación, todas éstas de hormigón armado. Las paredes interiores se asientan directamente sobre el contrapiso y

.....

tendrán una altura **máxima** de **2m.**, con columnas esquineras 0 en sectores rectos - que sobrepasen los **4m.** de largo, **más** viga de **coronación** o amarre. Las paredes se rdn de bloque revocados y rayados en - ambas caras.

La presentación de un presupuesto para **es** ta edificación considera que la planta se erigirá en un terreno preparado para el efecto, esto es, el terreno estd limpio , los accesos están definidos y los **movi-** mientos de tierra requeridos han sido **eje-** cutados.

Sobre el cuadro de costo de edificación - que sigue (cuadro N<sup>o</sup> 8). Cabe añadir las siguientes notas:

1. En lo denominado "Obras Preliminares " están incluidos los rubros que no son propios del diseño de la planta, pero que **son necesarios** para la ejecución de la obra, **tales** como casetas de **mate-** riales, instalaciones sanitarias **provi-** sionales, replanteo de la obra en el terreno, consumo de agua y luz durante la **construcción**, etc.

2. El cálculo especializado correspondiente a las instalaciones eléctricas no se ha establecido.
3. El tiempo estimado de **construcción** es alrededor de tres meses; los rubros contemplan material y mano de obra normales en el mercado **construc**tor actual.
4. Del valor total y de la superficie total se deduce que el costo **referencial** por metro cuadrado es de cuarenta y tres mil ochenta y dos su **res**(43.082 S/ m2.).

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL S/.	OBSERVACIONES
. Obras preliminares.	Global	---	---	1'200.000	Rubros necesarios fuera de diseños.
. Estructura					Metálica y cubierta de eternit.
<b>A) Cimentación</b>	Unit.	14	30.000	420.000	Hormigón Armado
<b>B) Cerchas</b>	m <sup>2</sup>	999	16.000	15'984.000	1 cubierta metálica
<b>C) Contrapisc</b>	m <sup>3</sup>	172.8	32.000	5'529.000	h=0.20 Horm. simple.
. Pareces					
A) Exteriores	m <sup>2</sup>	460	7.725	3'553.500	h= 4 m.
B) Interiores	m <sup>2</sup>	224	5.000	1'120.000	h= 2 m.
. Estructura puente grúa	m <sup>3</sup>	8.8	80.000	704.000	h=3.2m. h. armado
. Inst. Sanitario	Global	---	---	552.000	S.W., duchas
. Puertas					
<b>A) Metálicas</b>	m <sup>2</sup>	24	22.000	528.000	
<b>B) Madera</b>	Unit.	5	28.000	140.000	Con cerradura
. Cubiertas int.	m <sup>2</sup>	161	8.000	1'288.000	
. Subtotal				31'019.100	
. Imprevistos	%	5	---	1'550.000	
. Administ. / DT	%	15	---	4'652.865	
. Total	---	---	---	37'222.920	

CUADRO Nº8: COSTO DE EDIFICACION EN PLANTA PILOTO DE FUNDICIÓN.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por tratarse de un trabajo que se enfoca por primera vez dentro de lo que constituye la fuerza laboral del Grupo - 34 de la Clasificación Internacional Industrial Unificada (C.I.I.U.), Industrias Metálicas Básicas, a nivel ecuatoriano, la presente propuesta tiene el **caracter** de **anteproyecto** y su contenido puede ser complementado para alcanzar el **propósito** principal, pero es de remarcar el siguiente grupo de conclusiones y recomendaciones finales.

## CONCLUSIONES

1. El primer resultado de la **metodología** aplicada, es el de constatar una necesidad nacional de trabajadores **calificados** en las ocupaciones de Modelista, Moldeador y Fundidor de metales, que pueden ser receptados en los talleres artesanales o de la pequeña industria, **así** como también en las industrias de fundición de mayor capacidad de **producción**.
2. Los **Módulos** propuestos son esencialmente de **formación básica** dentro de la **concepción** moderna del proceso de **fundición** de metales; sus componentes instruccionales están **a nivel** de fundamentos principales, pero a su vez, **constituyen** el punto de partida para continuar - otros **Módulos**, como serían por ejemplo: Moldeo en prensa, Moldeo en **cáscara**, Fabricación de hierros -

especiales en cubilote, **Fabricación** de hierros grises normalizados en hornos de inducción, etc.

3. Resulta concluyente que el dictado de cursos para **construcción** de modelos para fundición, o sea, para formar Modelistas, de lo cual se ocupa el **Módulo** Uno dentro de este anteproyecto, es un apoyo que el **sec**tor aludido está solicitando, dado que el carpintero o ebanista tradicional del medio no tiene el **conoci**miento vinculado a la especialidad o arte de **obtención** de piezas fundidas.

Afortunadamente, para resolver la problemática de esta conclusión principal, este primer módulo puede **dic**tarse **facilmente** en CERFIL, considerándose como un trabajo de **introducción** y experiencia previa a la **implementación** de la carrera.

4. La **determinación** de necesidades de **capacitación** está **concentrada** en el nivel de mando intermedio y trabajadores, por cuyo motivo servirá a todos los talleres. y **empresas que** integran el sector. Se inicia la **resolu**ción al problema de calificación de la mano de obra - vinculada a este proceso manufacturero, el mismo que, sorpresivamente, tiene los más bajos escalones comparativos de calidad y **tecnología** frente a los procesos de manufactura por soldadura, por **deformación** y por desprendimiento de material.



De la primera parte del anteproyecto también se **conclu**  
ye que esta **condición** ha incidido desventajosamente en  
los otros grupos de **actividad económica interrelaciona**  
**dos**, **cual** el caso de la producción de maquinaria y  
equipos, maquinaria eléctrica y equipos de **transporte**.

5. Sobre la **estructuración** del perfil de la **Carrera** han -  
primado las razones del relativo pequeño mercado **nacio**  
**nal**, las razones técnicas en la tradición de procesos  
empleados en el medio y las razones vinculadas a los  
metales preferidos (hierro gris, fundición nodular ,  
**bronces** y aluminios); pero no se ha descuidado las **pro**  
**yecciones** futuras inmediatas que introduzcan cambios -  
hacia nuevos procesos.

6. La metodología del diseño pedagógico para la planifica  
**ción** de nuevos cursos está abierta, pero se tiene **cla**  
ro el campo de acción (por la descripción técnica del  
mercado), y, de manera preferente, avanzar con el uso  
de moldes a base de resinas.

7. Esta iniciativa (el anteproyecto) se sustenta en el  
demostrado interés de recuperar atrasos en la asisten  
cia **técnica**, en que no se requiere un tiempo **prolonga**  
do para montar el taller-escuela, y en que también -  
muchos **pequeños** y **medianos** empresarios adolecen **de**  
**una extensión** con laboratorios de ensayos para **asimila**

ción y subsecuente adaptación de otras tecnologías y de ayudas en sistemas organizativos.

8. Queda conciencia de que este trabajo es **susceptible** de precisiones y afinamientos y -coincidentalmente- su me jor logro es haber sistematizado de alguna manera las informaciones e ideas que fue posible reunir sobre el tema; **luego**, se verá propicia la **discusión constructi** va que consolide los planteamientos **más idóneos** en es te tópico tecnológico.
9. Conocidos los contenidos individuales por materia (**Ca** pítulo II), es posible proyectar otros itinerarios de formación, como por ejemplo: a) Partir de un **Módulo -** **Básico** en **Fundición** (Tecnología de le Especialidad , **Tecnología** de Materiales, **Cálculo Técnico**, **Dibujo -** **Técnico**). b) Diversificar hacia otros Módulos de acu erdo a objetivos instruccionales y ocupacionales **espe** cíficos, donde se incorporen las prácticas de taller.
10. El costo de la infraestructura **física** y del **equipamien** to **resultarían** en una **inversión** en capital de educa- ción y formación de la fuerza de trabajo activa **que** incrementard la productividad y calidad en el **sector** metalúrgico, sector que incorporard mejor los avances tecnológicos y que **faborece** mucho a otros sectores **in** dustriales.

## RECOMENDACIONES

1. Incluir el Proyecto en los planes de creación de **nue-**vas carreras técnicas que contempla SECAP, considerando que existe consenso positivo dentro del área para la **ejecución** de los planes propuestos.
2. Desglosar la lista de requerimientos de equipos y accesorios para construir una parte en los mismos talleres del SECAP; naturalmente aquellos que se basan en elementos y materiales disponibles en el mercado **na**cional (cubilote, mesas de trabajo, herramientas manuales, tamices, cajas, horno basculante, etc.).
3. Pasar a la etapa de Proyecto de Carrera Tecnológica - en Fundición apoyándose en la colaboración de otras - instituciones como Escuela Superior Politécnica del Litoral, Centro de Desarrollo Industrial (CENDES), **Pe**queña y Mediana Industria (Subsector Metalmeccdnico) , entre otras.
4. Conocido el interés de varios talleres por apoyar el proyecto, podrfase iniciar un entrenamiento con **siste**ma dual, esto es, el entrenamiento compartido entre CERFIL y Talleres Miscelbneos, para aprovechar y **ensa**yar los Programas y Planes de Enseñanza.

....

5. Iniciar la elaboración de Fchas Instruccionales pertenecientes al Módulo de Modelería en Fundición y puesta en marcha de dicha etapa, pues no existe restricción alguna para ello en las condiciones actuales de CERFIL, donde se cuenta incluso con el Instructor Técnico para el efecto.
  
6. Proponer hacia la estructuración de un Comité Sectorial con representación pública y privada que coadyuve a la ejecución y mejoramiento del proyecto, así como de su aprovechamiento integral y constante. Un Comité Sectorial formulará mejor las estrategias para el desarrollo dinámico y concertado del sector metalúrgico.

## B I B L I O G R A F I A

- ( 1 ) ALVARADO, B. **Física** General, Harla, México, 1983
- ( 2 ) AMERICAN ECUNDRYMEN'S SOCIETY, INC. Manual de Arenas para fundición, Des Plaines, Illinois, 1967
- ( 3 ) APPOL, FEILER, REINHARD, SCHMIDT. Tecnología de los metales, Editorial Reverte, Barcelona, 1984.
- ( 4 ) ARIAS, PFISTER, VENEGAS. La transferencia de **tecnología** en el Ecuador, Espol, Guayaquil, 1988.
- ( 5 ) AVNER, S. **Introducción** a la metalurgia **física**, Mc. Graw Hill, México, 1981
- ( 6 ) BIEDERMANN, HASSENKIEFF. Fundición del hierro y del acero, José Montesó, Argentina, 1957
- ( 7 ) BIEDERMANN, HASSENKIEFF. Fundición 'de metales no férreos, hornos eléctricos y ensayo de los metales, José Montesó, Buenos Aires, 1955, **Pág.** 194-208
- ( 8 ) CAPELLO. E. **Tecnología** de la **Fundición**, Gustavo Gili S.A., Barcelona, 1974
- ( 9 ) CEBCA. La capacidad de **subcontratación** en el Ecuador, Cicetronic **Cía.** Ltda., Quito, 1987
- (10) CENDES. **Acería** Integrada, Quito 1975
- (11) CENDES. Año 2000. El Desarrollo Industrial Ecuatoriano a fines del presente siglo: **Políticas** y **mecanismos** de acción, Tomo 1, "Síntesis del Estudio" , Quito, 1988
- (12) CENDES. Año 2000. **El** Desarrollo Industrial Ecuatoriano a fines del presente siglo: **Políticas** y **Mecanismos** de **acción**, Tomo IV, "Una política **tecnológica** industrial", Quito, 1988
- (13) CENDES. La Industria Siderúrgica y sus Perspectivas **en** el Ecuador, Quito, 1973,
- (14) CENDES. Mejoramiento de la Fundición de hierro gris, Quito, 1972.

- (15) CEPAL, AAT. Manual de Proyectos de Desarrollo Económico, New York, 1972
- (16) CINTERIOR, OIT. Metodología del análisis ocupacional, Montevideo, 1981
- (17) COLADA, Revista de la Asociación Técnica y de Investigación de Fundición, Vol. 8 Num. 10, Madrid, Octubre 1975, pdg, 388 - 403.
- (18) DAZA, E. Proyecto de un laboratorio de arenas de moldeo para la Universidad Técnica de Manabí, Tesis de Grado, Portoviejo, 1972
- (19) HAKKA, M. Análisis de mercado y preparación de proyectos de fundición en el Ecuador, Quito, 1985,
- (20) HOLGER, S. Matemática Aplicada para Técnica Mecánica, GTZ, Alemania, 1981
- (21) JELAMBI, O. Curso de higiene y seguridad industriales, IEISS, Quito, 1977
- (22) MALISHEV, NIKOLAIEV, SHUVALOV. Tecnología de los metales, Editorial MIR, Moscú, 1975.
- (23) MILLER, A. Química elemental, Harla
- (24) MORALES, D. Procesos de fabricación, ESPOCH, Riobamba, 1980
- (25) NOLKER, SCHOENFELDT. Formación profesional, Editorial Reverté, 1983
- (26) PAZ, M. Gestión tecnológica, Espol, Guayaquil, 1988
- (27) SCHARER, U. Ingeniería de manufactura, Compañía Editorial Continental, S.A., 1984
- (28) SECAP. Memorias de Jornadas de Formación Profesional, Quito, 1987
- (29) SECAP. Metodología del diseño pedagógico, Quito, 1984
- (30) SECAP. Plan de enseñanza y Programa Analítico del Curso Modular de Aprendizaje Mecánico Industrial.

- (31) SECAP. Programas de Capacitación de **Mecánica Industrial**, Quito, 1985
- (32) SENA. Planes y Programas de **Formación Profesional**, Bogotá, 1988
- (33) VILLALOBOS, ESPINOZA, CEVALLOS. Programa para la -  
creación de la Escuela de **Tecnología Mecdnica**, **Es**  
**pol**, Guayaquil, 1981

••  
••

••

•

••