

**MODERNIZACION Y ESTRUCTURACION DE LOS LABORATORIOS  
DE FUNDICION Y MOLDEO**

**ALVARO FUENTES RICO**

**NATALIA CARRILLO CRISTANCHO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE FISICOQUIMICAS**

**BUCARAMANGA**

**2006**

**MODERNIZACION Y ESTRUCTURACION DE LOS LABORATORIOS  
DE FUNDICION Y MOLDEO**

**ALVARO FUENTES RICO**

**Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Metalúrgico**

**NATALIA CARRILLO CRISTANCHO**

**Tesis de grado para optar el título de Ingeniera Metalúrgica**

**Tutores**

**Ing. ARNALDO ALONSO BAQUERO**

**Ing. Wilson Vesga**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE FISICOQUIMICAS**

**BUCARAMANGA**

**2006**

A Dios todopoderoso,  
por la vida y la sabiduría.  
A José mi padre,  
quien desde la tranquilidad  
de su morada eterna  
se sentirá muy orgulloso.  
A Teresa mi madre,  
pilar fundamental en mi vida  
y apoyo sin igual y permanente.  
A Alba Rocio,  
mi amada esposa,  
por su desmedido amor y comprensión,  
Ya mi familia por su fraternidad.

Alvaro

A los que me dieron fuerza y motivación para continuar  
A Dios por la vida  
A Tomas mi padre por guiarme en este camino  
Por la fe, dedicación, amor, paciencia.  
A Elsa mi madre por su apoyo y amor.  
A mi hermana Alexandra por creer en mí, y en mis sueños,  
por ser incondicional.  
A mis hermanitos, Pipe y Tomas por ser tan maravillosos y  
especiales  
A mis amigos y compañeros  
A la danza por ser mi inspiración.  
A mi familia por representar la fuerza.

Natalia

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

M. Sc. IVAN URIBE PEREZ, por su apoyo en la realización de este trabajo.

Ing. ARNALDO ALONSO BAQUERO, quien en todo momento nos brindó sus conocimientos y amistad en la dirección de este trabajo.

Ing. WILSON VESGA, por sus aportes y recomendaciones.

MARIO NAVARRETE, por su constante colaboración y dedicación.

DANIEL GARAVITO, por sus valiosos aportes.

ALCIRA NAVAS, por su amistad y apoyo incondicional.

A todas las personas y entidades que mostraron interés en la realización de la propuesta.

Las familias Fuentes Rico y Carrillo Cristancho, por su amor y confianza.

## **TABLA DE CONTENIDO**

	Pág.
INTRODUCCION	16
OBJETIVOS	18
1. FUNDAMENTOS TEORICOS	19
1.1 FUNDICION	19
1.1.1 Proceso de fundición	19
1.2. PROCEDIMIENTO DE MOLDEO	21
1.2.1 El molde	22
1.3 TIPOS DE ARENA	22
1.3.1 Arenas de moldeo	22
1.4 COLADA	25
1.5 EQUIPOS PARA PREPARACION Y CONTROL DE ARENAS PARA MOLDEO	25
1.5.1 Molienda	25
1.5.2 Clasificación de las arenas por análisis mecánicos	26
1.5.3 Resistencia en verde	28
1.5.4 Medición de permeabilidad	30
1.5.5 Medición de dureza	31
1.6 DISTRIBUCION Y ADECUAMIENTO EN EL LABORATORIO	32
1.6.1 Criterio de Layout	32
1.6.2 Estrategia de las cinco eses (5s)	37
2. METODOLOGIA	37
2.1 DIAGRAMA DE ESTRUCTURACION DE LOS LABORATORIOS DE FUNDICION Y MOLDEO	37

2.2	DIAGNOSTICO DE LOS LABORATORIOS DE FUNDICION Y MOLDEO	38
2.2.1	Diagnostico del laboratorio de fundición	38
2.2.1.1	Infraestructura	38
2.2.1.2	Equipos	41
2.2.1.3	Insumos	43
2.2.2	Diagnostico del laboratorio de Moldeo	43
2.2.2.1	Infraestructura	43
2.2.2.2	Equipos	44
2.3	PROPUESTA DE COMPRA DE EQUIPOS	48
2.4	PRACTICAS DE LABORATORIO PARA ESTUDIANTES	50
2.4.1	Practicas de laboratorio de procesos de moldeo	50
2.4.2	propuesta de realización de nuevas practicas	50
2.4.2.1	Determinación del PH	51
2.4.2.2	Evaluación de la activación de la bentonita por medidas de la aptitud al hinchamiento	52
2.4.2.3	Determinación de arcilla activa en una arena de moldeo	53
2.4.3	practicas de laboratorio de procesos de moldeo	55
2.5	SEGURIDAD INDUSTRIAL	55
2.5.1	Normas de seguridad en el laboratorio	56
2.5.2	Manifestaciones de peligro	57
2.5.3	Riesgos del trabajo sector metalmecánico y metalúrgico	58
2.5.4	Medio Ambiente	60
3.	RESULTADOS Y DISCUSION	60
3.1	REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS	63
3.2	PROPUESTA PARA EL MONTAJE DE UN SISTEMA DE MONORRIEL Y CARRUSEL PARA EL LABORATORIO DE FUNDICION	65
3.3	DISTRIBUCION DE LOS EQUIPOS	65
3.4	PRESUPUESTO	67
4.	CONCLUSIONES	75
	BILIOGRAFIA	76
	ANEXOS	77

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. cursogramas de disposición para las líneas de producción	34
Figura 2. Esquemas de disposición de equipos en líneas de montaje	35
Figura 3. Representación de las respuestas a la pregunta No.1	60
Figura 4. Representación de las respuestas a la pregunta No. 2	61
Figura 5. Representación de las respuestas a la pregunta No. 3	62
Figura 6. Representación de las respuestas a la pregunta No. 4	62
Figura 7. Representación de las respuestas a la pregunta No. 5	63

## LISTA DE FOTOS

		Pág.
Foto 1.	Tamizador por sacudidas Dietert	26
Foto 2.	Molino mezclador Simpson	27
Foto 3.	Determinador de humedad por circulación de aire caliente	28
Foto 4.	Determinador de humedad por rayos infrarrojos	28
Foto 5.	Estufa de secado de muestras AFS	28
Foto 6.	Determinador de humedad SPEEDY	28
Foto 7.	Apisonador de probetas Dietert	29
Foto 8.	Maquina universal de ensayos de resistencia	30
Foto 9.	Permeámetro Eléctrico	31
Foto 10.a	Medidor de dureza escala "B"	31
Foto 10.b	medidor de dureza escala "C"	31
Foto 11.	Aspecto actual del patio de fundición	39
Foto 12.	Aspecto de la bodega de almacenamiento de las Materias primas	40
Foto 13.	Aspecto del techo de la planta de aceros	40
Foto 14.	Aspecto del laboratorio de procesos de moldeo	44

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resumen de las necesidades de los equipos del Laboratorio de fundición	41
Tabla 2. Resumen de las necesidades de los equipos del Laboratorio de moldeo	45
Tabla 3. Propuesta de equipos a comprar	49
Tabla 4. Análisis de riesgos profesionales en el sector Metalúrgico	58
Tabla 5. Adquisición de bienes inmuebles	67
Tabla 6. Adquisición de bienes muebles	69
Tabla 7. Adquisición de bienes muebles (Maquinaria)	72
Tabla 8. Adquisición de bienes muebles (montaje e Instalaciones Eléctricas)	73

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A: Actual distribución del laboratorio de procesos de moldeo	79
Anexo B: propuesta de distribución del laboratorio de procesos de moldeo	81
Anexo C: Distribución actual del laboratorio de procesos de fundición	84
Anexo D: Propuesta de distribución de laboratorio de procesos de fundición	86
Anexo E: planos eléctricos laboratorio de moldeo	88
Anexo F: planos eléctricos laboratorio de fundición	89

**TITULO: MODERNIZACION Y ESTRUCTURACION DE LOS LABORATORIOS DE FUNDICION Y MOLDEO\***

**AUTORES:** ALVARO FUENTES RICO  
NATALIA CARRILLO CF ;HO\*\*

**PALABARAS CLAVES:** equipos, fundición, laboratorio, modernización, moldeo, presupuesto, repotenciación.

#### **RESUMEN**

Con la presente propuesta se pretende conseguir unos laboratorios de Procesos de fundición y Moldeo renovados y actualizados en su infraestructura, así como también dotándolos con equipos que se encuentren en un estado óptimo para facilitar la docencia y la investigación.

Se realizó un diagnóstico inicial, donde se analizaron las posibilidades de repotenciación de equipos y solicitud de compra de algunos otros, complementado con el trabajo de campo para conseguir las respectivas cotizaciones que soportan las solicitudes de compra de equipos y accesorios, así como de las adecuaciones a la planta física.

Se analizaron las prácticas de laboratorio normalizadas y se sugirió la utilización del manual PROCEDIMIENTOS TECNICOS DEL LABORATORIO DE FUNDICION, el cual se encuentra en los archivos de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales y que no se ha implementado como texto guía.

De esta manera se hace un aporte significativo al problema de repotenciación de equipos en los laboratorios de Fundición y Moldeo y por ende obtener los beneficios que esto representa a nivel de docencia, como son:

ampliación de la capacidad del laboratorio, pasar de 10 a 20 estudiantes atendidos por grupo, generación de nuevas tecnologías limpia, metodologías que respalden las investigaciones, proceso de aprendizaje e investigación más dinámico y productivo, ofrecer proyectos de investigación con otras instituciones.

Se concluye con una propuesta de presupuesto viable y económica para la adecuación de los laboratorios de fundición y moldeo de la escuela de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Industrial de Santander.

\*Tesis de grado; modalidad: Practica empresarial

\*\* Facultad de Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales.

Director de Escuela: Ing. Iván Uribe Pérez.

**TITLE: MODERNIZATION AND STRUCTURING OF THE LABORATORIES OF FOUNDRY AND MOLD**

**AUTHORS: ALVARO FUENTES DO  
NATALIA CARRILLO CRISTANCHO**

**KEY WORDS: equipments, foundry, laboratory, modernization, mold, presupposed, repotentiación.**

### **ABSTRACT**

With the present proposal it is tried to obtain to laboratories of Processes of renewed and updated foundry and moulding in its infrastructure, as well as equipping them with equipment that is in an optimal state to facilitate teaching and the investigation.

An initial diagnosis was made, where the possibilities of engine power upgrade of equipment and request of purchase of some others were analyzed, complemented with the work of field to obtain the respective quotations that support to the requests of purchase of equipment and accessories, as well as of the adjustments to the physical plant.

The standardized practices of laboratory were analyzed and the use of manual the TECHNICAL PROCEDURES OF the FOUNDRY LABORATORY was suggested, which is in the archives of the School of Metallurgical Engineering and Materials that has not been implemented as text guides.

This way one becomes a contribution significant to the problem of engine power upgrade of equipment in the laboratories of foundry and moulding and therefore to obtain the benefits that this represents teaching level, as they are: extension of the capacity of the laboratory, to happen of 10 to 20 students taken care of by group, generation of new technologies cleans, methodologies that endorse the investigations, process of learning and more dynamic and productive investigation, to offer projects of investigation with other institutions. One concludes with proposal of a viable and economic budget for the adjustment of the laboratories of foundry and moulding of the school of Metallurgical Engineering of the Industrial University of Santander.



## INTRODUCCION

La carrera de Ingeniería Metalúrgica se enfrenta a un proceso de renovación de la acreditación y para fortalecer este y dar cumplimiento a la reforma académica desarrolla un plan para modernizar, actualizar y ampliar los laboratorios de la carrera.

Basado en el plan de desarrollo institucional 1998-2005 que contempla la Reorganización y construcción de espacios para el aprendizaje y la socialización, la expresión, la recreación, la cultura y la calidad de vida en el campus universitario” como pilar de modernización Institucional con la adquisición, montaje instalación y mantenimiento de equipos y laboratorios; así como la adquisición de equipos para el mejoramiento de los procesos de aprendizaje (nuevas tecnologías), de acuerdo con los requerimientos del desarrollo académico.

Debido a las condiciones actuales de los laboratorios de fundición y moldeo de la escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencias de Materiales , aparece la necesidad de mejorar la falencia tecnológica que estos presentan; ya que es importante para desarrollo de esta área, situarlos como laboratorios modernos y competentes en este tipo de ensayos.

Estos laboratorios vienen prestando un soporte en el campo de la docencia con dificultades debido a la baja eficiencia de los equipos; que imposibilita un desarrollo en la investigación y una buena prestación de servicios.

La causa principal que genera el problema es el deterioro e insuficiencia de equipos, desgaste en sus partes que no permiten una calibración y por ende la no producibilidad en las pruebas que se realicen en ellos.

Según recomendaciones dadas por el proceso de acreditación del programa; es necesario mejorar lo que actualmente existe en infraestructura y equipos, de modo que permita su utilización masiva por parte de los estudiantes, diseñando sus propias prácticas y personalizando de esta forma sus experiencias con resultados confiables y precisos. Además de consolidar la formación en el área de fundición a partir de lo cual se benefician La Universidad, La Escuela de Ingeniería Metalúrgica, los estudiantes y la industria en general.

Se cuenta con un laboratorio de procesos de moldeo y un laboratorio de procesos de fundición los cuales fueron dotados de equipos en el año de 1960 y 1978; algunos de éstos han sido dados de baja por su deterioro e imposibilidad de ser reparados, los otros carecen de repuestos para su buen funcionamiento; además la cantidad de equipos son insuficientes para llevar a cabo las prácticas según nuevo pensum y por el número total de alumnos asignados para estos laboratorios.

El proyecto esta dirigido a los estudiantes de pregrado y postgrado, al área de investigación y prestación de servicios quienes además de contar con un laboratorio actualizado para la prácticas de fundición y moldeo, tendrán la oportunidad de fortalecer tales asignaturas teórico-prácticas.

En investigación permitirá un apoyo importante a esta área, ya que al adquirir esta tecnología generará mejores resultados debido a la calidad de las mediciones por lo tanto fortalecerá y brindará confianza a los estudios realizados.

La oportunidad de ofrecer proyectos de investigación con otras instituciones, enriqueciendo el desarrollo de la escuela representado en equipos, dinero e implementos.

En cuanto a la prestación de servicios a la comunidad se fortalecerá generando confianza permitiendo ofrecer procesos normalizados y acreditados en consultoría científica, análisis básicos o contratos especiales; dados por la nueva tecnología obteniendo resultados reproducibles de los ensayos; de igual forma los recursos obtenidos representarán la reinversión del laboratorio haciéndose auto sostenible.

## **OBJETIVOS**

### **General**

- Elaborar una propuesta para la modernización de los laboratorios de fundición y moldeo, con fines de actualizar y facilitar la labor de docencia, aprendizaje e investigación y generar un impacto en la comunidad fundidora con la implementación de mayor tecnología.

### **Específicos**

- Revisar y ajustar el diagnóstico realizado anteriormente sobre el estado de los equipos utilizados en dichos laboratorios, para poder repotenciarlos y sugerir compra de nuevos equipos según el caso.
- Evaluar las condiciones de la actual infraestructura que presentan los laboratorios de fundición y moldeo, y con base en ésta proponer una reforma acorde con sus necesidades.
- Revisar y ajustar el sistema de seguridad industrial.
- Verificar y Estandarizar las prácticas de los laboratorios de fundición y moldeo, basándose en las normas AFS.

## 1. FUNDAMENTOS TEORICOS

### 1.1. FUNDICION

Proceso de producción de piezas metálicas a través del vertido de metal fundido sobre un molde hueco, por lo general hecho de arena. El principio de **fundición** es simple: se funde el metal, se vacía en un molde y se deja enfriar, existen todavía muchos factores y variables que se deben considerar para lograr una operación exitosa de fundición. La fundición es un antiguo arte que todavía se emplea en la actualidad, aunque ha sido sustituido en cierta medida por otros métodos como el fundido a presión (método para producir piezas fundidas de metal no ferroso, en el que el metal fundido se inyecta a presión en un molde o troquel de acero), la forja (proceso de deformación en el cual se comprime el material de trabajo entre dos dados usando impacto o presión para formar la parte), la extrusión (es un proceso de formado por compresión en el cual el metal de trabajo es forzado a fluir a través de la abertura de un dado para darle forma a su sección transversal), el mecanizado y el laminado (es un proceso de deformación en el cual el espesor del material de trabajo se reduce mediante fuerzas de compresión ejercidas por dos rodillos opuestos).

#### 1.1.1. Procesos de Fundición

La realización de este proceso empieza lógicamente con el molde. La cavidad de este debe diseñarse de forma y tamaño ligeramente sobredimensionado, esto permitirá la contracción del metal durante la solidificación y enfriamiento. Cada metal sufre diferente porcentaje de contracción, por lo tanto si la presión dimensional es crítica la cavidad debe diseñarse para el metal particular que se va a fundir. Los moldes se hacen de varios materiales que incluyen arena, yeso, cerámica y metal. Los procesos de fundición se clasifican de acuerdo a los diferentes tipos de moldes.

## 1.2 PROCEDIMIENTO DE MOLDEO

Los moldes se clasifican según los materiales usados.

- **Moldes de arena en verde.** Es el método más común que consiste en la formación del molde con arena húmeda, usada en ambos procedimientos. La llamada arena verde es simplemente arena que no se ha curado, es decir, que no se ha endurecido por horneado. El color natural de la arena va desde el blanco hasta el canela claro, pero con el uso se va ennegreciendo. La arena no tiene suficiente resistencia para conservar su forma, por ello se mezcla con un aglutinante para darle resistencia; luego se agrega un poco de agua para que se adhiera. Esta arena se puede volver a emplear solo añadiendo una cantidad determinada de aglutinante cuando se considere necesario.
- **Moldes con capa seca.** Dos métodos son generalmente usados en la preparación de moldes con capa seca. En uno la arena alrededor del modelo a una profundidad aproximada de 10 mm se mezcla con un compuesto de tal manera que se seca y se obtiene una superficie dura en el molde. El otro método es hacer el molde entero de arena verde y luego cubrir su superficie con un rociador de tal manera que se endurezca la arena cuando el calor es aplicado. Los rociadores usados para este propósito contienen aceite de linaza, agua de melaza, almidón gelatinizado y soluciones líquidas similares. En ambos métodos el molde debe secarse de dos maneras: por aire o por una antorcha para endurecer la superficie y eliminar el exceso de humedad.
- **Moldes con arena seca.** Estos moldes son hechos enteramente de arena común de moldeo mezclada con un material aditivo similar al que se emplea en el método anterior. Los moldes deben ser cocados totalmente antes de usarse, siendo las cajas de metal. Los moldes de arena seca mantienen esta forma cuando son vaciados y están libres de turbulencias de gas debidas a la humedad.

- **Moldes de arcilla.** Los moldes de arcilla se usan para trabajos grandes. Primero se construye el molde con ladrillo o grandes partes de hierro. Luego, todas estas partes se emplastecen con una capa de mortero de arcilla, la forma del molde se empieza a obtener con una terraja o esqueleto del modelo. Luego se permite que el molde se seque completamente de tal manera que pueda resistir la presión completa del metal vaciado. Estos moldes requieren de mucho tiempo para hacerse y su uso no es muy extenso.
- **Moldes furánico.** el proceso es bueno para la fabricación de moldes usando modelos y corazones desechables. La arena seca de grano agudo se mezcla con ácido fosfórico el cual actúa como un acelerador. La resina furánica es agregada y se mezcla de forma continua el tiempo suficiente para distribuir la resina. El material de arena empieza a endurecerse casi de inmediato al aire, pero el tiempo demora lo suficiente para permitir el moldeo. El material usualmente se endurece de una a dos horas, tiempo suficiente para permitir alojar los corazones y que puedan ser removidos en el molde. En uso con modelos desechables la arena de resina furánica puede ser empleada como una pared o cáscara alrededor del modelo que estará soportado con arena de grano agudo o en verde o puede ser usada como el material completo del molde.
- **Moldes de CO<sub>2</sub>.** En este proceso la arena limpia se mezcla con silicato de sodio y es apisonada alrededor del modelo. Cuando el gas de CO<sub>2</sub> es alimentado a presión en el molde, la arena mezclada se endurece. Piezas de fundición lisas y de forma intrincada se pueden obtener por este método, aunque el proceso fue desarrollado originalmente para la fabricación de corazones.
- **Moldes de metal.** Los moldes de metal se usan principalmente en fundición en matriz de aleaciones de bajo punto de fusión. Las piezas de fundición se obtienen de formas exactas con una superficie fina, esto elimina mucho trabajo de maquinado.

- **Moldes especiales.** Plástico, cemento, papel, yeso, madera y hule todos estos son materiales usados en moldes para aplicaciones particulares.

### **1.2.1 El molde**

El molde debe poseer las siguientes características:

Debe ser lo suficientemente fuerte para sostener el peso del metal.

Debe resistir la acción de la erosión del metal que fluye con rapidez durante la colada.

Debe generar una cantidad mínima de gas cuando se llena con el metal fundido. Los gases contaminan el metal y pueden alterar el molde.

Debe construirse de modo que cualquier gas que se forme pueda pasar a través del cuerpo del molde mismo, más bien que penetrar el metal.

Debe ser suficientemente refractario para soportar la alta temperatura del metal y poderse desprender con limpieza del colado después del enfriamiento.

El corazón debe ceder lo suficiente para permitir la contracción del colado después de la solidificación.

## **1.3 TIPOS DE ARENA:**

### **1.3.1 Arenas de moldeo**

Las arenas de moldeo están compuestas por arena y arcilla, que proporciona cohesión y plasticidad a la mezcla, facilitando su moldeo y dándole resistencia suficiente para mantener la forma adquirida después de retirar el moldeo y mientras se vierte el material fundido. El

aumento de los costos de las materias primas está forzando a las fundiciones a recuperar las mayores cantidades posibles de mezclas de arenas para ser usadas de nuevo, si bien generalmente esto no afecta de forma sensible al consumo de arcilla. El reciclado, en la mayoría de los casos, no es posible, pues la mezcla alcanza temperaturas superiores a los 650°C, y a esas temperaturas la arcilla pierde parte de su agua de constitución, proceso que es irreversible, y pierde con ello sus propiedades, no pudiendo ser recuperada.

- Arena Sílica ( $\text{SiO}_2$ ): se encuentra en muchos depósitos naturales, y es adecuada para propósitos de moldeo por que puede resistir altas temperaturas sin descomponerse. Esta arena es de bajo costo, tiene gran duración y se consigue en una gran variedad de tamaño y formas de grano. Por otra parte, tiene una alta relación de expansión cuando esta sometida al calor y tiene cierta tendencia a fusionarse con el metal.

La arena sílica pura no es conveniente por si misma para el trabajo de moldeo puesto que adolece de propiedades aglomerantes. Las propiedades aglomerantes se pueden obtener por adición de 8 a 16% de arcilla. Los tres tipos de arcilla comúnmente usados son, la Caolinita, Illita y Bentonita. Esta ultima, usadas con mas frecuencia, proviene de cenizas volcánicas

- Arenas naturales (semisintéticas): estas se han formado por la erosión de las rocas ígneas; se mezclan adecuadamente con arcillas al extraerlos en las canteras y solo se requiere agregarles agua para obtener una arena conveniente para moldeos de piezas fundidas de hierro y metales no ferrosos. La gran cantidad de materia orgánica encontrada en las arenas naturales impiden que sean lo suficientemente refractarias para usos en temperaturas elevadas, tal y como en el modelo de metales y aleaciones con alto punto de fusión.

- Las arenas de moldeo sintéticas se componen de Sílice lava de granos agudos, a lo que se añade 3 a 5% de arcilla. Con las arenas sintéticas se generan menos gas ya que se requiere menos del 5% de humedad para que desarrolle su resistencia adecuada.

Para determinar la calidad esencial de la arena de fundición se hace necesaria algunas pruebas periódicas. Las pruebas pueden ser químicas como mecánicas.

Las mayorías de las pruebas mecánicas son simples y no requieren equipos elaborados. Varias de las pruebas están diseñadas para determinar las siguientes propiedades de la arena de moldeo:

Permeabilidad: La porosidad de la arena que permite el escape de los gases y vapores formados en el molde.

Resistencia: La arena debe ser cohesiva hasta el grado de que tenga suficiente ligazón, tanto el contenido de agua como el de arcilla, afecta la propiedad de la cohesión.

Resistencia en seco: es la resistencia necesaria en la arena para mantener la forma de la cavidad del molde cuando este seca.

Resistencia en verde: es la capacidad de la arena para formar grumos para retener la forma necesaria.

Refractariedad: La arena debe resistir las altas temperaturas sin fundirse.

Resistencia en caliente: Esta resistencia hace que la arena no se deteriore ni cambie sus dimensiones. Una vez que el metal se solidifica y seca las orillas del molde, la arena se calentará mucho; pero en ese momento se solidificó el metal y no es crítico el estado de la arena.

Desprendimiento: Es la facilidad de la arena para sacudirla o sacarla después que solidificó la pieza. Si la arena tiene mucho aglutinante se endurece mucho al secarlas y se hace difícil separarla de la pieza fundida.

Tamaño y forma del grano: La arena debe tener un tamaño de grano dependiente de la superficie que se trate de producir, y los granos deben ser irregulares hasta tal grado que mantenga suficiente cohesión.

#### **1.4 Colada (vaciado)**

En talleres y fundiciones de producción pequeña, los moldes se alinean en el piso conforme se van haciendo y el metal es tomado entonces en pequeñas cucharas de vaciado. Cuando se requiere mas metal o si un metal mas pesado es vaciado, se han diseñado cucharas para ser usadas, por dos hombres. En fundiciones grandes, están comprometidas en la producción en masa de piezas fundidas, el problema de manejo de moldes y vaciado de metal se resuelve colocando los moldes sobre transportadores y haciéndolos pasar lentamente por una estación de vaciado. La estación de vaciado puede ser localizada permanentemente cerca del horno o el metal puede ser traído a ciertos puntos por equipo de manejo aéreo. Los transportadores sirven como un almacén de lugar para los moldes, los cuales son transportados a un cuarto de limpieza.

El rechupe, debido a la falta de alimentación de la pieza. Las superficies internas de esta cavidad están cubiertas con cristales dendríticos y no están oxidadas.

#### **1.5 EQUIPOS PARA PREPARACION Y CONTROL DE ARENAS PARA MOLDEO**

Para poder determinar las características de las arenas de moldeo presentamos una consecución de procesos y equipos utilizados para este fin.

##### **1.5.1 Molienda**

La función de un molino mezclador es activar la bentonita disponible dentro de la arena. Debido a que una mezcla de agua y arcilla es en extremo tenaz, el molino utiliza ruedas que incorporan fuerzas tanto de compresión como de corte para activar las partículas de bentonita sobre los granos de arena. Las ruedas del molino son extremadamente importantes para generar las cargas apropiadas de compresión y corte requeridas para desarrollar plenamente las propiedades físicas de la arena de moldeo.

Propiamente la arena bien acondicionada es un factor importante en la obtención de una buena pieza fundida. Las arenas nuevas así como las usadas preparadas adecuadamente, contienen los siguientes resultados:

El aglutinante esta distribuido más uniformemente en los granos de arena.

El contenido de humedad esta controlado y además la superficie particular esta humedecidas.

Las partículas extrañas están eliminadas de la arena.

La arena se ventila de tal manera que no se compacta y esté en condiciones propias para el moldeo.

Por razón de que acondicionar la arena a mano es difícil la mayoría de las fundiciones tienen equipos apropiados para esta operación

### **1.5.2 Clasificación de las arenas por análisis mecánicos**

En cualquier método de clasificación de arena, cada grado se refiere a un determinado número de partícula. De esto modo el grado de arcilla verdadero se especifica por lo general como consistente en partículas de diámetro inferior a 0.01 mm.

La separación de los distintos grados de partículas puede llevarse a cabo por tamizado por sacudidas a través de una serie de tamices con aperturas de malla normalizas.

Foto 1. Tamizador por sacudidas DIETERT



Tomado de: [www.dietert.com](http://www.dietert.com)

Es importante que la muestra a ensayar sea una verdadera representación del conjunto de la arena y por ello es común tomar varias muestras de diferentes partes de una carga, mezclarlas entre si y cuartearlas hasta que se obtenga una muestra de tamaño conveniente para la preparación final.

Como se menciono anteriormente esta muestra necesita ser mezclada para obtener una distribución uniforme del aglomerante, en un molino mezclador de laboratorio (ver foto 2), en el que se humedece con agua hasta el tanto por ciento necesario para el ensayo. Después de humedecida, la muestra debe almacenarse

durante veinticuatro horas en un recipiente estanco al aire, antes de ensayar su coherencia permeabilidad y resistencia en seco.

Foto 2. Molino Mezclador SIMPSON



Tomado de: Revista Laboratory equipment for control of casting quality, No. 123. Michigan, USA. 1996. GEORGE FISHER

La determinación del contenido de arcilla y de la composición granulométrica de la arena lavada se efectúa en una muestra de peso conocido por el método de sedimentación o decantación (Ver foto 1a). La composición granulométrica se refiere a tanto por ciento en peso.

El contenido de humedad se determina por el método normal de laboratorio de secar un peso constante a 110°C. En nuestro caso presentamos cuatro métodos sencillos y rápidos:

- Por circulación forzada de aire caliente. (Ver foto 3)

- Método de infrarrojos (Ver foto 4)
- Método de estufado (Ver foto 5)
- Reacción de agua mas carburo de calcio (Ver foto 6)

Foto 3. Determinador de humedad



Foto 4. Determinador humedad por rayos infrarrojos



Foto 5. Estufa de secado AFS



Foto 6. Determinador de humedad speedy



Fotos tomadas de: [www.dietert.com](http://www.dietert.com)

### 1.5.3 Resistencia en verde

Se han empleado 4 tipos de ensayo para medir la resistencia aglomerante en verde de la arenas. Estos son: Ensayos de probetas a compresión, esfuerzo cortante tracción y suspensión. De todos ellos el de compresión es desde luego el que más se emplea.

Es conveniente considerar el ensayo en dos partes:

- a) Preparación de probetas AFS
- b) Ensayo de compresión

La probeta normalizada por la AFS es de 2 pulg de diámetro por 2 pulg de longitud (50.8\*50.8 mm), con una sección transversal de 3.142 pulg<sup>2</sup> (2027 mm<sup>2</sup>) y un volumen de 103 cm<sup>3</sup>.

La probeta se prepara apisonando la cantidad necesaria de arena en un tubo de superficie lisa con tres golpes de un apisonador foto 8. El golpe de este se consigue por medio de un peso de 14 libras (6.360Kg) cayendo desde una altura de 2 pulg (50.8 mm), y se regula la cantidad de arena en tubo de manera que la probeta tenga una tolerancia de mas o menos 1/62 de pulg referida a la longitud normaliza de 2 pulg la cual indicada en una marca que lleva el apisonador.

Foto 7. Apisonador de probetas AFS



Tomado de: [www.dietert.com](http://www.dietert.com)

La probeta se extrae del tubo y se lleva a la maquina universal de ensayos de resistencia foto 7. En ella se aumenta la carga gradualmente por medio de un volante de mano hasta que la muestra desmorona. La carga total de rotura en libras o en kilogramos que indica la esfera da, dividiendo la lectura máxima por el área de la sección transversal de la probeta, la resistencia expresada en lib/pulg<sup>2</sup> o

en Kg/mm<sup>2</sup>. Se toman precauciones para tener la seguridad de que la carga actúe axialmente sobre la probeta, y que no hay rozamiento ni vibraciones.

Foto 8. Maquina universal de ensayos de resistencia



Tomado de: [www.dietert.com](http://www.dietert.com)

La resistencia de la arena de moldeado en seco se mide con el mismo procedimiento que sigue la probeta de ensayo con arena verde.

Una vez la probeta se ha retirado del tubo se introduce en una estufa para secado de muestras AFS foto 5. Hasta conseguir su resistencia máxima. La temperatura de secado variara según la clase de arena. La resistencia de algunas decrece al calentarlas por encima de 150 y 170 °C, mientras que con otras pueden conseguirse mejores resultados con temperaturas superiores a 200 °C, y, por consiguiente, con una arena de características desconocidas, hay que hacer los ensayos a temperaturas comprendidas entre 150 y 200 °C, a fin de determinar las condiciones optimas. Por lo general con un periodo de secado de una a dos horas y el horno debe ser capaz de mantener una temperatura constante con una tolerancia de más o menos de 10 °C respecto al valor requerido y estar ventilado de tal manera que de cómo mínimo diez cambios de aire por hora. Al retirar la probeta del horno se deja enfriar hasta temperatura ambiente, preferiblemente en un desecador, o también puede ensayarse recién salida del horno puesto que la absorción de humedad de la atmósfera reduce apreciablemente la resistencia de las arenas en seco.

#### **1.5.4 Medición de permeabilidad**

La permeabilidad se expresa como el volumen de aire (cm<sup>3</sup>) que pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de sección de la arena, y sometido a la unidad de presión. Se determina midiendo la velocidad del aire a través de una muestra normalizada de arena, y operando con la presión unidad. Se utiliza el medidor de permeabilidad foto 10. Con normas AFS con el cual se aplican las probetas AFS preparadas

anteriormente. Para los ensayos con arena verde se deja la probeta en el tubo de preparación y se traslada al equipo de ensayo.

Foto 9. Permeámetro eléctrico



Tomado de: [www.dietert.com](http://www.dietert.com)

### 1.5.5 Medición de dureza

La dureza real o grado de apisonado de los moldes, se hace por medio de los medidores de dureza foto 11a y 11b. Los cuales dan un valor numérico.

Este medidor tiene en su base una bola de acero, con la cual se comprime cualquier parte del molde, y la resistencia a la penetración se lee en el cuadrante.

Foto 10a Medidor de dureza escala "B"



Foto 10b Medidor dureza escala "C"



Tomado de: [www.Dietert.com](http://www.Dietert.com)

## **1.6 DISTRIBUCION Y ADECUAMIENTO EN EL LABORATORIO**

Dentro de los criterios básicos de organización más comunes se encuentra el criterio de Layout y la estrategia de las 5s, los cuales proporcionan las herramientas necesarias para la correcta adecuación de los laboratorios.

### **1.6.1. Criterio de layout**

En una planta o en un laboratorio, propiciar el ordenamiento de los equipos, insumos, etc. Es un problema de suma importancia, debido a que esto permite facilitar los procesos y por ende conseguir resultados satisfactorios en los mismos. Lo que persigue el criterio de verificación de layout, es una combinación de la eficacia y la eficiencia de los procesos que favorezcan la consecución de un

ambiente óptimo de trabajo que sea compatible con el sistema de calidad. El concepto de LAYOUT involucra variables fundamentales como son: El producto, el proceso, el movimiento y la disposición.

El producto y el proceso: En cuanto al producto y el proceso se debe tener en cuenta el nivel de medios que se involucran en una planta, el cual incluye insumos, materiales, salida de productos, procesos y operaciones, manejo de material, servicios y estructura de planta física. El objetivo primordial que se persigue en el lugar de trabajo es la elaboración de un producto con un diseño deseado en cantidades y calidades requeridas a un costo óptimo.

Diagrama o planteamiento de disposición: Este diagrama siempre está sujeto a factores como Producción, pronóstico de demanda, niveles de rendimiento de las operaciones pérdida en el procesamiento y en el control de piezas producidas por unidad de tiempo. Para hacer el planeamiento de Layout, primordialmente es necesario definir los procesos o ensayos.

Las operaciones necesarias para realizar las secuencias de montaje, el número de máquinas y la cantidad de trabajo directo útil para llevar a cabo las operaciones, son las variables que debe propiciar un acertado esquema de planeamiento.

Para definir un ensayo es necesario definir previamente los equipos, accesorios y demás elementos utilizados en él, como también al personal técnico requerido para su satisfactoria realización. Dentro de los principales factores que se deben tener en cuenta para determinar los requisitos de maquinaria, son el número de ciclos de producción, el tiempo necesario para la realización de la operación y el uso de la maquinaria.

Factor de uso: El factor de uso es la relación existente entre el máximo posible de equipos disponibles y las horas de producción totales, este depende en primer lugar del diseño del equipo, de su aprovechamiento y de la política de mantenimiento. La exactitud y precisión de los ensayos únicamente puede lograrse mejorando los programas de mantenimiento preventivo y calibración. Resulta imposible esperar, un factor de uso máximo sin un programa de mantenimiento bien planificado, organizado y administrado.

Movimiento y disposición: Después de determinar el número de equipos necesarios para el funcionamiento del laboratorio, es esencial que la disposición de éstos dentro del espacio físico permite avanzar desde los materiales sin trabajar hasta el producto a despachar de una manera sistemática, con un mínimo de retornos y empleando las distancias mas cortas a un mínimo costo.

Los tipos principales de disposición en planta son:

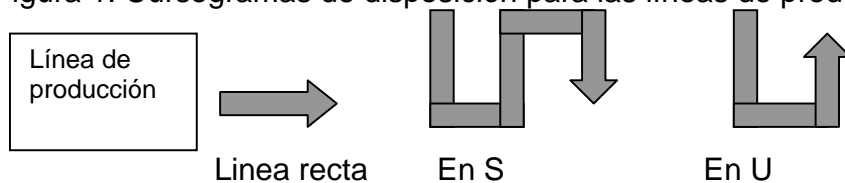
- Según proceso: Consiste en agrupar las maquinarias similares de acuerdo con sus características operacionales, este tipo de disposición es aconsejable cuando se agrupa varios equipos que realizan la misma función dentro del proceso. Además permite la programación óptima del equipo para una cantidad de productos.

- Según productos: La disposición por productos se basa en la sucesión de operaciones necesarias para la realización de un solo producto o de un grupo de productos similares que requieren la totalidad o la mayor parte de un mismo equipo y la misma secuencia. La realización de un solo producto, pocas o veces o nunca permite un equilibrio perfecto en el aprovechamiento de los equipos individuales, por lo cual es

necesario que parte del equipo asignado al proceso de fabricación permanezca, en ocasiones desocupado durante el periodo de producción

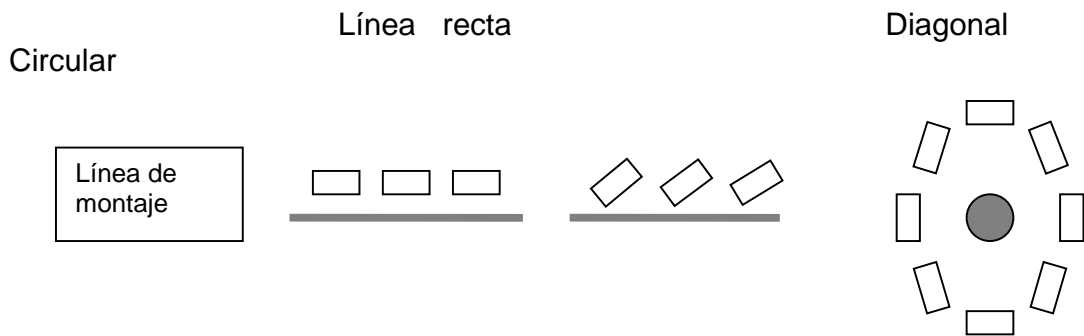
- Cursogramas de disposición: El objetivo de una buena distribución es avanzar de forma constante en la fabricación de un producto o en la realización de un ensayo, con un mínimo de retorno y la menor distancia posible de manejo, con el fin de obtener un tiempo corto de proceso. Los Cursogramas de disposición se dividen en los requeridos por la línea de producción y los requeridos para las líneas de montaje (Figura 1 y 2)

Figura 1. Cursogramas de disposición para las líneas de producción



Tomado de: RUDELL, Reed, Jr. Localización, layout y Mantenimiento de Planta.  
Argentina: I Ateneo, 1971.

Figura 2. Esquemas de disposición de equipos en las líneas de montaje



Tomado de: RUDELL, Reed, Jr. Localización, layout y Mantenimiento de Planta.

Argentina: I Ateneo, 1971.

- Esquemas de disposición de equipos: Los esquemas de movimiento dentro de una planta dependen de las superficies disponibles, de las dimensiones de estas y de los requisitos individuales del área ocupada por una máquina y del lugar de trabajo. Estos esquemas se muestran en la figura 3.

El área de trabajo tiene que incluir, además del espacio necesario para el operario; el de los materiales entrantes, el de preparación de los equipos, y el espacio indispensable para las tareas de mantenimiento.

### 1.6.2 Estrategia de las cinco eses (5s)

Este concepto de organización, suministra los conceptos necesarios para la consecución de un ordenamiento y disposición adecuado en el lugar de trabajo. Por otro lado permite crear un ambiente de trabajo propicio para la buena y eficiente realización de las tareas. Las cinco eses son las iniciales de igual número de palabras claves, que son los pilares para desarrollar dicha estrategia. A continuación se citan:

- **Seiri (arreglo apropiado):** Busca apartar las cosas innecesarias del puesto de trabajo, identificando claramente lo que es indispensable para la realización de las tareas y descartando lo que no lo es.

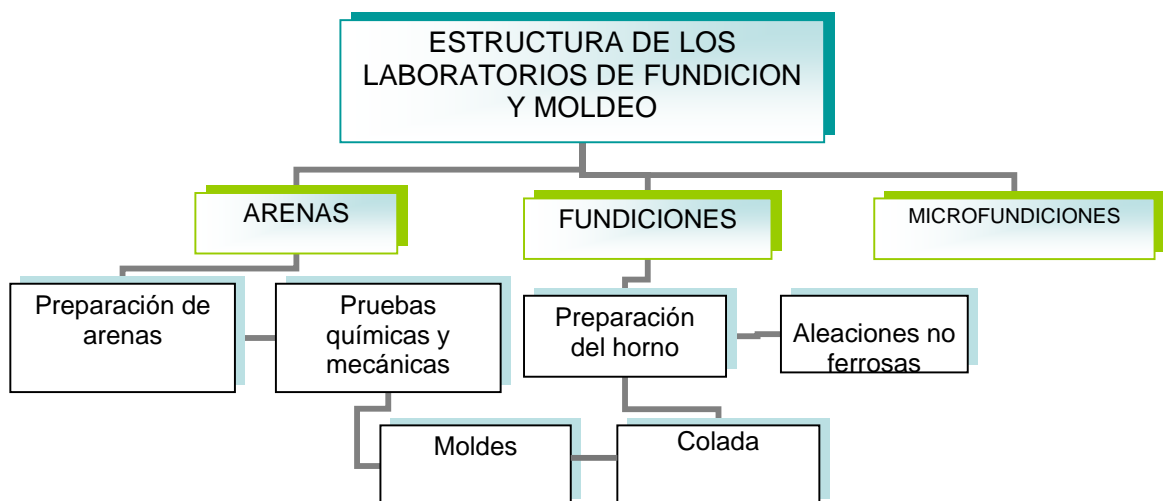
- **Seiton (orden):** Es arreglar las cosas necesarias de tal forma que se pueda hacer fácil y eficiente su disposición. El paso siguiente es clasificar todas las cosas en el sitio, de tal manera que sea fácil encontrarlas y colocarlas después de usadas.
  
- **Seiso (limpieza):** Las máquinas y el puesto de trabajo deben estar libres de basura o desechos. Esto proporciona comodidad al operario y evita daños a los equipos.
  
- **Seiketsu (estado de limpieza y pureza):** Consiste en mantener un alto grado de organización del puesto de trabajo todo el tiempo. Con este pilar se mantienen los otros tres anteriores.
  
- **Shitsuke (disciplina):** Busca impulsar a las personas a mantenerse disciplinadas ante los cuatro primeros pilares, lo cual garantiza la continuidad de las estrategias. Por lo tanto es común que para las personas se vuelva un hábito mantener óptimamente ordenado y limpio su puesto de trabajo.

## 2. METODOLOGIA

En este capítulo se presenta la descripción de la metodología que se utilizó para el desarrollo del plan de trabajo propuesto. Inicialmente se hace un diagnóstico del estado de los laboratorios de fundición y moldeo de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, en cuanto a las condiciones físicas, eléctricas, hidráulicas y por supuesto estado de los equipos; adicionalmente se relacionan los ensayos llevados a cabo en el laboratorio, como parte de las asignaturas de fundición y procesos de moldeo.

Seguidamente se expone la necesidad de repotenciación y adquisición de equipos con soporte científico válido como también la adecuación de la infraestructura para su buen funcionamiento. Para esto fue necesario cotizar y justificar la propuesta de presupuesto presentado.

### 2.1. DIAGRAMA DE ESTRUCTURACION DE LOS LABORATORIOS DE FUNDICION Y MOLDEO



En el diagrama de estructuración, observamos como esta dividido el trabajo operativo del los laboratorios de fundición y moldeo; como vimos anteriormente iniciamos con las arenas, su preparación para la caracterización; por medio de pruebas mecánicas y químicas; consiguiendo así las mejores condiciones para elaborar los moldes. Para llevar a cabo la colada o vaciado del metal líquido es necesario empezar por la preparación del horno y su posterior operación y control, finalmente obtener las piezas fundidas.

## **2.2 DIAGNOSTICO DE LOS LABORATORIOS DE FUNDICIÓN Y MOLDEO**

### **2.2.1. Diagnóstico del laboratorio de Fundición**

#### **2.2.1.1. Infraestructura**

El laboratorio de Fundición actualmente se encuentra ubicado en la planta de aceros ALVARO QUIROGA CORREA, y en lo que respecta a la planta física, es necesario realizar algunas reparaciones, ya que su estado limita el funcionamiento adecuado, propiciando condiciones de inseguridad y de baja calidad de los procesos llevados acabo.

Estas reparaciones y mantenimientos se detallan a continuación:

- **Sistema eléctrico y de iluminación**

Se debe reposicionar las lámparas que iluminan el laboratorio de fundición en la PLANTA DE ACEROS, así como realizar compra de nuevas. También realizar exhaustiva revisión de cableado, enchufes y apagadores, ya que la iluminación que actualmente ofrece el laboratorio es muy deficiente y atenta contra la salud visual de los que allí realizan trabajos de docencia, investigación y aprendizaje.

- **Seguridad**

Instalar una ducha de emergencia, ya que por las prácticas realizadas en este laboratorio, se hace imperiosa la necesidad de tenerla allí, para que en cualquier eventualidad, saber que se cuenta con este valioso

aporte, el cual contribuye además con el cumplimiento de las normas de la administradora de riesgos profesionales.

Foto 11. Aspecto actual del patio de fundición



Se sugiere también instalar una reja de seguridad, para el compresor ubicado en el laboratorio de fundición, ya que puede llegar a provocar accidentes de trabajo.

- Paredes y Techos:

Dentro de estas reparaciones se contempla renovar pintura de muros y realizar resanes, además consideramos terminar el techado del patio de fundición, porque el agua se filtra y daña las materias primas que se almacenan en la bodega.

Foto 12. Aspecto de la bodega de almacenamiento de las materias primas



Foto 13. Aspecto del techo de la planta de aceros



### 2.2.1.2. Equipos

El laboratorio de Fundición de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales contiene múltiples equipos y herramientas, muchos de los cuales necesitan mantenimiento, calibración, accesorios nuevos o incluso algunos deben darse de baja, ya que puede no ser rentable su reparación.

Estas reparaciones y mantenimientos se detallan en las fichas técnicas que se elaboraron para cada uno de los equipos presentes.

Tabla 1. Resumen de las necesidades de los equipos del laboratorio de fundición

EQUIPO	FICHA	DIAGNOSTICO	VER COTIZACION ANEXO No.
AIREADOR PEINADOR	F1	Requiere pintura	27 y 28
BASCULAS DE PLATAFORMA	F2	Requiere pintura	27 y 28
COMPRESOR	F3	Requiere filtro Regulador Diseño de malla de seguridad	10, 17 y 20 25 y 26
DIGILAB	F4	Buen estado	—
EQUIPO DE SOLDADURA ACETILÉNICA	F5	Requiere pintura Boquillas para corte a gas	27 y 28 17 y 21
EQUIPO DE SOLDADURA DE ARCO	F6	Requiere Pintura Cambio de pinzas de tierra Cambio de porta electrodo.	27 y 28 20 y 24 20 y 24
EQUIPO PARA ANÁLISIS DE FUNDICIONES METLAB	F7	Buen estado	—
ESMERIL DE BANCO	F8	Banco soporte en madera	25 y 26
ESMERIL ELÉCTRICO	F9	Diseño de mesa de trabajo	25 y 26
HORNO CUBILOTE	F10	Reparación de láminas de la carcasa y cambio en el diseño Cambio de refractario y ampliarlo.	25 y 26 32

TURBINA DE HORNO CUBILOTE	F11	Buen estado	—
IMPRESORA	F12	Buen estado	—
PIROMETRO DE INMERSIÓN PARA METALES NO FERROSOS	F13	Requiere 10 termopares para su funcionamiento.	5,12 y 19
PIRÓMETRO DE INMERSION PARA HIERRO FUNDIDO-ACERO	F14	Requiere Calibración Repuestos tales como: Quartz inner shield REF 4175A-6(10 piezas), Carbon Sleeve REF 4175A-58 (20 piezas), Graphite protection tube 204175A-58 (20 Piezas), Carbon set screw REF 4175A-59 ( 50 piezas),	Descontinuado por el fabricante
PRENSA DE MOLDEO PM-6	F15	Requiere Pintura	27 y 28
PUENTE GRÚA DEMAG	F16	Requiere revisión electromecánica integral. No esta en uso actualmente.	33
QUEMADOR PARA ACPM	F17	Requiere Revisión electromecánica, cambio de carcasa (ya que es de plástico)	27 y 28
TURBINA DEL CUBILOTE DE COLADA CONTINUA	F18	Buen estado	—
DETERMINADOR DE POROSIDAD EN ALUMINIO FUNDIDO (BAJO PRESIÓN)	F19	Requiere timer, manómetro, sistema de arranque y bomba de vacío.	Se contempla en otro proyecto de grado
HORNO DE CRISOL FIJO	F20	Requiere pintura,	27 y 28
		Se recomienda el cambio de ACPM a gas como combustible,	34
		Se recomienda una tapa giratoria.	35
HORNO DE CRISOL FIJO	F21	Requiere pintura,	27 y 28
		Se recomienda el cambio de ACPM a gas como combustible,	34
		Se recomienda una tapa giratoria.	35
MEZCLADOR MULBARO	F22	Requiere pintura	27 y 28

### **2.2.1.3. Insumos**

- Arenas de moldeo:

Se recomienda también compra de diez (10) metros cúbicos de arena para moldeo nueva (Silicea, lavada y clasificada), porque la que actualmente se utiliza para conformar los moldes se ha reutilizado demasiadas veces, y ya no se encuentra en óptimas condiciones para conseguir un buen molde.

- Chatarra:

Se recomienda la compra de 3 toneladas de chatarra de fundición y 1 tonelada de chatarra de acero estructural, necesarias para realizar las coladas de fundición, ésta es necesaria porque durante varios semestres no se realiza la práctica de fundición en horno de cubilote, tan importante para la formación de ingenieros metalúrgicos.

- Carbón mineral:

Se necesita en el laboratorio la compra de 4 toneladas de un buen carbón mineral para las coladas de fundición, ya que así como la chatarra este es indispensable para volver a programar esta práctica que se ha venido perdiendo.

## **2.2.2 Diagnóstico del laboratorio de moldeo**

### **2.2.2.1 Infraestructura**

Para el laboratorio de moldeo también se le realizó una evaluación con el fin de percibir que necesidades tiene, las cuales las presentamos a continuación.

- Iluminación: Se necesita comprar e instalar lámparas tipo industrial 2\*32 (10 unidades), ya que es muy deficiente la actual iluminación de este laboratorio.
- Cableado: Realizar una revisión exhaustiva de este al igual que de enchufes y apagadores.
- Mesones: Los actuales mesones están en pésimas condiciones para poder realizar un trabajo de calidad, por lo tanto deben ser reparados y enchapados; su área total es de 32 m<sup>2</sup>

- Muebles de madera: Su estado es deteriorado, necesita pintura de carpintería.
- Piso: El piso del laboratorio se debe adecuar, su área total es de 122 m<sup>2</sup>
- Paredes: Las paredes necesitan pintura y resanes.

Foto 14. Aspecto actual del laboratorio de procesos de Moldeo



### 2.2.2.2 Equipos

En las fichas técnicas de equipos podemos encontrar el estudio realizado a éstos con el ánimo de determinar su diagnóstico, allí podemos evidenciar las necesidades mas relevantes en cuanto a equipos se refiere; algunos se pueden repotenciar con la compra de accesorios, mientras otros son imposibles de reparar por lo cual se dan de baja.

Se sugiere además la compra de nuevos equipos, buscando que haya suficiente oferta para el grupo de estudiantes por curso, y así éstos puedan recibir una educación más completa e integral.

En la tabla 2 se puede apreciar en detalle las necesidades, y las respectivas solicitudes de repotenciación o compra de equipos.

Tabla 2. Resumen de las necesidades de los equipos del laboratorio de moldeo

EQUIPO	FICHA	DIAGNOSTICO	VER COTIZACION ANEXO No.
AGITADOR	M1	Requiere pintura  Accesorios: dos vasos de vidrio Pyrex, marca Fscher y eje central	27 y 28  29 y 31
AGITADOR PARA DETERMINAR ARCILLA 7604	M2	Requiere pintura,	27 y 28
APARATO PARA DETERMINAR PUNTO DE FUSIÓN	M3	Requiere pintura	27 y 28
APARATO PROBADOR DE HUMEDAD SPEEDY	M4	Buen estado	—
APISIONADOR DE PROBETAS N° 34229	M5	Requiere pintura  Accesorios, tales como: Cam REF 315-5, 2 piezas Tube conditioner REF 315-02006 Swab Liquid parting REF 315-02007, 5 piezas Compactability accessory 315-C1, 1 pieza. Specimen tube funnel 315-40, 2 piezas.	27 y 28  29
BALANZA	M6	Requiere pintura	27 y 28
BALANZA	M7	Requiere pintura	27 y 28
BALANZA DE UN PLATO 1650	M8	Requiere pintura	27 y 28
BALANZA RÁPIDA	M9	Requiere pintura	27 y 28
ANALIZADOR DE ARCILLA ACTIVA	M10	Buen estado	—
CRONOMETRO ANALÓGICO	M11	No se encuentra en condiciones óptimas de uso, se recomienda adquisición de un cronometro.	8,9 y 11

DETERMINADOR DE HUMEDAD POR RAYOS INFRARROJOS	M13	Presenta buen estado y requiere lámpara de rayos infrarrojos de 250 Watt. A 120 V.	2,3 y 12
DETERMINADOR DE PERMEABILIDAD DE ARENA	M14	Requiere pintura  Los siguientes accesorios: O ring (3 unidades) REF 335-0461 Drum only plastic REF 335-5A Front sigh 335-74 Rear sigh 335-75 Rear sigh mountrig screw 335-755 Micro switch 335-0633 Dial complete with bushing 335-335 Pointer assembly for dial 335-1604	27 y 28  30
EQUIPO MEDIDOR DE HUMEDAD EN ARENA POR CIRCULACIÓN DE AIRE CALIENTE	M15	Se recomienda compra de un nuevo equipo, ya que es muy complicado repotenciar.	29
ESTUFA ROTATORIA PARA SECADO DE MACHOS	M16	Requiere pintura,  Termostato  Cambio de silicagel del filtro  Necesita 2 bandejas REF 608B-72	27 y 28  5,12 y 18  13  29
ESTUFA PARA SECADO DE MUESTRAS NORMAS AFS	M17	Requiere pintura Termostato de repuesto Termómetro de 0 a 150°C Se recomienda comprar otra de mayor capacidad REF 500	27 y 28 13 6,7 y 11 29
HORNITO PORTATIL	M18	Se requiere compra de cinco unidades de resistencia	Se contempló en otro proyecto de grado
HORNO	M19	Requiere pintura  Compra de crisol de 1.5 Kg.	27 y 28
INDICADOR DE DENSIDAD	M20	Se requiere compra de uno nuevo, ya que el actual se encuentra en malas condiciones.	30
INYECTOR DE CERA A PRESIÓN DE AIRE	M21	Buen estado, pero requiere compra de un termómetro de escala 100 °C.	6,7 y 11

JUEGO DE CALIBRACIÓN Y NORMALIZACIÓN REF 885 D	M22	Buen estado	—
MÁQUINA DE FUNDICIÓN CENTRIFUGA N° 78657	M23	Buen estado, no presenta sitio fijo Requiere materias primas para su funcionamiento, Oxígeno y Acetileno.	15
MÁQUINA UNIVERSAL DE RESISTENCIA	M24	Se recomienda la compra de una nueva, REF 405, ya que la actual no es posible repotenciarla, debido a que es muy obsoleta.	30
MÁQUINA UNIVERSAL DE RESISTENCIA NORMAS AFS	M25	Requiere pintura,  Cambio de accesorios tales como: Magnetic mider REF 400-11 (tres piezas), Shear Strength attachment REF 426B Scale english units REF 400-10 (3 piezas) Tensile core strength accessory REF 610N Splitting strength accessory REF 445 Además comprar el motor REF 401	27 y 28  30 y 31
MEDIDOR DE DUREZA DE ARENAS DE MOLDEO NORMAS AFS	M26	Se recomienda la compra de uno nuevo tipo C con punta trapezoidal, y uno tipo B para reemplazar el actual.	29 y 30
MEDIDOR DE DUREZA DE MACHOS ESTUFADOS AFS	M27	Buen estado	—
MEDIDOR DE PERMEABILIDAD AFS ELÉCTRICO	M28	Requiere pintura,  Requiere accesorios tales como: 338-0452 (2 piezas) Knob for rheostat plastic 338-01300 "O ring" 1 7/8 OD por 1 ½ ID (5 piezas)	27 y 28  29 y 30
MEDIDOR DE PUNTO DE FUSION PARA ARENAS	M29	Buen estado, pero no se usa debido al costo de su operación.	—
MEZCLADOR MOLINO CON ARRANCADOR INCORPORADO Y ACCESORIOS	M30	Requiere pintura,  Tres unidades cuchillas de arrastre exterior modelo (LF) (outside plow) y Tres cuchillas de arrastre interior (incide plow), y revisión electromecánica.	27 y 28  31
MOLINO MEZCLADOR N° 15587	M31	Requiere pintura,  Revisión electromecánica, cambio de cuchillas y reparación de fuga de aceite.	27 y 28  31

MOTOR PARA TRANSMISIÓN DE MÁQUINA UNIVERSAL DE RESISTENCIA N° A 0989043	M32	Requiere accesorios: 401-15 Drum spacer 401-21 Tension Spring 401-025A Input cord 401-17 Push rod 401-1 Switche handle 401-8 Spring clutch	29 y 30
MUFLA	M33	Se encuentra en buen estado, necesita dos fusibles de repuesto.	_____
REGULADOR DE VOLTAJE	M34	Buen estado.	_____
PIROMETRO Y CONTROLADOR DE TEMPERATURA	M35	Requiere calibración y compra de un termopar.	5,12 y19
PIROMETRO ÓPTICO	M36	Requiere baterías para su funcionamiento.	1 y 4
TAMIZADOR CON MOTOR ACOPLADO	M37	Requiere pintura,  Es necesaria una revisión electromecánica debido a fugas de valvulina.	27 y 28  29 y 30
VULCATROL	M38	Requiere termómetro	6 y 7

### 2.3 PROPUESTA DE COMPRA DE EQUIPOS

Detallando la ejecución de las prácticas diseñadas y sugeridas por el actual pensum para las asignaturas de fundición y procesos de moldeo se encontró que estas presentan dificultades, debido a que los equipos se encuentran deteriorados por el tiempo, desajustados y su calibración es casi imposible.

Como consecuencia los resultados no son confiables ni reproducibles. Por lo tanto nuestra propuesta esta encaminada a adquirir los siguientes equipos para la realización eficiente y eficaz de las practicas para asegurar la calidad de estas.

Tabla 3. Propuesta de equipos a comprar

EQUIPO	REFERENCIA
ESTUFAS PARA SECADO	"laboratory drying oven ref. 500 de 110 V" Mod. 1
APISIONADOR DE PROBETAS DE ARENA PARA FUNDICIÓN	"Sand rammer, ref. 315, con accesorios".
EQUIPO DE SECADO DE MUESTRAS	Ref. 276 "Moisture teller".
MEDIDOR DE DUREZA PARA ARENA EN VERDE	"Green Hardness", ref. 473 escala B.
MEDIDOR DE DUREZA PARA ARENAS EN VERDE	"Green Hardness tester "C Scale".ref.474.
RECIPIENTE DE CONCENTRACIÓN	Ref. 543 "Funnel Stand"
CUARTEADOR SIMPLE	Fischer ref. 555"sample Splitter".
MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS DE ALTA RESISTENCIA	Ref.405 "Universal sand strength machine" (high range). Modelo 2
MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS DE BAJO RANGO	Ref. 400 " Universal sand strength machine (low range). Modelo 2.
MEDIDOR DE ARCILLA ACTIVA POR AZUL DE METILENO	Ref. 535 A " Marhylene blue clay tester" Modelo 1.
TAMIZADOR POR SACUDIDAS	"Ro-tap sieve Shaker" ref. 550 B. Modelo 2.
MEDIDOR DE FRIABILIDAD	Ref. 875 " Friability and moldability tester" Modelo 1.
LAVADOR RÁPIDO DE ARENAS	Ref. 512 "Rapid sand washer".modelo 1.
PERMEÁMETRO	Ref. 335 B modelo 2.
BALANZA ELECTRÓNICA	Ref. 252-B "Electronic balance "
MEZCLADOR CONTINUO DE ARENAS	TS-155 SA (Continuos mixer) Pacemaster
HORNO DE CRISOL ESTATICO	Furnace type: TB 80/12  Nabertherm
GRANALLADORA LIMPIEZA DE MOLDES	Blasting Cabint STD 2000P/-So
EXTENSION PUENTE GRUA DEMAG	Viga monorriel Demag Modelo EKKE 5 ton 14,4
MOLINO DISCONTINUO DE LABORATORIO	Simpson+Gerosa lab Muller

## **2.4 PRACTICAS DE LABORATORIO PARA ESTUDIANTES**

### **2.4.1 Practicas del laboratorio de procesos de moldeo**

En el laboratorio de procesos de moldeo los estudiantes realizan las siguientes prácticas como complemento a la asignatura teórica.

Estas practicas sujetas a normas AFS (sociedad americana de fundidores).

Únicas pruebas normalizadas a nivel mundial para fundición.

#### **Preparación de arenas**

- Determinación de humedad en arenas de moldeo
- Circulación forzada de aire caliente
- Reacción de agua mas carburo de calcio
- Método infrarrojos
- Método de Estufado
- Fabricación de las probetas A.F.S
- Preparación de mezclas de arena para machos Determinación de la densidad de las arenas
- Preparación de arenas de moldeo para ensayos de control

#### **Pruebas mecánicas**

- Determinación de la distribución granulométrica por vía seca de una muestra
- Examen de la forma de los granos de las arenas de moldeo
- Determinación de la dureza en verde y en seco de las arenas de moldeo
- Determinación de la permeabilidad de las arenas de moldeo
- Determinación de la resistencia de mezclas de arena
- Determinación de la temperatura de sinterización de las arenas
- Determinación de plasticidad de las arenas
- Determinación de la compactibilidad de la arena
- Determinación de las propiedades de fundición de las mezclas de arenas utilizadas para fabricar moldes
- Determinación de las propiedades de fundición de las arenas aglomeradas con silicato de sodio

## Pruebas químicas

- Determinación de la arcilla activa por adsorción de azul de metileno
- Determinación del contenido de carbón y de arcilla en la arena de moldeo
- Determinación del contenido de los elementos de tamaño inferior a 0.02 mm

## Moldeo

- Moldeo de arena en verde
- Estudio de modelos en el proceso del moldeo de arena

### 2.4.2 Propuesta de realización de nuevas practicas para el laboratorio de procesos de moldeo

#### 2.4.2.1 “Determinación del PH”<sup>1</sup>

**Objetivo:** Por medio del PH identificar la acidez o basicidad de la bentonita y el caolín.

**Marco teórico:** Al tratar con soluciones acuosas de ácidos u base, expresamos las concentraciones del ión H y el ión oxidrilo en términos de logaritmo (Log) negativo de la concentración. Por definición, el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrogeno es el PH; ( $PH = -\text{Log} [H^+]$ )

La expresión correspondiente para la concentración del ión de ión oxidrilo es

$POH = -\text{Log} [OH^-]$

$PH + POH = 14$ , cuando el PH es menor de 7 la solución es ácida, cuando es mayor que 7 la solución es básica y cuando es igual a 7 la solución es neutra.

---

<sup>1</sup> Fabricación de Dextrina a partir de almidones de yuca y papa para utilizar como aglomerantes en arenas de moldeo. Marilce Araque- Hugo Salcedo V.  
Artículo de la Revista Fundición # 94. Octubre 1967

Existen algunas sustancias orgánicas llamadas indicadores, que responden a los medios ácidos o básicos con cambios de color. Estas sustancias incluyen el tornasol, la fenolftaleína y el anaranjado de metilo son ácidos o bases débiles en los cuales la forma molecular tiene un color diferente del de la forma iónica de la sustancia.

**Equipos y Materiales:**

Vaso de precipitado de 100 ml.  
Bentonita  
Caolín  
Agua destilada  
Balanza de precisión  
Espátula  
Papel tornasol  
Agitador de vidrio.

**Procedimiento:** Se prepara una solución al 5 % de bentonita con agua destilada, agitar hasta homogenizar y medir el PH.

**2.4.2.2 “Evaluación de la activación de la bentonita por medidas de la aptitud al hinchamiento”<sup>2</sup>**

**Objetivo:** Observar la activación de la bentonita sódica Artificial por Medidas de la aptitud al hinchamiento.

**Equipo y materiales:**

5 probetas de 100 mililitros	Balanza
Bentonita Sódica artificial	Espátulas
Carbonato de Sodio	vidrio de reloj
Agua destilada	

**Procedimiento:**

Preparación de solución de carbonato de sodio.  
A 0.5 g  $\text{CO}_3\text{Na}_2$  agregar 250 ml de agua destilada, tomamos las cinco probetas de 100 ml y procedemos así:

En la probeta #1: Medimos 100 ml de agua destilada.  
En la probeta #2: Medimos 20 ml de solución de carbonato de sodio y

<sup>2</sup> FONDERIE. FONDEUR D'AUJOURD'HUI 41 – Enero de 1985.

agregamos agua destilada hasta completar 100 ml y agitamos.  
Seguimos el mismo procedimiento para las siguientes probetas solo variamos la cantidad de carbonato de sodio, así:  
En la probeta # 3: 40 ml de solución de  $\text{CO}_3\text{Na}_2$   
En la probeta # 4: 60 ml de solución de  $\text{CO}_3\text{Na}_2$   
En la probeta #5: 80 ml de solución de  $\text{CO}_3\text{Na}_2$

Pesar 5 muestras de bentonita a cada una de las probetas, de la misma forma que se hizo en la prueba de hinchamiento.

Dejar reposar por 2 horas.

Tomar lectura el volumen ocupado por la bentonita.

#### **2.4.2.3 Determinación de arcilla activa en una arena de moldeo”<sup>3</sup>**

**Objetivo:** Determinar el contenido de arcilla activa en una arena de moldeo  
Con base en la cantidad de azul de metileno absorbido por ella.

##### **Equipo y materiales**

1 Erlenmeyer de 300 ml  
1 Agitador  
1 pipeta  
Papel de filtro  
Solución de ácido sulfúrico diluido (35 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$ /200 ml  $\text{H}_2\text{O}$ )  
Solución de azul de metileno (0.375g / 100ml  $\text{H}_2\text{O}$  destilada)

##### **Procedimiento**

Muestras:

5 g para las arenas en circuito; secado previo 1 hora a 100 °C

Pesar exactamente la muestra: introdúzcala en un erlenmeyer de 300 ml, agregar 50 ml de agua destilada; agitar con el dispositivo magnético durante 15 minutos.

Agregue 2 ml de la solución de ácido sulfúrico diluido y seguir agitando durante 30 segundos.

---

<sup>3</sup> FONDERIE. FONDEUR D’AUJOURD’HUI 41 – Enero de 1985.

Con ayuda de una bureta, agregue el azul de metileno por fracción de 1 ml manteniendo la agitación magnética cada vez de 30 segundos con ayuda de agitador de vidrio, después de cada adición, poner una gota de la solución de la muestra contenida en el erlenmeyer sobre un papel de filtro.

Si el final de la reacción no se ha alcanzado, una mancha azul sombra aparece sobre el papel.

Continúe las adicciones de 1 ml hasta la aparición de un halo circular azul-verde que envuelve la mancha azul sombra. Desde el momento que aparece esto, agitar la solución durante 2 minutos para asegurar que el azul de metileno ha sido absorbido.

Poner una nueva gota de la solución sobre el papel de filtro. Si el halo circular persiste, el final de la reacción se ha alcanzado; esto prueba la presencia del colorante libre en la solución. Si el halo desaparece al final de los dos minutos, agregar 0.5 ml de azul de metileno y repetir las mismas operaciones de control hasta que persista el halo después de los 2 minutos de agitación.

Con un poco de experiencia, la apreciación del cambio se podrá hacer con mas o menos 0.5 ml. A veces se puede presentar una cierta dificultad en determinar la persistencia del halo. Una mayor nitidez se obtiene después de secado el papel filtro, en una estufa.

### **Resultados**

Sea X el número total de ml de azul de metileno correspondiente al cambio.

Sea Y los mg de azul de metileno, en mg absorbido por la arcilla activa presente en un gramo de material, es dado por la fórmula:

Para las arenas:  $XY/5$  (A.1.1)

Para materiales arcillosos:  $2XY$  (A.1.2)

Indicar en el informe:

Como se define la arcilla activa en las arenas de moldeo?

Que función cumple?

En que se basa el ensayo para la determinación de arcilla activa en arenas de moldeo?

Observaciones

Conclusiones

### **2.4.3 Practicas de laboratorio de procesos de fundición**

#### **Preparación del horno para colada**

- Elaboración del fondo del horno de cubilote
- Reparación del refractario del horno cubilote
- Elaboración de las piqueras
- Cierre de la puerta de reparación
- Encendido del horno de cubilote
- Carga y precalentamiento del fondo y de la piqueta de colada del horno de cubilote
- Cambio de lecho de fusión

#### **Colada**

- Fusión en el horno de cubilote
- Desulfuración en una sola cuchara
- Desoxidación
- Inoculación

#### **Aleaciones no ferrosas**

- Elaboración de aleaciones ligeras
- Ensayos de control
- Método de evaluación de la presencia de gases en las aleaciones ligeras.

## **2.5 SEGURIDAD INDUSTRIAL**

El laboratorio debe ser un lugar seguro para trabajar, donde no se deben permitir descuidos o bromas. Para ello se tendrán siempre presente los posibles peligros asociados al trabajo con operaciones riesgosas. Nunca hay excusas para los accidentes en un laboratorio bien equipado en el cual trabaja personal bien informado.

### **2.5.1 Normas de seguridad en el laboratorio**

A continuación se exponen una serie de normas que deben conocerse y seguirse en el laboratorio:

- Durante la estancia en el laboratorio el alumno debe ir provisto de bata y gafas de seguridad, los cuales debe portar durante el tiempo de permanencia en el laboratorio.
- Usar careta de seguridad cuando se trabaja con esmeriles, equipos de soldadura, hornos o equipos que arrojen virutas o chispas.
- Cuando se trabaje con altas temperaturas se deben usar las respectivas protecciones corporales (Polainas, guantes y canilleras en carnaza, delantales y caretas)
- Se deben utilizar los zapatos adecuados para el trabajo dentro del laboratorio, (No usar zapatos abiertos ni de caucho que puedan producir accidentes de trabajo).
- Se debe tener conocimiento de los implementos de seguridad con los que cuenta el laboratorio (Extintores, mangueras, camillas, botiquín. Etc), su ubicación y utilización en caso de emergencia.
- No usar accesorios personales dentro del laboratorio tales como: relojes, aretes, anillos, cadenas, pulseras, gorras. Etc.
- Está prohibido fumar, beber o comer en las instalaciones del laboratorio, así como dejar encima la mesa principal prendas de vestir, libros u otros, para ello se cuenta con un mesón auxiliar.
- Quienes tengan cabello largo, deben llevarlo debidamente recogido.
- Debe conocerse la toxicidad de los elementos con los que se trabaja, leer las recomendaciones de las etiquetas, en general tener muy en cuenta las recomendaciones de seguridad.
- Mantenga solo el material requerido para la sesión de trabajo, las materias primas deben permanecer en su lugar.
- Cada equipo de trabajo es responsable de los implementos que estén usando, así como de su propia seguridad.

- Se deberá revisar que los equipos se encuentren en buen estado para garantizar los resultados y evitar accidentes.
- Al terminar las prácticas del laboratorio los equipos deben quedar calibrados y el laboratorio en general debe quedar perfectamente ordenado y limpio.
- Conservar siempre limpio y ordenado el sitio de trabajo y evitar derrames, si se llegara a presentar uno, recoger inmediatamente los desechos.

### **2.5.2 Manifestaciones de peligro**

Como actuar en caso de:

**Fuego:** Mantener la calma, usar el extintor adecuado, aislar el fuego para evitar su propagación. En caso de fuego en la ropa, pida ayuda, si se encuentra cerca de la ducha de emergencia úsela de inmediato, si no es así, debe rodar por el piso hasta que se apague, después de apagar a la persona, se debe tener a ésta tendida y evitar que tome bebidas frías, luego remitirlo a un centro de salud.

**Quemaduras:** Las pequeñas tratarlas lavando con abundante agua y jabón, por lo menos durante 10 minutos.

Las quemaduras más graves requieren tratamiento médico inmediato, así que se debe desplazar al afectado al centro hospitalario mas cercano. No usar pomadas o reventar las ampollas que puedan aparecer.

**Heridas o cortaduras:** Lavar bien con abundante agua y taponar la salida de sangre, si son pequeñas.

Si son grandes heridas y no para el sangrado, se debe remitir a un centro asistencial.

**Contacto con productos químicos:**

Si cae algún tipo de químico en los ojos, se debe lavar con abundante agua durante por lo menos 15 minutos, manteniendo los ojos bien abiertos, remitir al centro de salud más cercano.

### 2.5.3 RIESGOS DEL TRABAJO SECTOR METALMECANICO Y METALURGICO

Tabla 4. Análisis de riesgos profesionales en el sector metalúrgico

<b>NIVEL DE MATERIALES</b>	<b>CARGAS MAS FRECUENTES SECTOR METALMECANICO - SIDERURGICO</b>
Clima de trabajo	Cargas físicas: ruido, calor humedad e iluminación.
Factores nocivos	Cargas químicas: Gases, vapores, humos, radiaciones y vibraciones.
Uso y/o desgaste físico	Cargas fisiológicas: Posturas incómodas e inadecuadas, postura de los pies, esfuerzos excesivos y muy pesados, movimientos repetitivos, actividad muy intensa etc, fatiga y estrés.
Uso y/o desgaste psíquico	Cargas síquicas: Atención y concentración excesiva, trabajo nocturno y rotatorio, monotonía, repetitividad, ritmos acelerados, fatiga y estrés.

Tomada de: condiciones de salud en el trabajo –sector siderúrgico metalmecánica. Pág. 40

### 2.5.4. Medio Ambiente

Según el decreto 2811 de Diciembre 18 de 1974, se exigen normas para las entidades que emiten residuos al ambiente, es por esto que se contempla colocar el horno de cubilote a una distancia de 5 metros por arriba del techo del laboratorio de fundición, para poder emitir controladamente los desechos gaseosos.

**Artículo 74:** Se prohibirá, restringirá o condicionará la descarga, en la atmósfera de polvo, vapores, gases, humos, emanaciones y, en general, de sustancias de cualquier naturaleza que pueda causar enfermedad, daño o molestias a la comunidad o a sus integrantes, cuando sobrepasen los grados o niveles fijados.

**Artículo 75:** Para prevenir la contaminación atmosférica se dictarán disposiciones concernientes a:

- a. La calidad que debe tener el aire, como elemento indispensable para la salud humana, animal o vegetal;
- b. El grado permisible de concentración de sustancias aisladas o en combinación, capaces de causar perjuicios o deterioro en los bienes, en la salud humana, animal y vegetal.
- c. Los métodos más apropiados para impedir y combatir la contaminación atmosférica;
- d. La contaminación atmosférica de origen energético, inclusive la producida por aeronaves y demás automotores;
- e. Restricciones o prohibiciones a la importación, ensamble,
- f. producción o circulación de vehículos y otros medios de transporte que alteren la protección ambiental, en lo relacionado con el control de gases, ruidos y otros factores contaminantes;
- g. La circulación de vehículos en lugares donde los efectos de contaminación sean más apreciables;
- h. El empleo de métodos adecuados para reducir las emisiones a niveles permisibles;
- i. Establecimiento de estaciones o redes de muestreo para localizar las fuentes de contaminación atmosférica y decretar su peligro actual o potencial.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

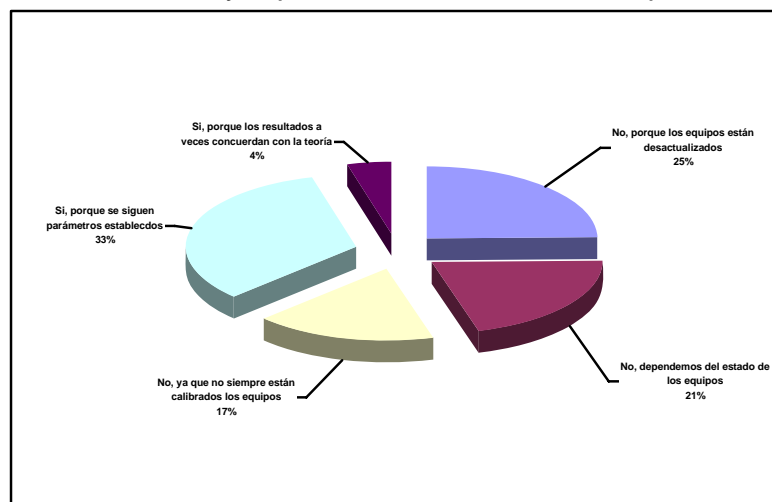
Al iniciar este trabajo se procedió a consultar entre la comunidad de Ingeniería Metalúrgica, acerca del estado de los laboratorios y de las prácticas realizadas, para poder enfocar el diagnóstico con miras a poder llegar a conseguir laboratorios mejor dotados y con una mejor disposición.

Los resultados obtenidos a través de las preguntas formuladas, permiten observar que definitivamente se hace imperiosa la necesidad de dotar con mejores equipos los laboratorios y así crear un ambiente propicio de trabajo para el aprendizaje.

El aspecto más relevante de los resultados es que son los mismos estudiantes quienes manifiestan sus opiniones e inquietudes; quienes son los que se verán afectados principalmente. Ver encuesta representada en las figuras.

Figura No. 3 Representación de las respuestas a la pregunta No, 1 de la encuesta

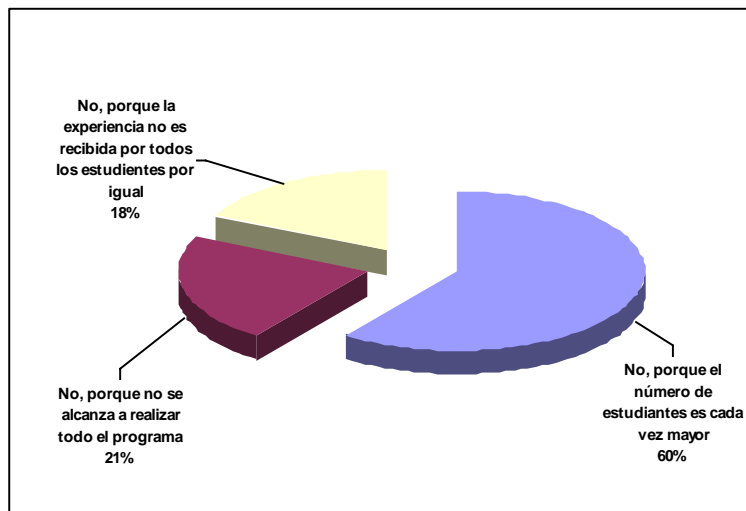
PREGUNTA 1: Considera usted que con la actual dotación de equipos y herramientas de los laboratorios de Fundición y Moldeo, se pueden lograr resultados confiables y reproducibles? Si / NO, Por qué?



Tomada de: Encuesta realizada a estudiantes de Ingeniería Metalúrgica

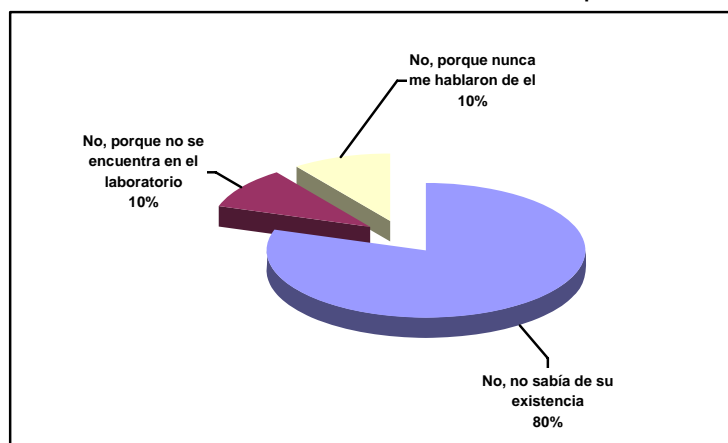
Figura No. 4 Representación de las respuestas a la pregunta No, 2 de la encuesta

PREGUNTA 2: Considera usted que la capacidad instalada (Equipos de los laboratorios de Fundición y Moldeo, son suficientes para la demanda para el número de estudiantes por grupo? Si / NO, Por qué?



Tomada de: Encuesta realizada a estudiantes de Ingeniería Metalúrgica  
Figura No. 5 Representación de las respuestas a la pregunta No, 2 de la encuesta

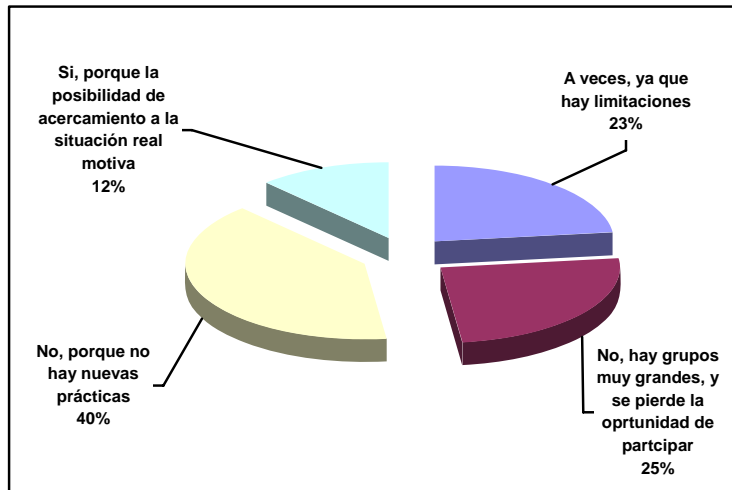
PREGUNTA 3: Conoce usted el manual normalizado de procedimientos técnicos del laboratorio de fundición? Si / NO, Por qué?



Tomada de: Encuesta realizada a estudiantes de Ingeniería Metalúrgica

Figura No. 6 Representación de las respuestas a la pregunta No, 2 de la encuesta

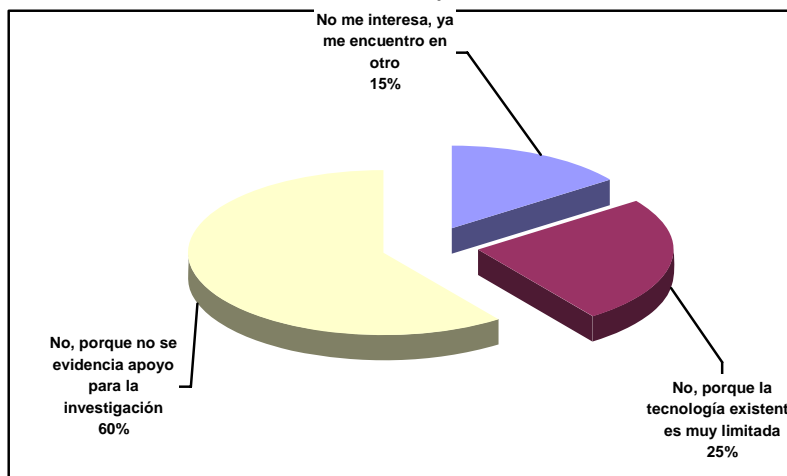
PREGUNTA 4: Existe la motivación necesaria para realizar las prácticas de laboratorio, o por el contrario le resulta tedioso? Si / NO, Por qué?



Tomada de: Encuesta realizada a estudiantes de Ingeniería Metalúrgica

Figura No. 7 Representación de las respuestas a la pregunta No, 2 de la encuesta

PREGUNTA 5: Le interesaría formar parte de un grupo de investigación en el área de Fundición? Si / NO, Por qué?



Tomada de: Encuesta realizada a estudiantes de Ingeniería Metalúrgica

En esta encuesta realizada durante el tiempo que se estuvo analizando la viabilidad del proyecto, pudimos encontrar en los estudiantes, la percepción que los laboratorios de Procesos de Fundición y Moldeo evidencian grandes necesidades para mejorar el aprendizaje y la labor de docencia, para poder ser formados de una mejor manera como Ingenieros Metalúrgicos con grandes y fuertes conocimientos en el área de fundición.

### **3.1 REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS**

Para la validación de los métodos de ensayos definidos a través del manual de calidad de los laboratorios de proceso de moldeo y fundición, como la repetibilidad y reproducibilidad se debe considerar:

- La repetibilidad: definida como la capacidad para reproducir dos resultados bajo las mismas condiciones de ensayo, conducen a la evaluación de los factores que influyen en la elaboración del mismo (equipo, personal, condiciones ambientales).
- La reproducibilidad es la capacidad para reproducir con exactitud y concordancia resultados establecidos en normas y procedimientos de ensayo; esta sujeta a las condiciones de calibración de los equipos, a las condiciones ambientales y demás aspectos que influyen en la obtención de los resultados.

Además se debe tener en cuenta:

- Limite de errores permisibles: Valores extremos de un error permitido por las especificaciones, las regulaciones etc. Para un instrumento dado.
- Precisión del instrumento de precisión: cualidad que caracteriza la aptitud de un instrumento de medición para dar incitaciones próximas al valor verdadero de la magnitud de la medida.

Según como lo establece la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 17025 en el numeral 5.6 referente a la trazabilidad en la medición, “se debe calibrar todo equipo empleado para ensayo y/o calibraciones, incluyendo el equipo para mediciones secundarias (por ejemplo, para condiciones ambientales) que tenga un efecto significativo sobre la exactitud o validez del resultado de ensayo, calibración o muestreo antes de ponerlo en servicio”<sup>4</sup>

Facilidad de manejo: es decir que pedagógicamente están al alcance del alumno para su manejo e interpretación de resultados. Se debe brindar por tanto un manual de uso del respectivo equipo para cualquier duda que pueda surgir en la

operación del mismo; Las instrucciones de uso se adjuntan al equipo (ver el procedimiento en la normalización de los laboratorios LPF-AT-MPT “Procedimientos técnicos”

Los equipos propuestos a adquirir poseen un programa de calibración diseñado por los fabricantes, esto brindara exactitud en los resultados. La calibración debe establecerse a intervalos prescritos, con esto se asegura que todo el equipo funcione según lo proyectado y se evite errores fuera de los límites especificados de error permisible; para la realización de la misma debe hacerse siempre bajo las condiciones adecuadas, tales como temperatura, humedad relativa, presión barométrica, según las recomendaciones que preestablecen los fabricantes.

▪ Todos los instrumentos de medición se **calibran** antes de ponerlos en servicio, después de esta calibración inicial se les asigna un intervalo establecido para las próximas calibraciones. En estos intervalos de calibración se tiene en cuenta los siguientes aspectos, los cuales los definen los fabricantes y deben contenerse en el manual de uso del respectivo equipo:

- Recomendaciones del fabricante
- Especificaciones de los estamentos autorizados
- Tipo de uso al que está expuesto el equipo (intermitente, continuo, etc.)

---

<sup>4</sup> NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO-IE 17025 DEL 2001-04-18 “Requisitos generales de competencia de laboratorio de ensayo y calibración”

- Estabilidad y sensibilidad del equipo
- Exactitud del equipo y rango de medición
- Condiciones de uso.

Estos intervalos de calibración se designa para cada equipo. En el laboratorio se mantiene una lista de los equipos y frecuencias de calibración según lo establecido en el procedimiento “programa de mantenimiento y Calibración de equipos” documento LPF-AC-PRMC

### **3.2. PROPUESTA PARA EL MONTAJE DE UN SISTEMA MONORRIEL Y BANDA TRANSPORTADORA DE RODILLOS PARA EL LABORATORIO DE FUNDUICIÓN**

En el anexo D se puede observar el diseño realizado para un sistema de monorriel y transporte por banda que se sugiere implementar en el laboratorio de Procesos de fundición, para poder hacer más óptimo y ágil el vaciado de los moldes y a su vez proteger la integridad física de los operarios en colada.

Este sistema pretende hacer de la práctica una actividad más novedosa, dinámica, eficiente y segura.

### **3.3 DISTRIBUCION DE LOS EQUIPOS**

Para la distribución de los equipos de los laboratorios de fundición y moldeo se tendrá en cuenta el espacio disponible en el momento, sin tener que recurrir a ampliaciones de ninguno. Por lo tanto se establecen las posibles mejoras en el mismo. Por otro lado en el análisis de la ubicación, a parte de los conceptos de organización estudiados se tendrán en cuenta los espacios ya delimitados en el proceso de normalización del laboratorio, debido a que el laboratorio ya cuenta con una distribución de su espacio, se pretende en redistribuir en algunas áreas de tal manera que se ubiquen los nuevos equipos, siendo estas las únicas áreas objeto de modificación.

El laboratorio de procesos de moldeo cuenta con una sala en su distribución actual según como se muestra en el anexo A; la propuesta

de distribución y disposición de los equipos se hizo de acuerdo al proceso aplicando el cursograma en u, tal como se muestra en el anexo B; de esta manera se establece que exista dos sitios de trabajo independientes, cada uno con cuatro mesones de trabajo.

El primer y segundo mesón designado para preparación de arenas y pruebas mecánicas con una secuencia lógica dada por el procedimiento establecido y normalizado para los ensayos a realizar.

Los siguientes dos mesones albergan equipos con las mismas funciones y especificaciones para que no alteren el funcionamiento de los otros equipos debido a emisiones pequeñas de calor o por vibraciones.

Se propone adquisición de base y pedestal para las apisonadoras de probetas, por lo tanto su ubicación se encuentra fuera de los mesones, para evitar que los golpes producidos descalibren y desajusten los demás equipos; de esta manera cuidamos y mantenemos los equipos con una mayor vida útil.

La ubicación de los equipos se hizo intentando que el recorrido que realizan las personas en el laboratorio sea en el menor tiempo, buscando un aprovechamiento máximo del espacio y el trabajo.

El laboratorio de fundición en su distribución actual como se muestra en el anexo C; la propuesta de distribución se hizo de igual forma aplicando el cursograma circular, tal como se muestra en el anexo D; de esta manera se mantiene la ubicación del horno cubilote y la maquina de moldeo; se propone reubicación de los moldes sobre dos bandas transportadoras de rodillos, de 10 m de largo, altura 80 cm, y ancho 50 cm, su posterior vaciado por medio de un monorriel de igual montaje a una altura de 4.0 m Con respecto al piso, y 6 m. de largo.

Con este sistema de colada el proceso se hace más eficiente y menos riesgoso para los operarios.

### 3.5 PRESUPUESTO

Tabla 5. Adquisición de bienes inmuebles

COMPONENTE	ADQUISICION DE BIENES INMUEBLES				
CATEGORÍA	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VLR UNIDAD (Miles de pesos)	VLR PARCIAL (miles de pesos)
Adecuaciones	Demolición de piso	M2	140	2.5	<b>350</b>
	Demolición mortero de nivelación	M2	140	4.2	<b>588</b>
	Desmante de aparatos eléctricos	GL	1	50	<b>50</b>
	Acarreo y retiro de escombros y sobrantes	M3	15	26.5	<b>397.5</b>
	Aseo general	GL	1	150	<b>150</b>
	<b>Pintura</b>				
	Resane de muros	GL	1	50	<b>50</b>
	Pintura en vinilo tipo 1	M2	190	4.5	<b>855</b>
	Pintura en vinilo tipo 2 para placa	M2	140	3.8	<b>532</b>
	Pintura carpintería metálica	GL	1	210	<b>210</b>
	<b>Pisos y enchapes</b>				
	Guardaescoba recto en baldosín de granito	ML	78	9.5	<b>741</b>
	Mortero de nivelación	M2	140	20	<b>2800</b>
	Piso en baldosín de granito (inc. Dilatación plástica)	M2	140	52.5	<b>7350</b>
	Realce de piso, e=0.05 mts	MI	7.7	24	<b>184.8</b>
	Enchape en granito pulido para mesones	MI	50	43.5	<b>2175</b>
	<b>Mampostería</b>				
	Muros en dry wall	M2	10	55	<b>550</b>
	Rejilla de almacenamiento de material	M2	15	75	<b>1125</b>
	<b>Carpintería</b>				
	Pintura de carpintería en madera	GI	1	135	<b>135</b>
	Muebles en madera bajo mesones	MI	7.7	145	<b>1116</b>
	Carpintería metálica	M2			<b>2000</b>

	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VLR UNIDAD (Miles de pesos)	VLR PARCIAL (miles de pesos)
	Ducha de emergencia	UND	1	500	<b>500</b>
	Pintura para equipos	UND	24	1500	<b>1500</b>
	<b>Extensión del techo</b>				
	Varillas de ½ para templetes.	UND	14	12	<b>168</b>
	Ángulos de 1" * ½" por 3/16	UND	31	37.2	<b>1153.2</b>
	Ángulos de 2 " * 3/16"	UND	7	53.6	<b>375.2</b>
	Ángulos de 1" *3/16	UND	19	37.2	<b>706.8</b>
	varillas de 3/8 lisas "6 mts. c/u.	UND	16	7.45	<b>119.2</b>
	ángulos de 2 * 1/8	UND	5	36.2	<b>181</b>
	caballetes de asbesto	UND	10	13	<b>130</b>
	platinas de ¼" de 15*30 cm.	UND	10	7.8	<b>78</b>
	platinas de ¼"de 15*10 cm.	UND	12	2.6	<b>31.2</b>
	platinas de ¼" de 12*25	UND	10	5.2	<b>52</b>
	tornillos	UND	180	0.56	<b>100.8</b>
	tejas de asbesto 9mts*9 cm.	UND	10	286	<b>2860</b>
	Costo montaje	UND	1	7000	<b>7000</b>
	<b>TOTAL SUBCATEGORIA</b>				<b>\$36315</b>

Tabla 6. Adquisición de bienes muebles (Equipo de laboratorio)

COMPONENTE	ADQUISICION DE BIENES MUEBLES				
CATEGORÍA	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VLR UNIDAD (Miles de pesos)	VLR PARCIAL (miles de pesos)
Equipo de Laboratorio	Apisonador de probetas para arenas.	UND	2	10000	<b>20000</b>
	Accesorio para apisonador. Ref. 315-26 Dietert.	UND	2	454	<b>908</b>
	Base para apisonadora	UND	2	1630	<b>3260</b>
	Pedestal para apisonadora	UND	2	3150	<b>6300</b>
	embudo para apisonadora	UND	2	169	<b>338</b>
	Indicador de densidad	UND	2	1300	<b>2600</b>
	Accesorio de compactibilidad	UND	1	199	<b>199</b>
	Estufa para secado por circulación de aire caliente. Mod.1	UND	1	9900	<b>9900</b>
	Equipo de secado de muestras AFS mod 1	UND	2	11100	<b>22200</b>
	Medidor de dureza en verde escala B	UND	1	2100	<b>2100</b>
	Medidor de dureza en verde escala C	UND	1	2100	<b>2100</b>
	Recipiente de concentración	UND	1	1150	<b>1150</b>
	Cuartheador simple	UND	1	2200	<b>2200</b>
	Maquina universal de ensayos de resistencia (bajo rango).	UND	1	31200	<b>31200</b>
	Soporte para probeta de corte en verde	UND	2	4900	<b>9800</b>
	Accesorio de la maquina de resistencia. Referencia No.445 Dietert	UND	2	3550	<b>7100</b>
Accesorio de la maquina de resistencia de bajo rango. Referencia No. 610-N Dietert	UND	2	7400	<b>14800</b>	

COMPONENTE	ADQUISICION DE BIENES MUEBLES				
CATEGORÍA	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VLR UNIDAD (Miles de pesos)	VLR PARCIAL (miles de pesos)
Equipos	Escala métrica para maquina de resistencia. Ref. 400-10 Dietert	UND	2	379	<b>758</b>
	Maquina universal de ensayos de alto rango, con accesorios	UND	1	51000	<b>51000</b>
	Medidor de arcilla activa por azul de metileno. Mod. 1 accesorios	UND	1	5300	<b>5300</b>
	Accesorio ultrasónico para medidor de arcilla de azul de metileno. Mod 1	UND	1	1580	<b>1580</b>
	Tamizador por sacudidas. Mod 1	UND	1	9200	<b>9200</b>
	Medidor de friabilidad	UND	1	6700	<b>6700</b>
	Lavador rápido de arenas	UND	2	2560	<b>5120</b>
	Juego de tamices	UND	1	2250	<b>2250</b>
	Cuartheador simple de micro precisión	UND	1	4150	<b>4150</b>
	Molino discontinuo de laboratorio	UND	1	18000	<b>18000</b>
	Molino continuo horizontal	UND	1	55000	<b>55000</b>
	Horno de crisol estático	UND	1	60000	<b>60000</b>
	Granalladora	UND	1	40000	<b>40000</b>
	Vigas puente grúa DEMAG	M	14	1100	<b>15400</b>
	Balanza electrónica	UND	1	6900	<b>6900</b>
	Cronómetro	UND	1	30	<b>30</b>
	Lámpara de rayos infrarrojos	UND	1	20	<b>20</b>
	Accesorios para Permeámetro	UND	7	—	<b>37</b>
	Termómetro (0 a 150°C)	UND	3	30	<b>90</b>
	Crisoles varios	UND	3	—	<b>1000</b>
Termocupla	UND	12	20	<b>240</b>	

	<b>DETALLE</b>	<b>UNIDA D</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VLR UNIDA D (Miles de pesos)</b>	<b>VLR PARCIAL (miles de pesos)</b>
Equipos	Baterías recargables, con cargador	UND	1	80	<b>80</b>
	Filtro regulador con manómetro	UND	1	100	<b>100</b>
	Boquilla para corte a gas	UND	1	50	<b>50</b>
	Pinza para masa equipo de soldadura	UND	1	15	<b>15</b>
	Portaelectrodo para equipo de soldadura	UND	1	60	<b>60</b>
	Fabricación de horno cubilote	UND	1	95000	<b>95000</b>
	Reparación a puente grúa	UND	1	25000	<b>27000</b>
<b>TOTAL SUBCATE GORIA</b>					<b>\$ 541295</b>
<b>CATEGORI A</b>	<b>DETALLE</b>	<b>UNIDA D</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VLR UNIDA D (Miles de pesos )</b>	<b>VLR PARCIAL (miles de pesos)</b>
Elementos de laboratorio	Ladrillo refractario	kilo	6600	3500	<b>23100</b>
	Arena de moldeo lavada y clasificada	M3	1	500	<b>500</b>
	Carbón mineral	TON	4	1200	<b>4800</b>
	Chatarra de acero estructural	TON	1	600	<b>600</b>

	<b>DETALLE</b>	<b>UNIDA D</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VLR UNIDA D (Miles de pesos)</b>	<b>VLR PARCIAL (miles de pesos)</b>
Elementos De laboratorio	Chatarra de fundición	TON	3	400	<b>1200</b>
	Silicagel	Kilo	4	40	<b>160</b>
	Llenado de tanques de Oxígeno y Acetileno	UND	2	—	<b>400</b>
<b>TOTAL SUBCATE GORIA</b>					<b>\$30760</b>

Tabla 7. Adquisición de bienes muebles (maquinaria)

<b>COMPON ENTE</b>	<b>ADQUISICION DE BIENES MUEBLES</b>				
<b>CATEGO RÍA</b>	<b>DETALLE</b>	<b>UNIDA D</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VLR UNIDA D (Miles de pesos)</b>	<b>VLR PARCIAL (miles de pesos)</b>
Maquinari a	2 Bandas transportadoras a rodillo para moldes y monorriel Dos cucharas	UND	1	75000	<b>150000</b>
<b>TOTAL SUBCAT EGORIA</b>					<b>\$150000</b>

Tabla 8. Adquisición de bienes muebles (montaje e instalaciones eléctricas)

COMPONENTE	ADQUISICION DE BIENES MUEBLES				
CATEGORÍA	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VLR UNIDAD (Miles de pesos)	VLR PARCIAL (miles de pesos)
Equipo de computo	Computador	UND	1	4000	<b>4000</b>
Equipo de Oficina	Impresora Multifuncional	UND	1	800	<b>800</b>
Montaje e Instalaciones	<b>Eléctricas</b>				
	Instalación ducto principal	GI	1	380	<b>380</b>
	Suministro e instalación de cable THHn 4 (fases y Neutro)	MI	50	6	<b>300</b>
	Suministro e instalación de cable THHn 6 (tierra)	MI	50	5	<b>250</b>
	Suministro e instalación de cable THHn 8 (continuidad)	MI	50	4	<b>200</b>
	Suministro e instalación de totalizador automático de protección tripular Easy Pact 8 (A la salida)(100 amperios)	GI	1	450	<b>450</b>
	Tablero principal(18 puestos)	GI	1	220	<b>220</b>
	Cortocircuito DSE 2020 (Equipos a 220 V)	UND	5	40	<b>200</b>
	Cortocircuito DSE 1030 (tomas a 110 V)	UND	25	20	<b>500</b>
	Cortocircuito DSE 1015 (iluminación)	UND	3	20	<b>60</b>
	Tablero regulado ede 6 puestos	GI	1	60	<b>60</b>
	Interruptores de protección de los circuitos de distribución cortocircuito DSE 1030	UND	2	20	<b>40</b>
	Puntos de iluminación	UND	10	25	<b>250</b>
	Lámparas tipo industrial de 2*32	UND	10	85	<b>850</b>

	Punto de corriente regulado para computadores	UND	3	30	<b>90</b>
	Punto de corriente no regulado	UND	25	30	<b>750</b>
	Suministro e instalación canaleta Metálica para voz y datos	MI	30	25	<b>750</b>
<b>TOTAL SUBCATEGORIA</b>					<b>\$ 10150</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$768520</b>

#### 4. CONCLUSIONES

- La propuesta de adquisición de equipos para los laboratorios de fundición y moldeo, es posible realizarla dada su viabilidad económica y su valioso aporte a la docencia e investigación.
- Según el diagnóstico realizado a los laboratorios de fundición y moldeo se logró concebir una propuesta de adecuación, estructurada la cual servirá de base para radicar el proyecto de modernización en la oficina de planeación UIS.
- Se ratificó la vigencia de las prácticas de laboratorio de procesos de fundición y procesos de moldeo; dada su permanencia dentro del programa académico actual y su reciente normalización.
- En esta propuesta se analizaron los factores de riesgo en seguridad industrial, y se presentan las normas a tener en cuenta durante la permanencia en el laboratorio.
- Se propone implementar un sistema mecánico innovador en aras de optimizar el proceso de colada de fundición.
- Se define que los equipos a adquirir se encuentren bajo normas Standard AFS, así como los que fabrica Dietert Company.

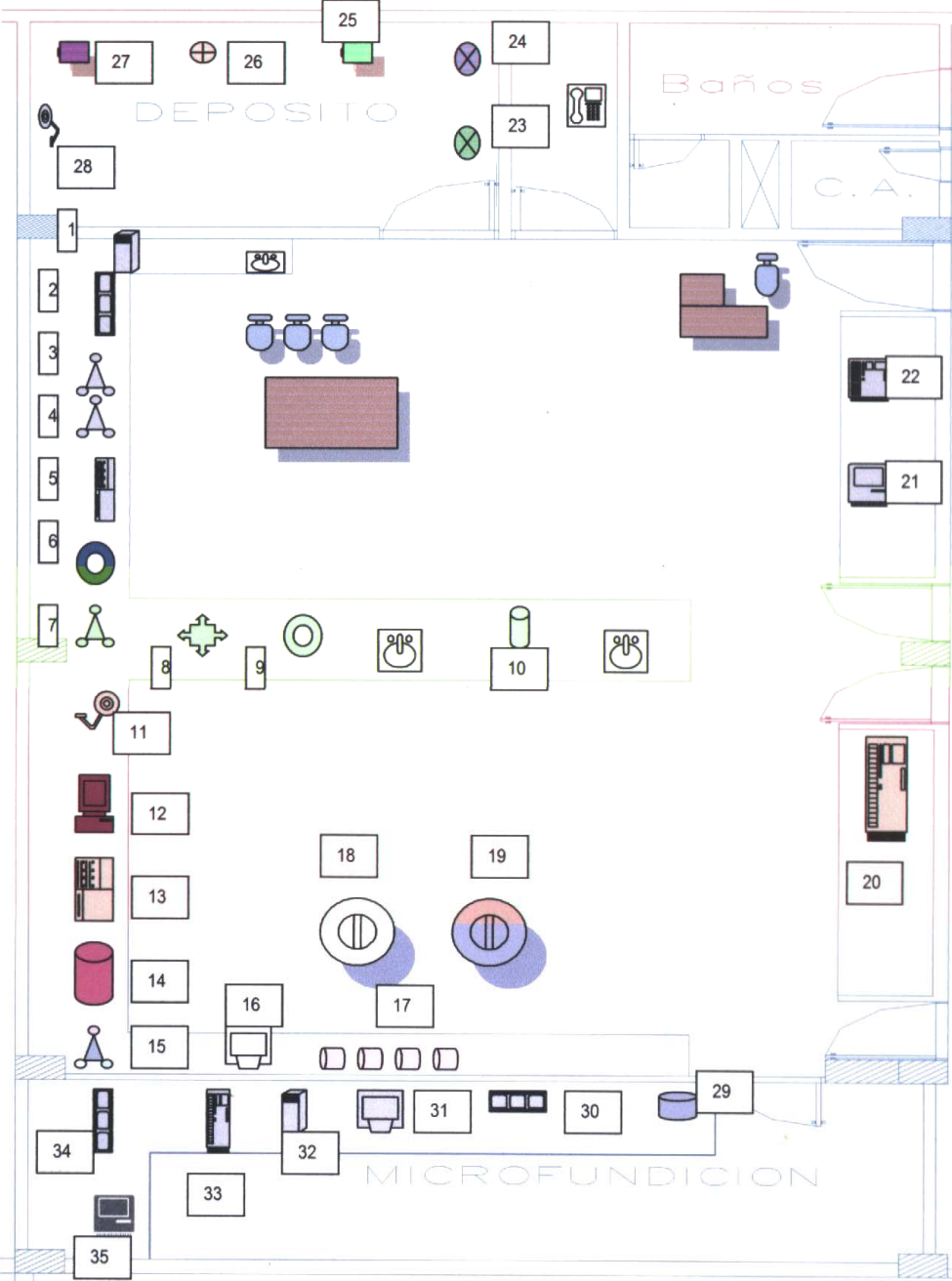
## BIBLIOGRAFIA

- ✓ SAAVEDRA MAMBUSCAY ALEXANDER, ALDRIN BELISARIO VELOSA PACHECO. TESIS. Normalización del laboratorio de Fundición de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y ciencia de Materiales siguiendo los lineamientos de las normas ISO-GUIDES. Bucaramanga, 1999.
- ✓ ALONSO Arnaldo, Ediciones UIS. Diseño, Operación y Control del Cubilote, Bucaramanga, 2000.
- ✓ FISCHER GEORGE, REVISTA. Laboratory equipment for control of casting quality, No. 123. Michigan, USA. 1996.
- ✓ CAPELLO EDOARDO, 3ª. Edición, Tecnología de la Fundición, Barcelona, 1974.
- ✓ FONDERIE. FONDEUR D'AUJOURD'HUI 41 – Enero de 1985.
- ✓ PICO CARMEN EVELIA. Condiciones de salud y trabajo en una empresa metalmeccánica, Santa Fe de Bogotá. 1997.
- ✓ .F. Taylor, M. Fleming. (1962) Foundry Engineering, Ed. Continental.
- ✓ NORMA NTC – ISO 170025 Modelo de aseguramiento de la calidad en producción, instalación y servicio post venta.
- ✓ NORMA ICONTEC 3000. Requisitos generales para la competencia técnica de los laboratorios de ensayo.

- ✓ NORMA NTC – ISO 10012 -1 Requisitos de aseguramiento de calidad para equipos de medición.
- ✓ RUDELL, Reed, Jr. Localización, Layout y mantenimiento de planta.  
Argentina: I Ateneo, 1971.
- ✓ MOLD AND CORE TEST HANDBOOK, 3a Edición, American Foundry Society,  
USA, 2005.
- ✓ [www.dietert.com](http://www.dietert.com)
- ✓ [www.uis.edu.co](http://www.uis.edu.co).
- ✓ [www.afs.com](http://www.afs.com)
- ✓ [www.sudamin.com.co](http://www.sudamin.com.co)
- ✓ [www.simpsongroup.com](http://www.simpsongroup.com)
- ✓ [www.metalurgicadesantander.com](http://www.metalurgicadesantander.com)
- ✓ [www. Moderncasting.com/Spanish/arena-verde.pdf](http://www.Moderncasting.com/Spanish/arena-verde.pdf)
- ✓ [htt://ropdigital.ciccp.es/public/detalle-articulo.php](http://ropdigital.ciccp.es/public/detalle-articulo.php)
- ✓ <http://www.nabertherm.de>
- ✓ <http://qtm.net/lindbergmph>
- ✓ [www.pangborn.com](http://www.pangborn.com)
- ✓ [www.dfrc.com](http://www.dfrc.com)
- ✓ [http: //thermtronix.com](http://thermtronix.com)
- ✓ [www.CDMB.com](http://www.CDMB.com)

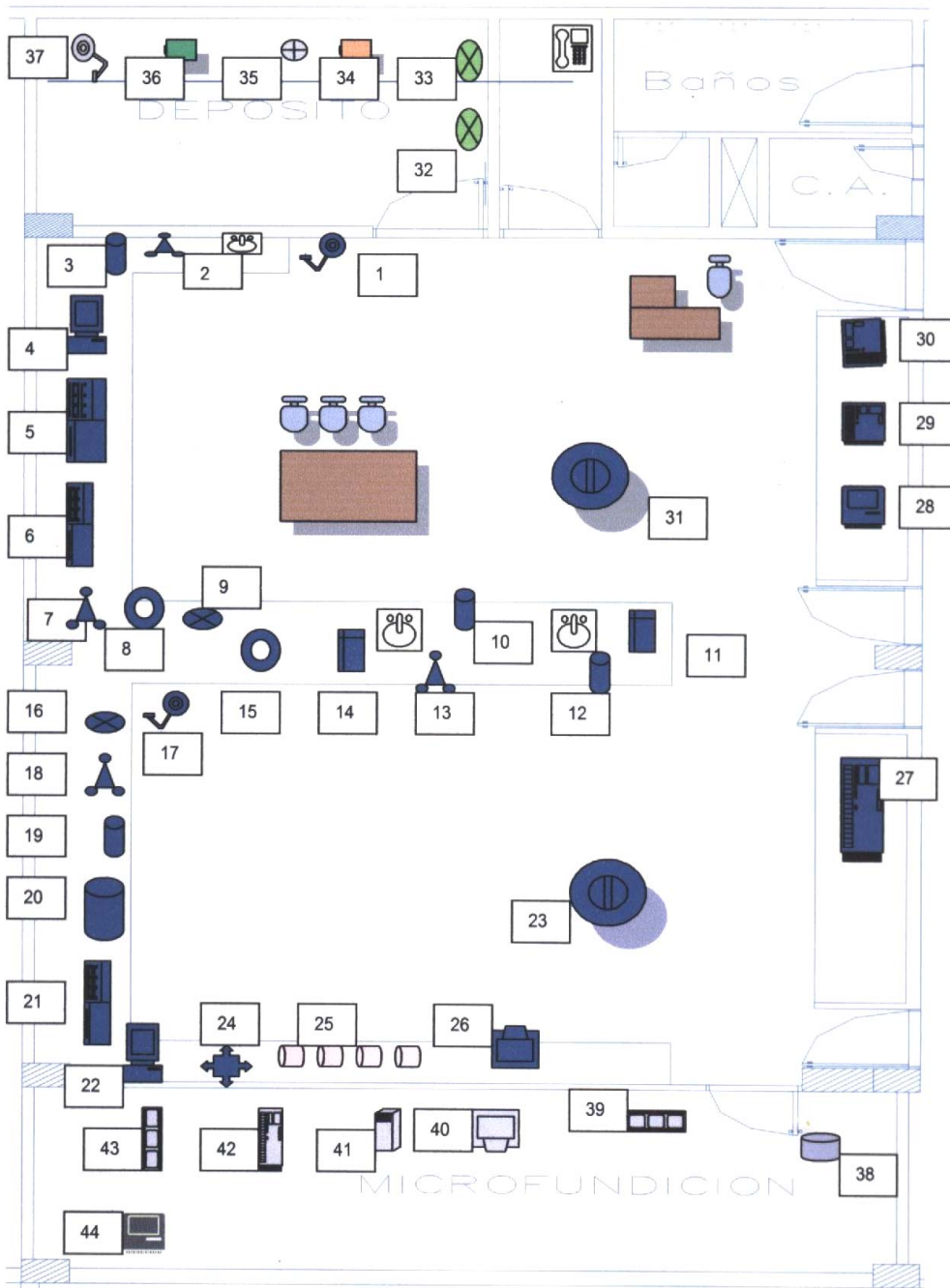
# Anexos

**Anexo A: ACTUAL DISTRIBUCION DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MOLDEO**



<b>Nº.</b>	<b>EQUIPO</b>
1	Determinador de permeabilidad
2	Analizador para activación de arcilla
3	Balanza de un plato
4	Balanza rápida
5	Máquina universal de ensayos de resistencia (Bajo rango)
6	Agitador
7	Balanza
8	Tamizador con motor acoplado
9	Agitador para determinar arcilla
10	Equipo medidor de humedad en arena por circulación de aire caliente.
11	Apisonador de probetas
12	Medidor de permeabilidad eléctrico
13	Máquina universal de ensayos
14	Determinador de humedad por rayos infrarojos
15	Balanza
16	Horno elektro
17	Zona de secado de probetas
18	Molino mezclador Sintokogio
19	Molino mezclador Simpson
20	Estufa rotatoria para secado de machos
21	Aparato para determinar punto de fusión.
22	Estufa para secado de muestras AFS.
23	Medidor de dureza de arenas AFS
24	Medidor de dureza de machos
25	Aparato probador de humedad Speedy
26	Cronómetro
27	Juego de calibración y normalización
28	Determinador de carbono en acero fundido
29	Máquina de fundición centrífuga
30	Medidor de punto de fusión para arenas
31	Hornito portátil
32	Inyector de cera a presión
33	Vulcatrol
34	Pirómetro y controlador de temperatura
35	Mufla

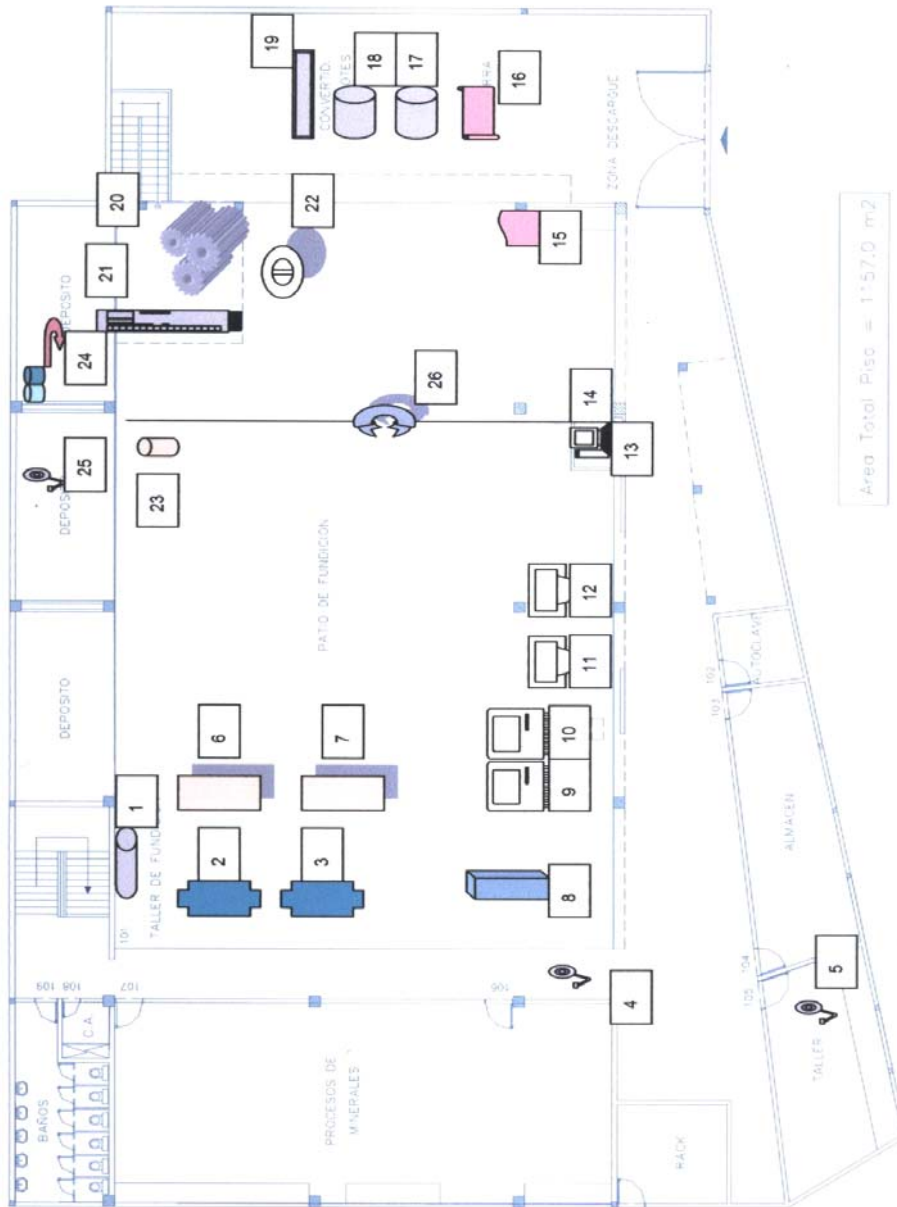
**Anexo B : PROPUESTA DE DISTRIBUCION DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MOLDEO**



<b>No.</b>	<b>EQUIPO</b>
1	Apisonador de probetas
2	Balanza rápida
3	Medidor de humedad por circulación de aire caliente
4	Determinador de permeabilidad eléctrico
5	Máquina universal de ensayos de resistencia (Alto rango)
6	Máquina universal de ensayos de resistencia (Bajo rango)
7	Balanza de un plato
8	Lavador rápido de arenas
9	Cuartheador simple
10	Determinador de arcilla activa
11	Medidor de friabilidad
12	Determinador de arcilla activa
13	Balanza
14	Medidor de friabilidad
15	Lavador rápido de arenas
16	Cuartheador simple de micro precisión
17	Apisonador de probetas
18	Balanza
19	Medidor de humedad por circulación de aire caliente
20	Determinador de humedad por rayos infrarrojos
21	Máquina universal de ensayos de resistencia (Bajo rango)
22	Determinador de permeabilidad eléctrico
23	Molino mezclador Simpson
24	Tamizador acoplado por sacudidas
25	Zona secado de probetas
26	Horno Elektro
27	Estufa rotatoria para secado de machos
28	Aparato determinador de punto de fusión
29	Estufa de secado de muestras AFS
30	Estufa de secado de muestras AFS
31	Molino mezclador Simpson
32	Medidor de dureza de arenas AFS
33	Medidor de dureza de machos
34	Aparato probador de humedad Speedy
35	Cronómetro
36	Juego de calibración y normalización
37	Determinador de carbono en acero fundido

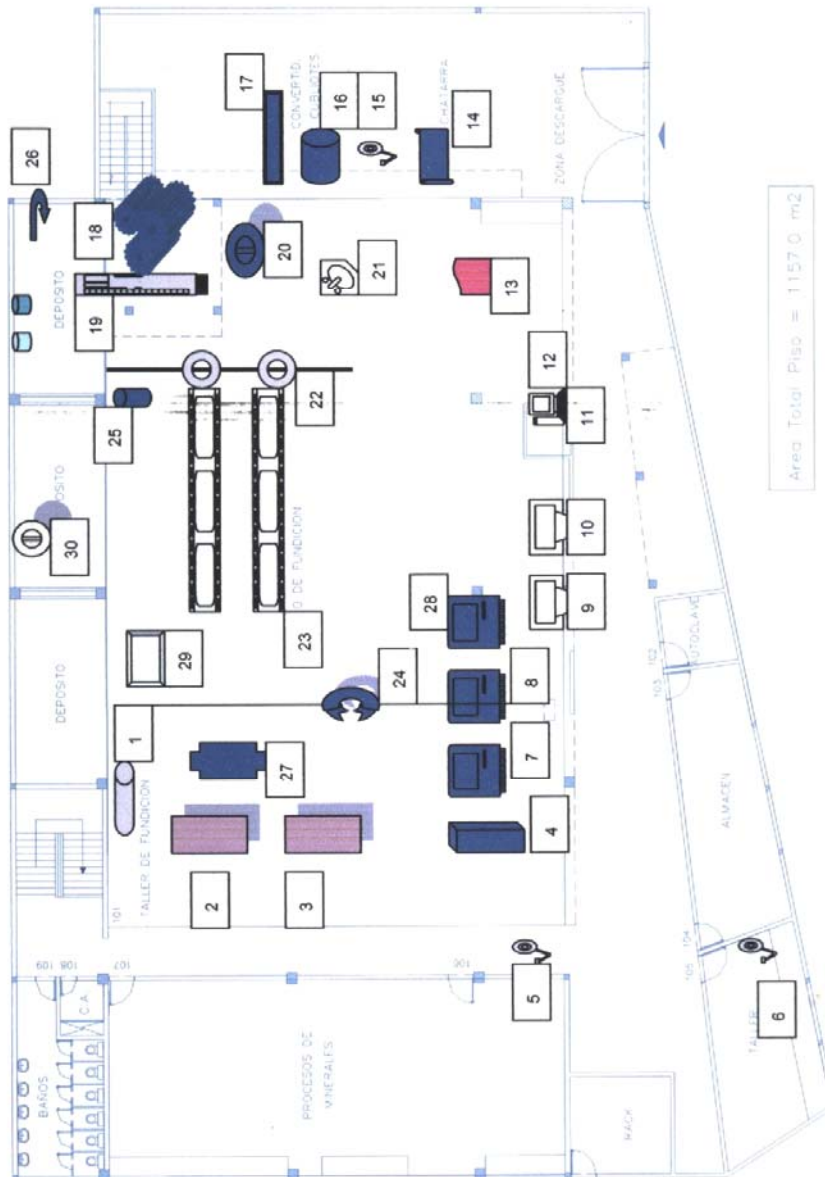
38	Máquina de fundición centrífuga
39	Medidor de punto de fusión para arenas
40	Hornito portátil
41	Inyector de cera a presión
42	Vulcatrol
43	Pirómetro y controlador de temperatura
44	Mufla

**Anexo C: DISTRIBUCION ACTUAL DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE FUNDICION**



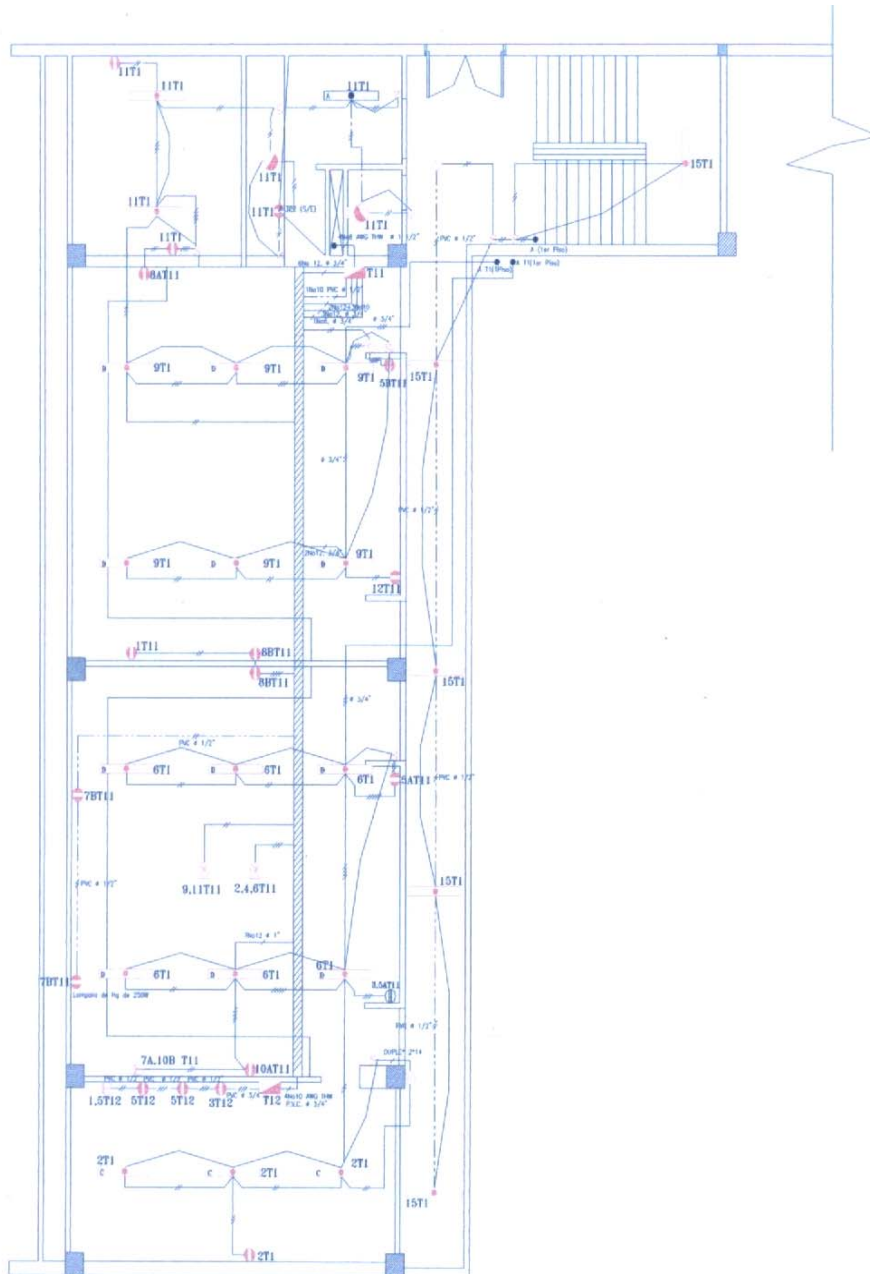
<b>No.</b>	<b>EQUIPO</b>
1	Compresor
2	Prensa de Moldeo
3	Prensa de Moldeo
4	Esmeril de Banco
5	Esmeril eléctrico
6	Banco de trabajo
7	Banco de trabajo
8	Determinador de porosidad en Aluminio
9	Horno de Crisol fijo
10	Horno de crisol fijo
11	Equipo del laboratorio de extractiva
12	Equipo del laboratorio de extractiva
13	Impresora
14	Equipo Metlab
15	Equipo de soldadura de arco
16	Báscula de plataforma
17	Horno convertidor
18	Horno convertidor
19	Turbina de hornos convertidores
20	Ventilador para el horno de cubilote
21	Horno de Cubilote
22	Mezclador de arenas Mulbaro
23	Ante crisol
24	Equipo de soldadura acetilénica
25	Aireador
26	Puente grúa

**Anexo D: PROPUESTA DE DISTRIBUCION DE LABORATORIO DE PROCESOS DE FUNDICION**



<b>No.</b>	<b>EQUIPO</b>
1	Compresor
2	Banco de trabajo
3	Banco de trabajo
4	Determinador de porosidad en Aluminio
5	Esmeril de Banco
6	Esmeril eléctrico
7	Horno de Crisol fijo
8	Horno de crisol fijo
9	Equipo del laboratorio de extractiva
10	Equipo del laboratorio de extractiva
11	Impresora
12	Equipo Metlab
13	Equipo de soldadura de arco
14	Báscula de plataforma
15	Aireador
16	Horno convertidor
17	Turbina de hornos convertidores
18	Ventilador del horno cubilote
19	Horno cubilote
20	Mezclador de arena Mulbaro
21	Duchas de emergencias
22	Sistema de Monorriel
23	Carrusel transportador de moldes
24	Puente grúa
25	Ante crisol
26	Equipo de soldadura acetilénica
27	Prensa de moldeo
28	Horno de crisol estático
29	granalladora
30	Molino continuo de arenas.

## Anexo E. Planos eléctricos laboratorio de Moldeo



Anexo F: Plano eléctrico laboratorio de fundición

INSTALACIONES ELECTRICAS ACTUALES PLANTA DE ACEROS  
PATIO DE FUNDICION  
ESC 1 : 75

