

118
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ANTEPROYECTO DEL SISTEMA DE CONTROL
DE CALIDAD PARA LA FABRICACION DE
POSTES METALICOS PARA ALUMBRADO EN
LAS INSTALACIONES DE LA COMPANIA DE
LUZ Y FUERZA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

ARMANDO RICO SANCHEZ

ASESORES: ING. ANDRES RUIZ MIJARES
ING. ARTURO BARBA PINGARRON



MEXICO, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

INDICE TEMATICO

1.0. INTRODUCCION.....	1
1.1. LOS MATERIALES EN INGENIERIA Y SUS PROPIEDADES.....	3
1.2. GENERALIDADES.....	3
1.3. EL HIERRO COLADO.....	6
1.3.1. Sus Propiedades.....	6
1.3.2. Fundición maleable.....	9
1.3.2.1. La función maleable blanca.....	10
1.3.2.2. La fundición negra.....	10
1.3.3. Acero Colado.....	11
1.3.4. Acero colado aleado.....	11
1.3.4.1. Acero colado de baja aleación.....	11
1.3.4.2. Acero colado duro al Mn.....	12
1.3.4.3. Acero colado al Cr.....	12
1.4. ACERO DULCE, LAMINADO, FORJADO Y DE CONSTRUCCION.....	13
1.4.1. Influencia de los elementos de aleación en los aceros.....	13
1.4.1.1. Carbono - C.....	14
1.4.1.2. Azufre - S.....	14
1.4.1.3. Fósforo - P.....	14
1.4.1.4. Silicio - Si.....	15
1.4.1.5. Cobre - Cu.....	15
1.4.1.6. Manganeso - Mn.....	15
1.4.1.7. Niquel - Ni.....	16
1.4.1.8. Cromo - Cr.....	16
1.4.1.9. Molibdeno - Mo.....	16
1.4.1.10 Tungsteno - W.....	17
1.4.1.11 Vanadio - V.....	17
1.4.1.12 Cobalto - Co.....	17
1.4.1.13 Aluminio - Al.....	17
1.4.2. Tratamientos Térmicos.....	18
1.4.2.1. Recocido.....	18
1.4.2.2. Normalizado.....	19
1.4.2.3. Recocido de Ablandamiento.....	19
1.4.2.4. Temple para Enfriamiento Brusco.....	19
1.4.2.5. Revenido.....	20
1.4.2.6. Temple y Revenido.....	20
1.4.2.7. Temple Interrumpido.....	21
1.4.2.8. Tratamiento Isotérmico.....	21
1.4.2.9. Temple Superficial.....	21
1.4.2.10 Cementado.....	22
1.4.2.11 Nitruración.....	22
1.4.3. Chapa de Acero.....	23
1.4.4. Aceros Perfilados.....	24
1.4.5. Aceros para Construcción de Máquinas.....	26
1.4.6. Aceros para Cementar y Nitrurar.....	28
1.4.7. Aceros para Tratar.....	30
1.4.8. Aceros Estirados y para Máquinas Herramientas Auto máticas.....	31
1.4.9. Aceros para Resortes.....	32
1.4.10 Aceros Resistentes al Calor.....	34

1.4.11 Aceros Inoxidables e Inatacables por Los Acidos.....	35
1.4.12 Aceros para Herramientas de Corte.....	37
1.5. METALES NO FERROSOS.....	38
1.5.1. Aluminio y sus Aleaciones.....	38
1.5.1.1. Sus Propiedades.....	39
1.5.1.2. Corrosión.....	40
1.5.1.3. Influencia de Los Elementos de Aleación.....	41
1.5.1.4. Aleaciones de Al para Forja.....	42
1.5.1.5. Aleaciones de Al por Fusión.....	44
1.5.2. Magnesio y sus Aleaciones.....	44
1.5.2.1. Corrosión.....	45
1.5.2.2. Elección de la Aleación.....	47
1.5.3. Zinc y sus Aleaciones.....	43
1.5.4. El Cobre y sus Aleaciones.....	50
1.5.4.1. Sustituciones de Cu.....	50
1.5.4.2. Sustituciones de las Aleaciones de Cu.....	51
1.6. MATERIALES NO METALICOS.....	51
1.6.1. Maderas.....	53
1.6.2. Materiales Plásticos.....	54
1.6.3. Materiales Cerámicos.....	56
1.7. MATERIALES ESPECIALES.....	56
1.7.1. Materiales Metalocerámicos.....	56
1.7.2. Materiales Compuestos.....	56
2.0. INTRODUCCION.....	58
2.1. CARACTERISTICAS, PROPIEDADES, ORGANIZACION, LOCALIZACION Y - PRODUCCION DEL TALLER PARA LA FABRICACION DEL POSTE META- LICO.....	52
2.2. POSTE METALICO PARA ALUMBRADO.....	52
2.2.1. Función.....	52
2.2.2. Descripción del Producto.....	52
2.2.3. Materiales.....	52
2.2.4. Formas y Dimensiones.....	52
2.2.5. Soldadura.....	53
2.2.6. Limpieza.....	53
2.2.7. Acabado.....	54
2.2.8. Capacidad.....	54
2.2.9. Accesorios.....	54
2.2.10 Anclas.....	56
2.3. ORGANIGRAMA.....	56
2.3.1. Gerencia de Construcción.....	56
2.3.2. Subgerencia Mecánica.....	56
2.3.3. Superintendencia de Estructuras.....	56
2.3.4. Sección de Tableros.....	57
2.3.5. Area de Despiece.....	57
2.3.6. Area de Escuadrado.....	58
2.3.7. Area de Enderezado.....	58
2.3.8. Area de Armado.....	58
2.3.9. Sección de Estructuras.....	59
2.3.10 Area de Despieces.....	59
2.3.11 Area de Armado.....	59
2.3.12 Area de Soldadura.....	59
2.3.13 Area de Presentado.....	59

2.3.14	Gerencia de Planeación.....	69
2.3.15	Proyectos Civiles.....	73
2.4.	LOCALIZACION.....	73
2.5.	PRODUCCION DEL TALLER.....	73
2.5.1.	Producción Sección de Estructuras.....	73
2.5.2.	Producción Sección de Tableros.....	73
3.0.	INTRODUCCION.....	77
3.1.	PROCESO DE FABRICACION.....	78
3.2.	DISTRIBUCION DE LA PLANTA.....	78
3.3.	MAQUINARIA.....	78
3.4.	FLUJO DE PROCESO.....	87
3.5.	DESCRIPCION DEL PROCESO.....	98
3.5.1.	Descripción del Proceso de Corte de Piezas 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, "L ^B ".....	99
3.5.2.	Descripción del Proceso de Trazo y Puncionado de Piezas 1A, 1E, 1F.....	100
3.5.3.	Descripción del Proceso de Doblado de Piezas 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F.....	101
3.5.4.	Descripción del Proceso de Fabricación de Pieza No. 2 (base).....	102, 103
3.5.5.	Descripción del Proceso de Fabricación de Pieza No. 3 (tapa superior).....	104, 105
3.5.6.	Descripción del Proceso de Fabricación de Pieza No. 4 (tapa lateral).....	106
3.5.7.	Descripción del Proceso de Fabricación de Pieza No. 5 (por tabraos).....	107, 108
3.5.8.	Descripción del Proceso de Armado del Poste.....	109, 110
3.5.9.	Descripción del Proceso de Soldadura del Poste.....	111
3.5.10.	Descripción del Proceso de Enderezado del Poste.....	112
3.5.11.	Descripción del Proceso de Limpieza y Pintura del Poste.....	113
4.0.	INTRODUCCION.....	114
4.1.	PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.....	115
4.2.	PROPUESTA PARA LA CREACION DE UN DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD.....	116
4.3.	POSIBLES FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO.....	116
4.4.	ORGANIGRAMA PROPUESTO DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD.....	119
4.4.1.	Superintendente de Planta.....	119
4.4.2.	Jefe de Control de Calidad.....	119
4.4.3.	Analista.....	119
4.4.4.	Inspector.....	120
4.5.	SISTEMA DE CALIDAD PROPUESTO PARA EL CONTROL DE MATERIA PRIMA.....	120
4.5.1.	Plan de Muestreo.....	120
4.5.2.	Inspección de la Materia Prima.....	121
4.5.3.	Instrucciones para llevar a cabo la Prueba de Dureza Rockwell.....	123
4.5.4.	Prueba Dimensional.....	124
4.5.5.	Prueba de Dobleces.....	124
4.6.	SISTEMA DE CALIDAD PROPUESTO PARA EL CONTROL DEL PROCESO.....	125
4.6.1.	Plan de Muestreo.....	126
4.6.2.	Inspección Puncionado de "L ^B ".....	127
4.6.3.	Inspección de Partes Dobladas para la Fabricación del Poste.....	128

4.6.4. Inspección de Barrenos de la Base del Poste.....	131
4.6.5. Inspección del Portabrazos para Luminaria.....	133
4.6.6. Inspección de Soldadura.....	136
4.6.7. Inspección de Rectitud del Poste.....	140
4.7. SISTEMA DE CALIDAD PARA EL CONTROL DEL PRODUCTO TERMINADO.....	142
4.7.1. Inspección del Producto Terminado: Dimensiones, Resistencia a la Flexión y Acabado.....	143
4.7.2. Cálculo para Carga de Prueba a la Flexión.....	147
4.7.3. Cálculo de Resistencia del Poste con Cargas Simbólicas.....	149
4.8. REPORTE.....	150
5.1. ANALISIS ECONOMICO Y COSTOS UNITARIOS.....	154
5.2. COSTO MATERIA PRIMA.....	154
5.2.1. Costo de Mano de Obra Directa.....	154
5.2.2. Costo de Materia Prima.....	156
5.3. COSTO DEL CONTROL DE CALIDAD.....	162
5.3.1. Costo de la Inspección.....	162
5.3.2. Costo de Instrumentos.....	164
5.3.3. Costo Total de la Producción.....	167
CONCLUSIONES.....	168
BIBLIOGRAFIA.....	169

CAPITULO I

LOS MATERIALES EN INGENIERIA

Y SUS PROPIEDADES

1.0. INTRODUCCION

El objetivo de este capítulo, es tratar de dar un panorama general en lo referente a los materiales más usuales en la ingeniería y sus propiedades. Es importante que el ingeniero tenga los conocimientos básicos de los Materiales y sus Propiedades, ya que en el desarrollo profesional, se encontrará con muchas formas, mediante las cuales pueden procesarse los materiales, y los efectos que se producen al ser procesados dichos materiales sobre sus propiedades.

Para que el ingeniero pueda diseñar o fabricar en condiciones de competir, deberá estimar las ventajas y limitaciones del proceso a seguir, así como predecir la precisión con que se lograrán los productos. La industria requiere que el ingeniero tenga los conocimientos necesarios, para proporcionar ciertos conocimientos referentes a sus estructuras y la forma como pueden cambiar sus propiedades físicas los materiales.

Los materiales difieren ampliamente en propiedades físicas, características de labrado, métodos de formado y vida probable en servicio.

La selección de un material ya sea para elemento de máquina o estructura, es una de las decisiones que debe llevar a cabo un ingeniero de diseño, tal decisión suele hacerse antes de que se determinen las dimensiones del elemento o pieza. Después de elegir el material y el proceso (que siempre están íntimamente relacionados)

el diseñador podrá fijar las dimensiones del elemento en estudio, pretendiendo que los esfuerzos y deformaciones tengan valores razonables y satisfactorios, técnica y económicamente, en comparación con las propiedades relacionadas con la falla del material.

En las ramas de la ingeniería, los requerimientos que presente el diseño tienen ciertas limitaciones, las cuales exigen en gran medida un conocimiento amplio de los materiales, tanto en propiedades como en costos y procesos de maquinado, puesto que aunque las exigencias son elevadas, la limitante del costo es un factor determinante en la elección del material.

1.1. LOS MATERIALES EN INGENIERIA Y SUS PROPIEDADES.

1.2. GENERALIDADES

A pesar de la importancia del esfuerzo y la deformación de las partes mecánicas, la selección de un material, no siempre se basa en estos factores, en muchos casos hay piezas que no experimentan carga alguna y solo se diseñan para complementar un diseño, con frecuencia hay que diseñar elementos para resistir la corrosión, mientras que en otros casos, los efectos de temperatura son más importantes que los de esfuerzo y deformación. Además, existe un número tal de factores que influyen en el diseño de los elementos, que hacen muy necesario un buen conocimiento acerca de las propiedades de los materiales y los procesos.

Para la selección de los materiales deberán tomarse en cuenta las sollicitaciones de trabajo que al órgano o elemento imponen, como la función, el esfuerzo y la vida o duración. Luego las demandas inherentes a la configuración, a la fabricación, los costos de fabricación y en la mayor de las veces, la adquisición.

En general, podemos apoyarnos en experiencias ya realizadas empleando materiales y calidades usuales, por lo tanto en la construcción de máquinas, con frecuencia se usan:

1. Aceros al carbono ordinario para ejes y árboles sencillos.
2. Aceros de alta calidad, o clases especiales de hierro fundido (a causa de la configuración y del efecto de entalla) para árboles

de varios codos (sigueñales).

3. Aceros al medio carbono, para cuñas, chavetas y pernos.
4. Fundición gris para estatores fundidos, placas de fundición y ---- carcacas, y si los esfuerzos son grandes, el hierro fundido especial y el acero soldado (placas) son aceptables.
5. Aceros templado y revenidos, para órganos o elementos sometidos a elevada presión con rodamiento (rodamientos, árboles de levas, ruedas dentadas muy cargadas).
6. Fundición gris, acero colado de 42 a 70 kg/mm², acero templado y tratados, y en casos especiales a la madera, a los materiales - - aglomerados y a los metales no ferrosos para ruedas dentadas.
7. Materiales aglomerados, fundición gris blanda, bronce, metal blanco, aleaciones de zinc y de aluminio, o bien, materiales combinados con capa exterior deslizante, según las circunstancias, para las superficies sometidas a fricción.
8. Acero de resortes, hule para muelles elásticos: y en casos especiales, también el bronce de resortes y la madera.
9. Aleaciones para mecanizar, en tornos automáticos, aleaciones fundidas inyektadas, y pequeñas piezas producidas en serie.
10. Acero templado y revenidos, para herramientas y metales de corte rápido.
11. Aceros resistentes al calor, o aceros con superficies resistentes a la formación de escamas, y sustancias cerámicas para órganos expuestos al calor y al fuego.
12. Materiales especiales, según las exigencias respectivas, para órganos sometidos a intenso desgaste, o acciones químicas, eléctricas o magné

ticas, particularmente intensas.

Solo cuando la experiencia no sea suficiente, o cuando surjan nuevos puntos de vista (nuevas exigencias, nuevos materiales, nuevas restricciones o alza de precios), o cuando varios materiales entren en competencia, la elección del material se convierte en problema.

Tal elección exige entonces un examen más detenido de los factores que influyen en el problema, los que pueden ser:

- 1. Las exigencias impuestas al elemento u órgano constructivo, como función, esfuerzos y duración de vida.*
- 2. Condiciones de fabricación, (números de partes, configuración proceso de manufactura, costos de construcción).*
- 3. Propiedades del material, y casi siempre a continuación, ensayos con los materiales que aún puedan ser tomados en cuenta.*

En casos semejantes el diseñador debe recurrir en gran medida a la experiencia particular de los especialistas en materiales y en fabricación, así como a la de los usuarios si se trata de evitar errores. La decisión será sencilla cuando unas pocas propiedades del material son aceptables y complicada cuando sean muchos los materiales que más o menos cumplen con las numerosas exigencias.

1.3. EL HIERRO COLADO

La fundición gris es una aleación de hierro con más de 1.7% C (generalmente de 2 a 4%) muy empleada en la construcción de máquinas y para piezas fundidas (siempre y cuando sus propiedades sean suficientes); es un producto barato y de fácil colada, con poca contracción y fácil de mecanizar por arranque de viruta.

1.3.1. SUS PROPIEDADES.

La fundición gris es quebradiza (pequeño alargamiento de rotura), por lo que no soporta bien los golpes y su resistencia a la tracción es baja por las hojuelas de grafito: presenta buenas propiedades para el deslizamiento (mejores que el acero colado y el acero dulce) y elevada resistencia a la compresión, gran amortiguamiento interior y no es sensible a la entalladura, de tal modo que puede competir en resistencia a la fatiga por flexión con el acero entallado (cigüeñales de fundición gris). La resistencia a la tracción en caliente, disminuye por encima de los 400 grados C, y su resistencia a la compresión sobre los 200 grados C. Su módulo de elasticidad disminuye al aumentar el esfuerzo (ver tabla 1).

Designación	Aplicación
Piezas de fundición para construir y comerciales.	Columnas, ventanas, soleras, hornos, tubos, radiadores.
Fundición para máquinas:	
GG-12...	Sin precepto cualitativo, para piezas sometidas a pequeños esfuerzos, como carcavas, placas de asiento, estatores.
GG-14...	Para piezas sometidas a grandes esfuerzos u a fricción:
GG-18...	Carcavas, guías deslizantes; cilindros, embolos y armaduras de máquinas de vapor, anillos de embolo.
GG-22...	Para piezas sometidas a esfuerzos aun mayores, resistentes al calor (hasta 420° C), sometidos a fricción y mas robustos:
GG-26...	cilindros, embolos, segmentos.
Fundición gris especial GG 30 (fundición perlítica)	Para casos especiales y órganos sometidos a esfuerzos máximos.
Con propiedades magnéticas especiales, por ejemplo, GG-12,9 (según DIN 17006)	Para máquinas eléctricas con alta inducción magnetica.
Fundición blanca:	Para piezas resistentes al desgaste (de mecanización difícil), con $H_B = 100-600 \text{ kg/cm}^2$.
Fundición totalmente blanca	(dura en todo su volumen). Empleada raramente por ser muy quebradiza, por ejemplo, en toberas para proyección de arena.
Fundición superficialmente blanca	Fundición en coquilla (con nucleo blando) para placas y anillos resistentes al desgaste pertenecientes a los molinos trituradores de muelas, molinos de bolas, máquinas de machacar piedra; para punzones, anillos de estirado y ruedas de tracción (fundición Griffin).
Fundición blanca suave	Fundición para rotillos de estructura fina y densa.
Fundición gris resistente a los ácidos y los álcalis	Para fines químicos, recipientes de carbonato y otros compuestos sódicos, tubos, cubetas, cazos, bombas para ácidos.
Fundición gris inalterable al fuego	Barrotes de parrilla, cajas de cementación, calderas de fusión para metales no ferreos.

TABLA 1:

La fundición con dureza Brinell 120 a 180 es ferrítica; de 180 a 250 es perlítica y arriba de 240 se dificulta su maquinabilidad. Para el empleo de las diferentes clases de fundición gris vea la Tabla 1. Los correspondientes valores de resistencia se muestran en la Tabla 2.

Densidad g/cm ³	Tamaño de partícula s. l. de la pasta mm	Resistencia a la tracción kg/cm ²	Resistencia a la flexión kg/cm ²	Flexión f. mm	Dureza Brinell kg/mm ²	Módulo de elasticidad E kg/mm ²
GG-12	8 ... 50 (20)	12 (1)	12	2	120 ... 200	1000 ... 1000
GG-11	4 ... 8 (13)	18	12	2		
	8 ... 15 (20)	16	10	1		
	mayor de 15 ... 30 (30)	14	26	7	100 ... 200	5000 ... 5000
	mayor de 30 ... 50 (45)	11	21	10		
GG-18	4 ... 8 (13)	22	38	2		
	8 ... 15 (20)	20	36	1		
	mayor de 15 ... 30 (30)	18	34	7	100 ... 220	10000 ... 8000
	mayor de 30 ... 50 (45)	15	30	10		
GG-22	4 ... 8 (13)	26	44	3		
	8 ... 15 (20)	21	42	5		
	mayor de 15 ... 30 (30)	22	40	8	100 ... 240	12000 ... 9000
	mayor de 30 ... 50 (45)	19	36	11		
GG-26	8 ... 15 (20)	28	48	5		
	mayor de 15 ... 30 (30)	26	46	8	100 ... 240	13000 ... 11000
	mayor de 30 ... 50 (45)	23	42	11		
GG-30	mayor de 15 ... 30 (30)	30	48	8	100 ... 220	
	mayor de 30 ... 50 (45)	25	45	11		

(1) Para separaciones entre apoyos, según DIN 1691 15.ª ed. noviembre 1919.
 (2) Valores medios añadidos por el autor.
 (3) Por regla general no se hacen pruebas de recepción del material.

99

TABLA 2:

Fundición gris de alta calidad y aleada para fines especiales.

Con ella se obtiene:

- 1. Fundición perlítica de alta resistencia bajando el contenido de grafito, añadiendo abundante chatarra y aumentando la dosis de "Si".*
- 2. Fundición gris libre de tensiones de grano fino por enfriamiento lento (en molde precalentado) de fundición que solidificada de otro modo, resultaría blanca.*
- 3. Resistencia más elevada, por sobrecalentamiento de la masa fundida.*

4. Trama más densa por fundición centrifugada.
5. Fundición gris más resistente al desgaste y más fluida por adición de fósforo (P).
6. Fundición gris más resistente al desgaste a la corrosión y al calor, por la adición de Ni, Cr, Mo (material para aviones).
7. Fundición gris inalterable al calor y que no forma escamas añadiendo Ni-Cr-Si o Cr-Al.
8. Fundición gris inoxidable e inalterable al calor, agregando 20 a 30% de Cr.
9. Fundición gris que no forma escamas para hogares y barras de parrilla, mediante un elevado contenido de C y bajo porcentaje de fósforo y silicio.
10. Fundición gris inalterable a los ácidos, agregando un 14 a 18% de Si, o mejor añadiendo metal monel.

1.3.2. FUNDICION MALEABLE.

Esta se obtiene por fusión del hierro bruto blanco (fácil de fundir) y maleabilización (recocido después de haber fundido), lo cual da un producto bastante tenaz, algo maleable y de fácil mecanización.

1.3.2.1. LA FUNDICION MALEABLE BLANCA.

Usual en el comercio (zonas marginales ferríticas, zona nuclear perlítica) con espesor de pared uniforme (de 3 a 20mm), es apropiada para pequeñas - piezas de fabricación en gran serie (hasta 1 kg.) como cadenas de canchales, ruedas, llaves y guarniciones.

1.3.2.2. LA FUNDICION NEGRA.

Ferrítica en toda su masa, se presta para piezas con espesor de pared más grueso y desigual (3 a 40mm.) como aparatos domésticos, carcasas para - transmisiones, tambores de frenos, pequeñas piezas de hierro, etc., pero no es soldable forjable ni apta para soportar altas temperaturas. La fundición es negra es templeable mediante enfriamiento brusco desde 800 grados C con el subsiguiente revenido:

La fundición maleable es menos resistente al desgaste que la fundición - gris y magnéticamente muy "blanda" sobre los 400 grados C, disminuye con mayor resistencia a la corrosión o a la oxidación o con mayor resistencia al desgaste en su superficie (endurecida por cementación).

Designación	Espesor de pared mm	Resistencia a la tracción kg mm ²	Alarg. de rotura %	Dureza Brinell (H) H ₁₀	Modulo de elasticidad E (1) kg mm ²
Fundición maleable blanca	4...9	31	6	125	16 000
	9...13	33	1	hasta 220	hasta 17 000
	18...40	36	3		
Fundición maleable negra	4...9	38	10	125	16 000
	9...13	40	13	hasta 220	hasta 17 000
	18...40	41	3		
	GTS-35	35	10	110	
	GTS-38	38	12	110	

(1) Sin normalizar.
(2) Alargamiento de rotura para L = 3 d.

TABLA 3:

1.3.3. ACERO COLADO

Es apropiado para piezas fundidas de alta resistencia, elasticidad y tenacidad es forjable, soldable y apto para temple superficial, pero difícil de fundir (presenta un 2% o más de contracción, formación de rechupes, tensiones de coladas y grietas por el calor), lo cual eleva su precio. - Ofrece una superficie más áspera y peores propiedades deslizantes que la fundición gris.

Las piezas de chapa de acero (caso de los dlabes de turbinas), pueden incorporarse por fundición; su trama (radial) se suele afinar por recocido. El espesor de pared mínimo usual es de 3 a 4mm.

El acero colado en paredes finas de alta calidad alcanza sin alear, hasta $\sigma_R = 75 \text{ kg/mm}$ y aleado $\sigma_R = 60 \text{ a } 110 \text{ kg/mm}$ con un alargamiento del 6 al 10%.

1.3.4. ACERO COLADO ALEADO.

Sirve para fines especiales

1.3.4.1. ACERO COLADO DE BAJA ALEACION.

Hasta 2% Mn, 1.5% Si y 2% Cr; se emplea cuando es necesario aumentar la templabilidad integral, su resistencia al desgaste, su resiliencia, su fa-

cultad desliante o la persistencia de su revenido (después de templado - o $R = 60$ a 130 kg/mm^2), aplicándolo a ruedas dentadas, crucetas, émbolos de motores, carcasas de turbinas de vapor.

1.3.4.2. ACERO COLADO DURO AL Mn.

Más de 12% Mn y más de 1% C. Es muy resistente al desgaste por rozamiento (templado en frío) y además amagnético y se emplea para agujas ferroviarias, dientes de excavadoras.

1.3.4.3. ACERO COLADO AL Cr.

Con 13 al 30% Cr, es prácticamente inatacable por la oxidación y los golpes y si contiene más de 1% Si, es también resistente al calor; por lo tanto, es adecuado para piezas de horno, cajas de cementación y recipientes químicos.

La adición de Cr y W se emplea para preservar las placas de las cajas de caudales contra el corte a sopletes, y la adición de Ni, para proteger -- contra el ataque del agua de mar.

Designación	Dureza límite H _a	Resist. a la trac- ción σ_b	Alarga- miento de rotura δ , %	Resilien- cia a golpes (DVM) cm ² ·m	Límite de alar- gamiento en caliente $\sigma_{pc} \text{ kg/mm}^2$			Resistencia a la fatiga $\sigma_{-2} \text{ kg/mm}^2$			Conte- nido de C, %
					300°	350°	400°	100°	150°	200°	
GS-36	110	38	20	—	—	—	—	—	—	—	0,1
DIN GS-45	130	45	16	—	—	—	—	—	—	—	0,2
1681 GS-52	150	52	12	—	—	—	—	—	—	—	0,2
GS-60	174	69	8	—	—	—	—	—	—	—	0,45
GS-C-25		45	22	500	17	15	13	12	8	—	—
DIN GS-22 Mo 4		45	22	500	21	19	17	17	15	12	—
17215 GS-22 Cr Mo 3		50	20	400	25	23	21	20	15	10	—
GS-22 Cr Mo 3i		53	20	400	28	26	24	23	20	15	—

(*) Para los coeficientes de las calidades especiales, véase DIN 1631 (marzo de 1952) para los coeficientes del acero colado resistente al calor, véase DIN 17215 (octubre de 1951 y mayo de 1952).

TABLA 4:

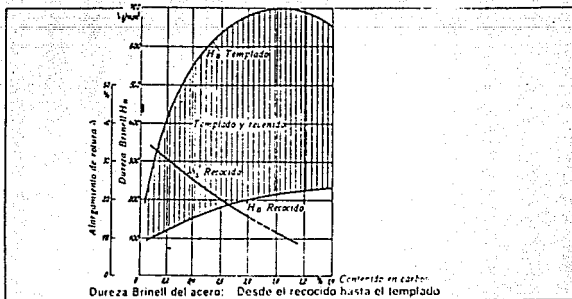
1.4. ACERO DULCE. Laminado, Forjado y de Construcción.

Peso específico $p = 7.85 \text{ gr/cm}^3$, módulo de elasticidad - $21,000 \text{ kg/mm}^2$

Acero dulce, es el acero obtenido en estado fluido por los procesos Bessemer, Thomas y Siemens Martín, BOF al horno eléctrico y al crisol: mencionaremos aceros económicos de gran consumo, o sea aceros al C, sin alealear que pueden suministrarse como semilaborados (prelaminados, prefornados, en forma de bloques, lingotes o pletinas) o como productos ya terminados (perfiles, tubos, chapas, flejes y alambres).

Solo en el caso de que sus propiedades no sean suficientes, hablaremos de los aceros aleados, que son mucho más caros. Veamos primero, la influencia de los elementos de aleación en los aceros.

1.4.1. INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS DE ALEACION EN LOS ACEROS.



1.4.1.1. CARBONO - C

El carbono C, aumenta el valor de los coeficientes por rotura por tracción "R" de alargamiento en caliente o frío, la dureza y la sensibilidad a las entalladuras, pero disminuye la tenacidad (alargamiento de rotura) la maquinabilidad, así como la forjabilidad, la soldabilidad y las capacidades de conducción, eléctrica y térmica. La formación de óxidos es independiente del contenido de C, y la tenacidad insuficiente es la que trataremos de contrarrestar mediante la aleación y los tratamientos térmicos.

1.4.1.2. AZUFRE - S

El azufre S, facilita y mejora la maquinabilidad, para lo cual se agrega hasta 0.3% a los aceros de maquinado automático, disminuye la resistencia a la fatiga por su tendencia a la estructura en hileras, y hace al acero quebradizo en caliente, si éste carece de manganeso.

1.4.1.3. FOSFORO - P

El fósforo (P), se tolera en los aceros de gran consumo, hasta en un 0.2% eleva el límite de fluencia y la resistencia a la oxidación. En dosis mayores hace el acero quebradizo por fatiga.

1.4.1.4. SILICIO - Si

El silicio Si, desoxidiza el acero, fomenta la formación de grafito y la resistencia a los ácidos aumenta la penetración de temple y la resistencia eléctrica, disminuyendo a la vez la deformación en frío, por lo que no se admite más del 0.2% para chapas de embutición profunda y más de 0.5 a 3% en aceros de resortes, y hasta un 4% en chapas magnéticas.

1.4.1.5. COBRE - Cu

El cobre Cu, aumenta los coeficientes de rotura σ^R y de alargamiento en caliente o frío y sobre todo la resistencia a la oxidación: en los llamados aceros "cobreados" (empleados en edificios) el cobre entra en la proporción 0.1 a 0.8%.

1.4.1.6. MANGANESO - Mn

El manganeso Mn, desoxidiza y desulfura el acero, aumenta su resistencia y favorece el temple total, pero tiene en contra su sensibilidad al sobre-calentamiento y su fragilidad de revenido.

Con mayor proporción de Mn, el acero se hace muy resistente al desgaste - por rozamiento (acero duro con 12 a 15% de Mn).

1.4.1.7. NIQUEL - Ni

El níquel Ni, cuando su proporción es 1.5 a 4.5%, aumenta el límite de -- alargamiento, la resistencia a la fatiga y la resistencia en los aceros de construcción: actualmente, los aceros al Ni y los aceros al C-Ni-Mo, se emplean con preferencia para piezas grandes que tengan que soportar -- altos esfuerzos (por su templabilidad en toda la masa) sustituyéndose -- por lo demás por aceros cementados y aceros tratados, y en lo posible, -- por aceros aleados con Mn, Si, Mo, Cr y V; además, los aceros con 10 a -- 20% Ni y 15 a 25% Cr, tienen importancia como inoxidable e inatacables por los ácidos, así como resistentes al calor y la corrosión, siendo -- amagnéticos.

1.4.1.8. CROMO - Cr

El cromo Cr, aumenta la dureza y la resistencia al desgaste de los aceros por la formación de los carburos de Cr, aumentando también la resistencia y la penetración del temple cuando la proporción de Cr es de 12 a 30%, los aceros al Cr poseen una gran inalterabilidad al calor y a las llamas (no forman escamas), así como frente a la oxidación y los ácidos (ver tabla 15).

1.4.1.9. MOLIBDENO - Mo.

El molibdeno Mo, es el elemento más eficaz contra la fragilidad de revenido de los aceros, incrementando la penetración del temple, de modo que los aceros al Cr-Mo tratados térmicamente, pueden sustituir al acero al

Cr-Ni. Además el Mo aumenta la resistencia al calor, de tal manera que los aceros aleados al Mo se toman en consideración para calderas de vapor y herramientas de corte.

1.4.1.10. TUNGSTENO - W

El tungsteno W, elimina la fragilidad de revenido de los aceros al Cr-Ni de alta calidad y con un 4 a 12% confiere una gran resistencia al calor a los aceros rápidos y a los destinados a trabajos en caliente (ver tabla 16).

1.4.1.11 VANADIO - V

El vanadio V, actúa como desoxidante, favorece la formación de carburos, y sólo con unas décimas de %, mejora la sensibilidad al sobrecalentamiento y la resistencia térmica de los aceros para construcción y para herramientas. Además, incrementa la tenacidad, la consistencia del filo en los acros rápidos y el magnetismo remanente de los aceros magnéticos.

1.4.1.12 COBALTO - Co

El cobalto Co, aumenta notablemente en los aceros rápidos (hasta 15% Co) - el rendimiento de corte, porque mejora la persistencia del revenido y la - sensibilidad al sobrecalentamiento.

1.4.1.13 ALUMINIO - Al

El aluminio Al, aumenta la dureza superficial del acero nitrurado por la -

formación de nitruros de Al, así como la resistencia a la formación de es
camas y al envejecimiento del acero²¹, pero es preciso que no queden en
el acero, residuos de Al_2O_3

1.4.2 TRATAMIENTOS TERMICOS.

Mediante los tratamientos térmicos, se puede influir considerablemente en
las propiedades y características de los aceros y de los órganos construc-
tivos. A continuación describimos los tratamientos térmicos más usuales, -
aplicables a los aceros.

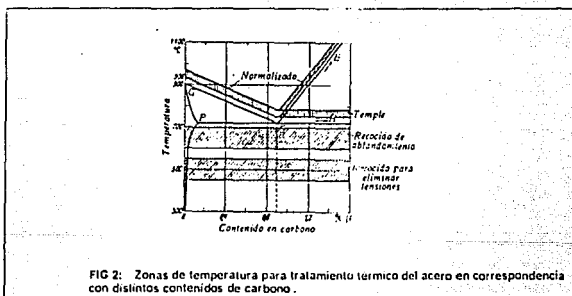


FIG 2: Zonas de temperatura para tratamiento térmico del acero en correspondencia con distintos contenidos de carbono.

1.4.2.1. RECOCIDO

Se calienta a la temperatura de incandescencia y después se enfría lenta-
mente con el objeto de influir sobre la estructura del grano o sobre las

²¹ El envejecimiento se caracteriza por un "estado de fragilidad" (dis-
minución del alargamiento de rotura y resiliencia) que se produce tras un
largo almacenamiento de materiales que fueron formados en frío, por ejem-
plo, las chapas de acero, esto se acelera bajo la acción del calor. Sin
cambio, no se produce en los aceros completamente desoxidados.

tensiones internas: la influencia de los gases del horno sobre la superficie del acero (formación de escamas y descarbonización) puede evitarse recociendo en atmósfera protectora o recubriendo con virutas de fundición gris.

1.4.2.2. NORMALIZADO. Ver figura 15 (a)

Llevar a la zona austenítica, o sea de 30 a 60 grados C sobre la línea GSE con el fin de restaurar en el acero, cuyo grano ha crecido por recalentamiento, su textura fina normal.

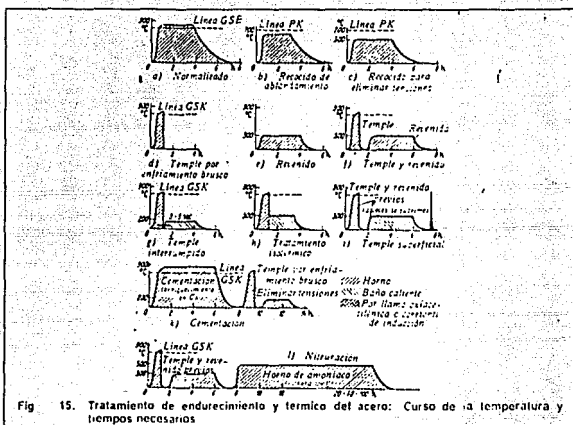
1.4.2.3. RECOCIDO DE ABLANDAMIENTO. Ver figura 15 (b)

Calentar durante 1 a 3 hrs. muy cerca y por debajo de la línea PK (de 600 a 700 grados C), a fin de obtener la textura más suave posible con cementita granular, en vez de estriada.

1.4.2.4. TEMPLE POR ENFRIAMIENTO BRUSCO. Ver figura 15 (d)

El acero se calienta unos 30 a 60 grados C, sobre la línea GSK, y en este estado se le enfría rápidamente²² sumergiéndolo en un baño de agua, aceite, sal o aire con objeto de conseguir la más dura y finamente estriada que caracteriza a la martensita: la dureza alcanzable aumenta con la proporción de C (fig.1). Pero, con la dureza crece también la fragilidad (señalada por un corto alargamiento de rotura y baja resiliencia) y con la velocidad de temple aumentan la deformación y las tensiones. El temple por enfriamiento brusco es importante para los filos de herramientas, rodamientos, resortes elásticos, etc.

²²) Para el temple debe rebasarse la velocidad crítica de enfriamiento rápido



1.4.2.5. REVENIDO. Ver figura 15 (c)

Las piezas templadas previamente se llevan a la temperatura de revenido (100 a 400° C), y luego se dejan enfriar con lentitud para eliminar las tensiones de temple²³, y volver a restablecer la tenacidad (alarga -- miento de rotura y la resiliencia). Conforme se aumenta la temperatura -- de revenido, se reduce la dureza.

1.4.2.6. TEMPLE Y REVENIDO. Ver figura 15 (f)

En este tratamiento, después del temple sigue un revenido (para aceros de construcción aproximadamente de 400 a 650 grados C) para alcanzar un sensible aumento de la tenacidad a costa de la dureza.

²³ dichas tensiones provienen del aumento del volumen provocado por el temple (formación de martensita) y pueden originar grietas cuando se hacen rayas profundas: las tensiones del temple pueden eliminarse mediante el revenido de 120 a 200 grados C, sin que el temple se vea afectado.

1.4.2.7. *TEMPLE INTERRUPTIDO. Ver figura 15 (g)*

Las piezas calentadas a la temperatura de temple, sufren un enfriamiento brusco de agua, de 3 a 5 seg. de duración, luego se pasa a un baño de -- aceite caliente (aprox. 150 a 180 grados C) para disminuir la contrac-- ción (choque térmico) causado por el temple.

1.4.2.8. *TRATAMIENTO ISOTERMICO. Ver figura 15 (h)*

Las piezas calentadas a temperatura de temple, se llevan directamente a un baño caliente (sales o metal fundido) se dejan en él tanto tiempo - como se precise para conseguir una completa transformación de la trama o textura: este tratamiento es muy apropiado para piezas de pequeñas dimen siones y aceros no aleados, ya que se logra elevada tenacidad, conservan do una suficiente dureza.

1.4.2.9. *TEMPLE SUPERFICIAL. Ver figura 15 (i)*

Por calentamiento rápido de la zona periférica de los aceros ricos en C, mediante flama de gas (flameado) baño metálico (temple por inmersión) o una corriente de alta frecuencia (temple por inducción) y enseguida, en friamiento rápido con agua o aceite, se obtiene una superficie dura o - un núcleo blando, con este método de temple, los costos y el consumo de tiempo son relativamente bajos. Se emplea para ruedas dentadas, super-- ficies rozantes, gorriones, pernos, etc.

1.4.2.10 CEMENTADO. Ver figura 15 (k)

Por enriquecimiento de C en la capa superficial de los aceros pobres en C y por tanto, blandos, mediante calentamiento a temperaturas de 800 a 950 grados C en medios ricos en carbono que lo ceden, y subsiguientes temple y revenido, se consigue formar una zona superficial muy dura y resistente al desgaste, mientras se conserva un núcleo de gran tenacidad. El enriquecimiento en C (carburation) puede llevarse a cabo en medios cementantes sólidos (polvos y pastas para cementar), o en líquidos o gaseosos.

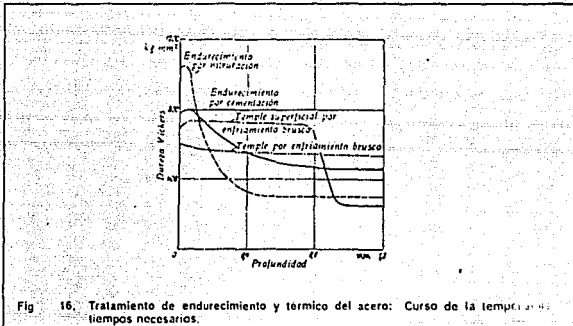
La cementación se aplica a ruedas dentadas sometidas a cargas elevadas, a los árboles de levas y en todos los órganos o piezas de máquinas sometidos a gran desgaste que, junto a una gran dureza deban poseer una alta resistencia (resistencia al choque) y gran tenacidad. Esta cementación de los aceros es posible cuando su contenido de C es del 0.25%, o menor para los aceros destinados a máquinas-herramientas automáticas fundidos con desoxidación, como chapas para embutidos profundos y aceros colados. Para obtener una resistencia de núcleo más elevada, se toman aceros aleados que alcanzan una tenacidad de núcleo mayor, y que además, son menos sensibles al tratamiento térmico.

1.4.2.11 NITRURACION. Ver figura 15 (l)

Por enriquecimiento de N en corriente amoniacal, a la temperatura de unos 500 grados C, se logra una capa superficial muy dura, pero delgada comparada con la cementación. En la nitruración se manifiesta mayor dureza, poca deformación y mayor resistencia a la corrosión. Sin em-

bargo, la capa es más delgada, y se requiere además, acero aleado (Cr-Al), con una duración de la operación más prolongada. La duración del cementado es de unas 10 Hm. por 0.1 mm. El acero para nitrurar puede templarse en aceite antes de la nitruración: las figuras - ofrecen una comparación de los diferentes métodos de temple con respecto a la duración y curso del proceso.

1.4.3. CHAPA DE ACERO



Según el espesor se distinguen:

1. Chapa gruesa (con más de 4.75 mm de espesor).
2. Chapa media (de 3 a 4.75 mm. de espesor).
3. Chapa delgada o fina (menor de 3 mm. de espesor).

En la elección tienen influencia decisiva la resistencia y calidad de la superficie, y en piezas embutidas, la deformabilidad del material. Para pequeñas piezas estampadas se prefiere el fleje laminado en frío, para piezas sometidas a flexión, chapas para las que se prescriben pruebas de plegado, en las piezas de embutición, según su grado de deformabilidad por cada calentamiento, chapas para embutir, para embutición profunda, o chapas de carrocería. Cuando las deformaciones son grandes, es muy importante un tamaño de grano pequeño, pues de otro modo, en las zonas deformadas las chapas se vuelven rugosas (evite el trabajar las chapas entre los 650 a 850°C). Para núcleos de motores y generadores, las propiedades magnéticas son decisivas.

1.4.4. ACEROS PERFILADOS.

El acero laminado, el acero en barra y el acero plano ancho se suministra en las calidades St 00.12, St 37.12 y St 42.12 (ver figura 17) y tienen los valores de resistencia mostrados en la tabla 8. Los perfiles más empleados son los L, C, I y plano (según las dimensiones especificadas) para vigas de celosía y alma llena, remachadas o soldadas, para placas de asiento y bastidores, postes o torres de conducción eléctrica y otras construcciones de este estilo.

Fig. 17. TABLA 7. Chapa de acero. Denominación, coeficientes de resistencia y empleo.

DIN	Designación	Denominación	Resist. a la trac. en kg/cm ²	Alzura, en mm.	Tipos de piezas	Observaciones
Chapas gruesas (de 3 mm a 20 mm)	St 40.21	Chapa comercial	—	—	a	Para recipientes ordinarios.
	St 37.21	Chapa de construcción I	37...45	20	F	Para recipientes y coqueiras.
	St 42.21	Chapa de construcción II	42...50	20	F	
Chapas finas (de 0,5 mm a 3 mm)	St 40.22	Chapa comercial	—	—	o	Garantizada su soldabilidad por fusión.
	St 40.22 S	Chapa comercial S	—	—	o	
	St 34.22 I*	Chapa pretensada	34...42	25	F	**
	St 34.22 IV*	Chapa para tubería	34...45	20	F	
	St 37.22	Chapa de construcción I	37...45	20	F	Garantizada su soldabilidad por fusión.
	St 37.22 S	Chapa de construcción I S	37...45	20	F	
	St 42.22	Chapa de construcción II	42...50	20	F	
	St 50.22	Chapas de acero	50...60	14	o	
	St 60.22	Chapas de acero alta resist.	60...70	12	o	
	St 70.22		70...80	10	o	
Chapas finas (de menos de 3 mm)	St I 23	Chapa negra I	—	—	F	<i>Chapas finas del comercio</i> Recocida en el laminador. Para piezas corrientes de chapa negra. Recocida en cajas de orientación. Para superficies de alta calidad. Apropriadada para piezas esmaladas, galvanizadas y empalmadas.
	St II 23	Chapa para esmalar y galvanicar	—	—	F	
	St V 23	Chapa para embutir I	28...38	26	F	<i>Chapas finas de calidad</i> Para piezas embutidas sencillas o también esmaladas, libres de escamas en su superficie.
	St VI 23 St VII 23	Chapa para embutir II... fondo	28...38	26	F	
	St VIII 23 I	Chapa para embutición profunda	32...42	30	D	Para piezas con embutición profunda; superficie alisada.
	St VIII 23 k	Chapa especial para embutición profunda K	32...42	30	D	Para trabajos especiales de embutición profunda. Superficie alisada y susceptible de trabajarse a pistola.
	St IX 23	Chapa de revestimiento	28...38	20	F	Chapa alisada, sin poros, susceptible de un pintado a pistola, para revestir enches e inuebles.
	St X 23	Chapa de carrocería	32...42	30	D	Chapa especial de embutición profunda para piezas de carrocería.
	St 34.23		34...42	25	F	Chapas finas de resistencia pretensa, por ejemplo, para piezas estampadas.
	St 37.23		37...45	20	F	
	St 42.23		42...50	20	F	
	St 50.23		50...60	14	o	
	St 60.23		60...70	14	o	
St 70.23		70...85	10	o		

(*) F = presión al ensayo de plegado; D = presión al ensayo de plegado doblez o sin ensayo de plegado.

Designación	# kg mm ²	# mínimo	Observaciones
St 31.29	31...15	25	Tubos soldados solapados.
St 30.29	—	—	Tubos sin soldadura para construcción y conducción (hasta 25 atm).
St 35.29	35...45	25	Tubos sin soldadura sometidos a esfuerzos elevados, con prescripción de calidad.
St 55.29	55...65	17	

Fig 18. TABLA 6: Tubos de acero según DIN

Los tubos de acero se fabrican laminados o estirados, con o sin costura y tienen los valores de resistencia mostrados en la tabla 6, sirven para la conducción de gases y líquidos, así como para construcciones de sustentación, varillajes y palancas, los tubos soldados no son apropiados para ser rebordeados ni ensanchados para diámetros pequeños y carga elevada, se prefieren los tubos sin costura, aunque sean más caros.

1.4.5. ACEROS PARA CONSTRUCCION DE MAQUINAS

Son aceros al Carbono sin alea, los que más se emplean en la construcción de máquinas y se suministran como semi-elaboradas, ya sea forjados a fondo (lingotes, pletinas, tochos) o laminados (en secciones redonda, cuadrada, hexagonal, plana, etc.). Cuanto menor es la relación de Carbono, mayor es su maquinabilidad y son fáciles de soldar y cementar, con una alta tenacidad y buena resiliencia. Solo cuando las sollicitaciones de esfuerzo sean altas en cuanto a dureza y resistencia a la tracción, se opta por los aceros con mayor proporción de Carbono que son más aptos para el temple por enfriamiento brusco y revenido (ver tabla 8).

Designación	Propor- ción de C en 100 %	Resisten- cia a la tracción en kg/mm ²	Límite elástico de fluencia en kg/mm ²	Alorces máximos de rotura en %	Dureza Brinell HRC	Características de empleo
St 0011	0,1	< 50	—	—	—	Para piezas libres de esfuerzos especiales, acero de fácil arranque de viruta, cementable y soldable al fuego, de gran tenacidad.
St 3411	0,12	54...67	19	30	95...120	
St 5011	0,12	51...62	19	30	95...120	Rolmaches.
St 3711	0,15	57...65	21	23	100...112	Acero especial usual en la construcción de máquinas.
St 4211	0,25	67...80	23	23	129...146	Arboles, ruedas dentadas, bujes pequeños, piezas pernosales y fijadas con rosca sometidas a esfuerzos moderados.
St 5011	0,25	58...67	27	22	140...170	Para árboles y ruedas dentadas, bujes y embobes fuertemente cargados, con fácil arranque de viruta, para templados, apropiados para soportar esfuerzos de destrozamiento.
St 6011	0,45	60...70	30	17	170...195	Para piezas más resistentes que sometidas a destrozamiento, como chumbras, ruedas, ruedas dentadas, tornillos sin filete, bujes y embobes ligeros, templados y tratados.
St 7011	0,6	70...83	35	12	201...240	Acero de herramientas para piezas de gran resistencia sometidas a esfuerzos moderados como discos de brida y molinos, cilindros de laminar y estampas; además, para piezas templadas, como balizas y muelles resorte, pivotes, ejes y cojinetes. Muy susceptible de temple y revenido; permite el arranque de viruta.

Fig 19. TABLA B: Aceros para construcción de máquinas

1.4.6. ACEROS PARA CEMENTAR Y NITRURAR

Se emplean para piezas, órganos o componentes que deban tener una capa superficial dura y resistente al desgaste, o una superficie dura, combinada con un núcleo de gran tenacidad, o que deban ser piezas resistentes a la fatiga como cigüeñales, árboles de levas, y tornillos sinfin, también para pernos o pasadores en articulaciones, resortes y émbolos, y para ruedas dentadas en engranes rector o cónicos sometidos a cargas elevadas, para estos casos, bastan en general los aceros para cementar no aleados o de baja aleación dados en la tabla 9, seleccionando los de alto porcentaje de carbono para lograr un núcleo de gran resistencia y los de alta aleación, cuando al mismo tiempo se exige una gran tenacidad.

Para piezas más completas como engranes, se eligen aceros templables en baño de aceite o de agua, que sufran poca deformación como los aceros al Cr-Mn (tabla 9).

Igualmente, cuando se presentan grandes sollicitaciones de esfuerzos en lo referente a la resistencia del núcleo y tenacidad, es posible recurrir a los aceros para cementar con alta aleación al Cr-Ni o Cr-Mn (tabla 10), lo que implica un mayor cuidado en la elección, tratamiento térmico y mecanizado.

Designación		Proporción en % (promedios)			Coeficiente de resistencia				Tratamiento de ensaye (1)
					Recocción		En el núcleo después del temple		
según DIN 17006	Hasta ahora	C	Mn	Cr	H ₀ kg/mm ²	H _R kg/mm ²	H _P kg/mm ²	A, %	
C 15	SIC 16.61	0,15	0,3	—	hasta 140	50...65	30	16	—
C 22	SIC 23.61	0,22	0,3	—	hasta 155	60...80	35	12	A
15 Cr 3	EC 60	0,15	0,5	0,6	hasta 187	60...85	40	13	W
10 MnCr 5	EC 80	0,16	1,15	0,95	hasta 207	80...110	60	10	O
20 MnCr 5	EC 100	0,20	1,25	1,15	hasta 217	100...130	70	8	C
Acero al Cr-Al (acero para nitrurar)		0,33	0,7	1,6 (2)	— 235	80...100	—	12	(3)

(1) W; en agua; O, enfriado bruscamente en aceite.
 (2) Templado y revenido en aceite antes de la nitruración.
 (3) Y 1,1 % Al.

Fig. 20. TABLA 9: Aceros usuales para cementar y aceros para nitrurar

DIN	Designación	Proporción en % (promedios)					Coeficientes de resistencia			
		C	Ni	Cr	Mo	Mn	H ₀ kg/mm ²	H _R kg/mm ²	H _P kg/mm ²	A, %
	C 15	0,15	—	—	—	0,4	140	50...65	30	16
	15 Cr 3	0,15	—	0,65	—	0,5	187	60...85	40	13
	16 MnCr 5	0,16	—	0,95	—	1,2	207	80...110	50	10
17210	20 MnCr 5	0,20	—	1,2	—	1,3	217	100...130	70	8
	15 CrNi 6	0,15	1,5	1,0	—	0,5	217	90...120	65	9
	18 CrNi 8	0,18	2,0	2,0	—	0,5	235	120...145	80	7
	41 Cr 4	0,41	—	1,1	—	0,65	217	155...180	130	7

Fig. 21. TABLA 10: Aceros para cementar al Cr-Ni y al Cr-Mg

1.4.7. ACEROS PARA TRATAR

Los aceros tratados se emplean no solo por su condición de temple o revenido o sea, templados por enfriamiento brusco y luego revenidos, sino - con endurecimiento superficial (temple a la flama, o por inducción o en baño metálico y en muchos casos, también sin temple recoociéndolos).

Se emplean de preferencia los aceros tratados (tabla 11), y concretamente los aceros al C sin alear (o $R = 80$ kg/mm.); los aceros aleados con $R > 70$ kg/mm., principalmente si la deformación de temple debe ser mínima (temple en aceite o en baño caliente); los aceros al cromo (50 Cr. V 4) - para $R > 150$, y tratándose de piezas gruesas (debido a la penetración - del temple), incluso para valores menores de R - También se pueden considerar al acero para rodamientos con sus altos porcentajes de C y Cr, -- que se emplea con ventaja en ciertos casos en los que se requiere de gran dureza superficial (HB 650) alta resistencia al desgaste y una buena tenacidad.

Designación		Proporción en % (promedios)				Coeficientes de resistencia Recoocidos tratados para 16-40 mm. de espesor			
Según DIN 17000	Hasta ahora	C	Si	Mn	Cr	R_m kg/mm ²	σ_B (*) kg/mm ²	σ_B kg/mm ²	δ_5 %
C 22	StC 25.61	0.22	0.25	0.45	—	155	50...60	30	27
C 35	StC 35.61	0.35	0.25	0.55	—	172	60...72	37	18
C 45	StC 45.61	0.45	0.25	0.65	—	206	65...80	40	16
C 60	StC 60.61	0.60	0.25	0.65	—	243	75...90	49	14
40 Mn 4	—	0.40	0.4	0.95	—	217	80...95	55	14
30 Mn 5	VM 125	0.31	0.25	1.35	—	217	80...95	55	14
37 Mn Si 5	VMS 135	0.37	1.25	1.25	—	217	90...105	65	12
42 Mn V 7	—	0.42	0.25	1.75	—	217	100...120	80	11
34 Cr 4	—	0.34	0.25	0.65	1.1	217	90...105	65	12
50 Cr V 4	50 Cr V 4	0.52	0.25	0.95	1.1	235	110...130	90	10
Acero para rodamientos (*)		1.0	0.35	0.3	1.5	200	205	$H_B = 650$ (*)	

(*) Estas cifras son válidas para barras; las piezas ya fabricadas se llevan con frecuencia por tratamiento a valores bastante más elevados (hasta $\sigma_B = 175$).

(*) Templado en aceite entre 820 y 850° C.

(*) Ahadido.

Fig. 22. TABLA 11: Aceros para tratar usuales

DIN	Designación según DIN 1700	Proporción en % (promedios)					Coeficientes de resistencia			
		C	Ni	Cr	Mn	Mo	Recocidos (máximos)		Tratados para diámetros de 16-40 mm	
							f_{10} kg/mm ²	R_m kg/mm ²	$R_{p0.2}$ kg/mm ²	A_5 %
17200	25 Cr Mo 4	0,25	—	1,1	0,65	0,20	217	80...95	55	14
	31 Cr Mo 4	0,34	—	1,1	0,65	0,2	217	90...105	65	12
	42 Cr Mo 4	0,42	—	1,1	0,65	0,2	217	100...120	80	11
	50 Cr Mo 4	0,50	—	1,1	0,65	0,2	235	110...130	90	10
	30 Cr Mo V 9	0,30	—	2,5	0,55	0,2	248	125...145	105	9
	36 Cr Ni Mo 4	0,36	1,1	1,1	0,65	0,2	217	100...120	80	11
	34 Cr Ni Mo 6	0,34	1,6	1,6	0,55	0,2	235	110...130	90	10
	30 Cr Ni Mo 8	0,30	2,0	2,0	0,15	0,3	216	125...145	105	9

Fig 23. TABLA 12: Aceros para tratar al Cr-Ni y al Cr-Mo

Actualmente se recurre a los aceros para cementar al Cr-Ni y al Cr-Mo. Tratándose de grandes dimensiones se imponen las mayores exigencias en cuanto a la dureza de superficie y sobre todo, a la penetración de temple y tenacidad (resiliencia o resistencia a la fatiga del material entallado) y cuando su tratamiento térmico reporte suficientes ventajas.

1.4.8. ACEROS ESTIRADOS Y PARA MAQUINAS HERRAMIENTAS AUTOMATICAS.

Para piezas torneadas en grandes series, que casi siempre se mecanizan en máquinas-herramientas automáticas, se acude a los aceros estirados y calibrados que tienen una mayor proporción de fósforo, azufre y plomo, para asegurar un buen arranque de viruta y se suministran con el nombre de "aceros automáticos", "aceros de corte rápido" y "aceros de corte libre". Debido al proceso de estirado, se produce una compactación en frío (mayores o R y o F) que trae consigo menor capacidad de alargamiento, y por consecuencia, menor alargamiento de rotura y resiliencia, lo cual se acentúa cuando las secciones son pequeñas. Cuando se requiere mayor alargamiento, estos aceros se suministran recocidos: también pueden comentarse o tratarse de acuerdo con la proporción de C, como vemos en la tabla 13.

DIN	Designación (*)	Propor- ción de C (promie- dies)	Coeficientes de resistencia mínimos						Observaciones b, colado en estado de desoxidación ub, colado en estado sin desoxidación
			Recocidos		Estirados para 15-30 %		Estirados y tratados para 10-20 %		
			σ _k kg/mm ²	σ _t	σ _k kg/mm ²	σ _t	σ _k kg/mm ²	σ _t	
DIN 1622	St 00 K	0,1	Sin garantía		Sin garantía				
	St 34 K	0,12	34	30	47	8		Cementable	
	C 15 K	0,13	37	25	50	8			
	C 22 K	0,22	42	25	56	7	55	18	
	C 35 K	0,35	50	22	65	6	65	15	
	C 45 K	0,45	60	17	73	6	73	13	
C 60 K	0,60	70	12	85	5	85	9	Templable	
Acero plata (%)	1,1	75	10	85	5	91	7		Bien pulido y cal- brado finalmente
DIN 1651	9 S 20	0,09	38	25	50	11	—	—	ub, acero dulce
	10 S 20	0,10	38	25	50	11	—	—	b, cementable
	15 S 20	0,15	38	25	50	11	—	—	
	22 S 20	0,22	42	25	50	10	50	18	b, templable
	35 S 20	0,35	50	20	60	8	60	16	
	45 S 20	0,45	60	15	70	8	65	12	
60 S 20	0,60	70	12	80	7	75	9		

(*) Acero estirado (DIN 1652): sin signo adicional G = estirado y recocido; con el signo adicional N = estirado y normalizado; con el signo adicional V = estirado y templado.
 Acero para máquinas herramientas automáticas (DIN 1651): sin signo adicional = laminado, forjado, normalizado o recocido; con signo adicional K = estirado; con signo adicional KV = estirado y templado.
 (†) No hay normas.

Fig. 24. TABLA 13: Aceros estirados y para herramientas automáticas

1.4.9. ACEROS PARA RESORTES.

Cuando las exigencias son bajas, son suficientes los alambres estirados duros, y si son altas, los alambres son estirados y sometidos a patenting (enfriados bruscamente en baños de plomo), con un elevado límite de elasticidad. Los resortes de alambres templados en aceite y revenidos son más fáciles de arrollar por tener un límite de elasticidad más bajo y mayor deformación permanente. Para ballestas se emplea acero sin alea, o aleado si son gruesas: en todos los aceros de resortes es casi igual el módulo de elasticidad (y el módulo de elasticidad transversal), mientras que el límite de elay

tividad (tendencia a la deformación permanente) y la resistencia a la fatiga, dependen de la composición del acero, del tratamiento térmico y -- del estado de la superficie (grietas y decarburación superficial).

La tendencia a la deformación permanente (deformación plástica) puede reducirse por revenido a unos 250 grados C después de dar la forma, y la resistencia a la fatiga puede aumentarse puliendo o haciendo más densa la superficie por compresión.

Módulo de elasticidad E ≈ 21 000 kg/mm ² , módulo de elasticidad transversal G ≈ 8300 kg/mm ²										
Acero vagon	Designación (norma)	Proporción en % (promedios)			Otros ingre- dientes	Resisten- cia de los resortes en tensión kg/mm ²	Resisten- cia de los resortes en compresión kg/mm ²	H ₀ (%)	Temperatura (°C)	Empleados para
		C	Si	Mn						
DIN (alem)	50 M 7 H	0,5	hasta 0,4	1,7	—	120	7	310...100	H	Ballestas de automó- viles.
	48 S 7 T	0,47	1,65	0,62	—	130	6	370...130	T	Ballestas de vagones de ferrocarril.
	55 S 7 H	0,55	1,65	0,7	—	130	6	370...130	H	Ballestas (hasta 10 mm de grueso) de auto- móviles y de tranvías y de ferrocarriles de vía estrecha.
	45 S 7 H	0,85	1,65	0,7	—	135	6	385...445	H	Ballestas (de más de 10 mm de grueso) de automóviles de tran- vías y de ferrocarriles de vía estrecha.
Eiffert	50 C V 4 H	0,5	hasta 0,4	0,75	1,0 Cr 0,1 V	135	6	385...445	H	Ballestas para exigen- cias mayores.
		0,55	0,15	0,7	0,7	90...185	2	—	P	Resortes helicoidales su- bilitados a tracción.
		0,7	0,15	0,7	—	140...210	2	—	—	Resortes helicoidales su- bilitados a compresión.
		0,95	0,15	0,5	—	170...350	2	—	—	Resortes helicoidales su- bilitados intensamen- te a tracción o com- presión.
		0,65	0,15	0,7	—	140...180	6	—	—	Resortes helicoidales a compresión en servi- cio constante.
		0,62	3,0	0,9	—	160...190	—	—	H	Resortes de cañones.
		0,5	0,3	0,8	1,1 Cr 0,1 V	130...155	5	—	—	Varillas de torsión y ba- llistas para automó- viles.
		0,6	0,9	0,4	1,1 Cr	130...160	—	—	—	Resortes sometidos a al- tas temperaturas.
		0,85	0,15	0,3	—	100...120	5	—	—	Ballestas conformadas ulteriormente.
		0,85	0,15	0,3	—	150...180	4	—	H	Resortes de gramófono.
	1,0	0,15	0,3	—	200...230	3	—	—	Muelles de reloj.	

(*) H, templado en aceite y revenido; T, templado en agua y revenido; P, alambre de resorte estirado y sometido a patenting, en donde los valores más altos de H_0 corresponden a los alambres más delgados.

(*) En resortes cónicos helicoidales se admite una H_0 hasta de 520.

Fig. 25. TABLA 14: Aceros para resortes

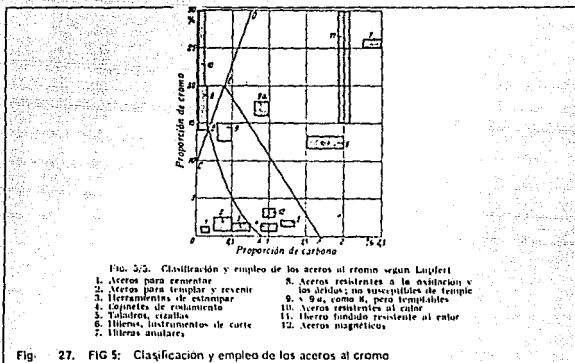
1.4.10 ACEROS RESISTENTES AL CALOR

Estos aceros resisten la corrosión aún sobre los 550 grados C por formar capas protectoras, además de comportarse como indeformables y resistente a la tracción. Se emplean para válvulas de motores de combustión interna en hogares, y en la industria química, los aceros al Cr y Cr Al, permanecen inalterables dentro del intervalo de 800 grados C hasta 1,300 -- grados C y los aceros al Cr-Ni, son además resistentes al calor y antimagnéticos.

Aceros	Proporción en %					Coeficientes de resistencia medios			Resistentes a la formación de batiduras hasta °C
	C	Ni	Mn	Cr	Otros Ingredientes	a 20° C		a 500° C	
						kg/mm ²	%		
Aceros Cr	0,15	0,4	0,5	25	—	60	20	0,2	1150
Aceros Cr-Al	0,1	1,0	0,5	23	2 Al	60	12	0,2	1250
Aceros Cr-Ni	0,15	2,5	1,0	25	20 Ni	65	45	1,5	1250
Aceros Cr-Ni-W	0,5	1,5	1,0	15	13 Ni 2,5 W	90	18	2,0	800

Fig. 26. TABLA 15: Aceros resistentes al calor y a la formación de batiduras

1.4.11. ACEROS INOXIDABLES E INATACABLES POR LOS ACIDOS.



Como tales, conocemos los aceros al Cr no templeables, con 0.05 a 0.2% C y los templeables con 0.3 a 1% C y de 12 a 18% Cr, que se emplean para fabricar aparatos domésticos, cuchillería y herramientas, y además los aceros al Cr-Mn con 0.5 a 0.15% C y 9 a 16% Cr, y los aceros al Cr-Ni con 0.15% C y 9 a 16% Cr, y los aceros al Cr-Ni con 17 a 19% Cr y 8 a 11% Ni, para las industrias químicas, celulosas y textil (tabla 16).

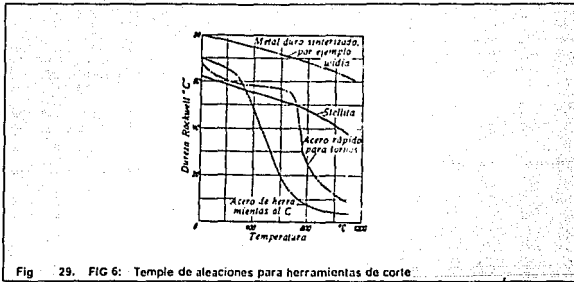
Fig. 28. TABLA 16. Aceros resistentes al calor y a la formación de bacterias

Material	Proporción en % (promedios)							Empleada para
	C	Cr	Mn	Mo	W	V	Otros Ingre- dientes	
Aceros no aleados	0,6 0,8 1,0 sobre 1,1	—	0,4	—	—	—	—	Marfillos, hojas de sierra, destornilladores, herramientas para trabajar la madera. Marfillos, estampas para forja. Herramientas para arranque de viruta, para estampar, para embutir y para prensar, cuchillos. Perforadoras para roca, limas, hileras, navajas de afilar, «aceros estelados» muy resistentes al desgaste.
Aceros aleados	1,4 0,5 1,0 2,0	0,5	0,3	—	3,2	0,3	—	Perfiles de acero y rascadores, herramientas de doblar y estirar, saca virutas incluso al acero colado duro. Molinos de máquinas herramientas automáticas. Herramientas de filetear, filas, sierras, útiles para medidas de precisión. Escariadores, herramientas de corte, de estampar, de estilar y de recular.
Aceros para trabajo en caliente	0,45 0,55	2,5 0,75	— 0,55	— 0,5	— —	0,35	— 1,6 Ni	Molinos para fundición inyectada de Zn y Al. Punzones para prensas de extrusión de metales, estampas para forja y prensado. Molinos para la fundición inyectada de Al y Mg, matrices para la extrusión de Al y Mg. Molinos para fundición inyectada, estampas de prensar y prensas de extrusión para metales. Matices y mandriles sometidos a elevados esfuerzos.
Aceros rápidos	0,7 1,35 0,95	4,0 — 2,7	— — —	0,55 — 2,1	9,5 11,5 1,35	1,6 4,1 2,8	— — —	Herramientas para arranque de viruta.
Metales de corte:								
Stellite	3,0	29	—	—	17	—	45 Cu 5 Fe 6 Co	Herramientas inalterables a la corrosión y resistentes al desgaste.
G 1 (*)	6	—	—	—	88	—	—	Herramientas para arranque de viruta para fundición gris, metales no férricos y para metales no metálicos.
S 1 (*)	8	—	—	—	74,5	—	5,5 Co 12 Ti	Herramientas para arranque de viruta para acero y acero fundido.

(*) Metales duros sinterizados, por ejemplo, Widia, Döhrerit, Titanit. Para Widia, tenemos: $\gamma = 14,7 \text{ kg/dm}^3$, $H_B = 1800 \text{ kg/mm}^2$, $E = 50\,000$ a $63\,000 \text{ kg/mm}^2$.

1.4.12 ACEROS PARA HERRAMIENTAS DE CORTE

Según las exigencias empleamos aceros para herramientas sin alea-
dos, aceros para trabajo en caliente o para corte rápido, y los de mayor
precio, metales para corte. Para su elección nos basamos en la consisten-
cia del filo y tenacidad, en la resistencia al desgaste en caliente (la -
fig. 6 y la tabla 16, nos dan una orientación sobre su empleo conveniente).



1.5 METALES NO FERROSOS

1.5.1. ALUMINIO Y SUS ALEACIONES

Su peso específico (2.7 a 2.85 grs./cm³), y la resistencia relativamente elevada de sus aleaciones, favorecen su empleo en la construcción de órganos de máquinas, vehículos, utensilios y aparatos domésticos, así como también en componentes de máquinas de baja inercia y sujetos a movimientos rápidos (émbolos, bielas), y además en piezas que desde el punto de vista de resistencia no se aprovechan por completo como en carcasas y resistentes, siempre que su menor peso compense el precio comparado con el acero y la fundición: también, su alta conductividad eléctrica y térmica ofrece ventajas muy positivas.

Para elementos constructivos se emplean de preferencia las aleaciones de aluminio forjadas y fundidas, mientras que el Al puro se emplea para fines especiales diversos.

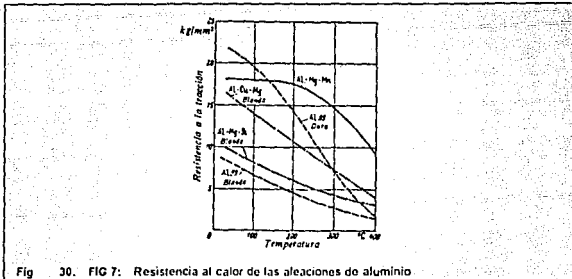
El Al puro, se suministra principalmente laminado, prensado o estirado en forma de barras macizas y huecas, tubos, chapas, flejes, alambres para conductores eléctricos y hojas finas para envolturas, condensadas y aislamientos térmicos, mientras que fundido o inyectado se emplea para los elementos de corto circuito en los motores trifásicos y otros.

1.5.1.1. SUS PROPIEDADES

El Al recocido se vuelve blando y plástico (apto para la embutición

profunda), pero moldeado en frío conserva una resistencia apreciable (tablas 17 y 18), la cual se reduce considerablemente a los 100 grados C aumentando en frío.

El Al es amagnético, excelente conductor de la corriente eléctrica, (60% Cu) y del calor (56% Cu) reflejando el calor y la luz (aislante); es soldable autógenamente, pero las soldaduras de aleación son difíciles porque se forman películas de óxido.



1.5.1.2. CORROSION

El Al, no se oxida como el hierro, pues se recubre por sí solo de una capa de óxido que lo protege. Es inalterable frente al agua pura, al ácido fosfórico diluido, al ácido nítrico concentrado, al anhídrido sul-

furoso y a muchos compuestos del nitrógeno, pero lo ataca: el agua de mar, los ácidos inorgánicos, el carbonato sódico, el mortero y el hormigón, en los puntos de unión con otros metales debe ser preservado de la corrosión electrolítica, mediante pintura u otro medio aislante. El Al puede chapearse y anodiarse (oxidarse eléctricamente).

1.5.1.3. INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS DE ALEACION.

El hierro hace duro y quebradizo al Al; el plomo facilita el arranque de viruta; el cobre aumenta la dureza; el magnesio, la resistencia y la facilidad de arranque de viruta; el antimonio y el titanio, la inalterabilidad frente al agua de mar; el manganeso, la resistencia mecánica y a la corrosión, digno de considerarse es el endurecimiento que se obtiene al añadir, Cu-Si, Cu-Mg-Si, Cu-Mg-Ni o Mg-Si.

$\gamma = 2,7 \text{ kg/dm}^3, E = 7000 \text{ kg/mm}^2$

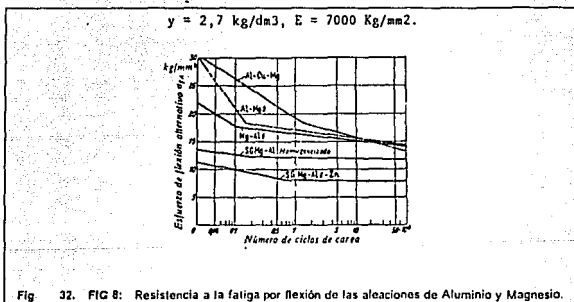
Designación (*)	Diámetro mm	Coeficientes de resistencia		
		Mínimo $\sigma_{0,2}$ kg/mm ²	Mínimo $\epsilon_{0,2}$ %	Medio $\sigma_{0,2}$ kg/mm ²
Al 99,7 F 7	todos	7	22	18
Al 99,7 F 9	hasta 25	9	6	26
Al 99,7 F 11	hasta 18	11	5	30
Al 99,7 F 13	hasta 10	13	3	35
Al 99,7 F 17	hasta 3	17	2	—
Al 99 F 8	todos	8	22	20
Al 99 F 10	hasta 30	10	5	28
Al 99 F 12	hasta 18	12	4	32
Al 99 F 14	hasta 10	14	3	37
Al 99 F 18	hasta 3	18	2	—

(*) Los mismos coeficientes de resistencia son válidos para barras de Al 99,5 en vez de Al 99,7 y de Al 98/99 en vez de Al 99; asimismo, casi también para chapas y flejes (DIN 1788), para tubos (DIN 1789) y para piezas prensadas (DIN 1749).

Fig 31. TABLA 18: Barras macizas de aluminio puro según DIN 1790

1.5.1.4. ALEACIONES DE AL PARA FORJA.

Pueden laminarse, estirarse, prensarse, forjarse y soldarse, las más importantes son: la de Al-Cu-Mg (duraluminio) de resistencia elevada que permite un buen arranque de viruta, pero que ofrece escasa resistencia a la corrosión, luego la aleación Al-Mg-Si que se caracteriza por su alta resistencia anticorrosiva y su buena conductividad eléctrica, muy resistente y anticorrosiva incluso frente al agua de mar y a los álcalis: la de Al-Mg-Mn, inatacable por el agua de mar a la vez más resistente al calor, y más apta para la embutición profunda, aunque algo menos resistente, la de Al-Mn, muy resistente a la corrosión y muy apta para las industrias químicas y alimenticias (tabla 19) 1938).



1.5.1.5. ALEACIONES DE AL POR FUSION

Se seleccionan según sus propiedades de colada (capacidad de llenado del molde y medida de la contracción), particularmente cuando se trata de fundición en coquilla y luego con respecto a la resistencia y demás propiedades, la aleación fundida Al-Cu-Si es con la que más se trabaja. Para soportar esfuerzos mecánicos elevados se acude a las aleaciones silíceas, como el "silumin" (alta tenacidad) o la aleación de este tipo eutéctica de Al-Si-Mg "silumin/gama" con baja tendencia a la formación de rechupes, mientras a la corrosión (agua de mar) y las que tienen de 5 a 7% de Mg ofrecen una buena resistencia al calor (culatas de cilindros) (tablas 20 y 21).

$\gamma = 2,6 \times 2,8 \text{ kg/dm}^3$; $E = 6900 \text{ a } 7200 \text{ kg/mm}^2$

Designación	Proporción en % (promedios)				Coeficientes de resistencia mínimos			Valores de orientación f/f_0 kg/mm ²	Estado
	Cu	Mg	Mn	Otros Ingresantes	σ_f kg/mm ²	σ_t kg/mm ²	δ_s %		
Al Cu Mg F 42 ..	4,1	1,1	1,0	0,5 Si	42	25	6	100	} Perfectamente templado
Al Mg Si F 25 ..	< 0,1	0,85	0,8	0,9 Si	23	15	8	70	
Al Mg Si F 22 ..	< 0,05	4,7	0,4	—	22	9	15	50	} Blando
Al Mg 7 F 30 ..	< 0,05	6,5	0,4	—	30	14	13	65	
Al Mg Mn F 18 ..	< 0,05	2,2	1,0	—	18	8	12	50	

(*) Los datos normativos para barras perfiladas (DIN 1748), para chapas y cintas (1745) y para tubos (1746) difieren poro de los aquí consignados.

Fig 33. TABLA 19: Aleaciones de aluminio para forja y coeficientes de resistencia para barras macizas.

Fig. 34. TABLA 20 y 21. Aleaciones de aluminio por fusión y fusión y fusión

Aleaciones de Al por fusión, según DIN 1725 (junio de 1951)
 $\gamma = 2,6 \text{ a } 2,7 \text{ kg/dm}^3$; $F = 7650 \text{ a } 8500 \text{ kg/mm}^2$; $\text{contracción} \approx 1 \%$

Designación	Proporción en % (promedios)				Pure fundición en molde de arena			Pure fundición en coquilla			Estado
	Si	Mg	Mn	Otros ingredientes	σ_n kg/mm ²	δ %	H_n kg/mm ²	σ_n kg/mm ²	δ %	H_n kg/mm ²	
G Al Si (*)	12,7	0,05	0,4	< 0,6	17...22	4...8	50...60	20...26	3...7	55...70	Sin tratamiento
G Al Si Mg (*)	9,5	0,3	0,4	< 0,1 Zn	18...24	6...10	50...60	20...26	6...10	50...60	Recorrido
G Al Mg 3	0,6	2,5	0,3	< 0,1 Zn	20...26	1...4	65...85	24...32	1...4	85...115	Sin tratamiento
G Al Mg 5	0,6	2,5	0,3	< 0,1 Zn	14...19	3...8	50...60	21...28	2...8	70...90	Perfectamente templado
G Al Mg 5	0,6	5	0,3	< 0,1 Zn	15...20	3...8	50...60	22...33	4...15	65...90	Sin tratamiento
G Al Cu Si	3	0,5	0,6	5,5 Cu	16...20	2...5	55...70	17...25	3...8	60...80	Perfectamente templado
G Al Cu Si	3	0,5	0,6	5,5 Cu	16...20	0,5...2	75...100	17...22	0,2...2	80...110	Sin tratamiento

(*) Por ejemplo, el aluminio, que posee una gran tenacidad.

(*) Por ejemplo, aluminio gamma.

Aleaciones de Al por fusión (ingredida, según DIN 1725 (junio de 1951))

Designación	Proporción en % (promedios)				Coeficientes de resistencia			Observaciones
	Si	Mg	Mn	Otros ingredientes	σ_n kg/mm ²	δ %	H_n kg/mm ²	
GD Al Si 13	12,0	0,25	0,45	< 1,5 Fe	18...26	3...1	60...80	Piezas fundidas complicadas y de buena estabilidad química.
GD Al Si 7	8,0	0,25	0,45	< 0,4 Cu	17...24	3...1	55...75	Piezas fundidas sencillas y de buena estabilidad química.
GD Al Mg Si	3,3	1,4	0,75	< 1,5 Fe	16...19	3...1	55...70	Piezas fundidas sencillas y de buena estabilidad química.
GD Al Mg 9	< 0,5	6,0	0,45	< 2,5 Cu	19...27	3...1	65...85	Piezas fundidas de todas clases.
GD Al Si Cu	5,8	< 0,5	0,4	< 1,5 Fe	19...23	2,5...1	55...75	

3. Materias, listas de perfiles y de dimensiones

1.5.2. MAGNESIO Y SUS ALEACIONES

El bajo peso específico de las aleaciones de magnesio ($\text{mg}=1.8 \text{ grs/cm}^3$) comparado con las del Al, es digno de considerarse, pues las piezas fundidas de aleaciones de Mg, aunque son menos resistentes, ofrecen mayor ligereza, incluso para la misma carga. Su resistencia a la fatiga es casi la misma, también se presta para un buen arranque de viruta, ya que las carcavas mecanizadas de aleaciones de Mg para bombas de engranes pequeñas, no cuestan más que las de fundición gris, aunque las piezas de aleación de Mg fundidas, cuestan aproximadamente el doble. Las aleaciones de magnesio no son soldables con soldadura de aleación y con mucha dificultad por proceso de gas, siendo poco maleables en frío. Su bajo módulo de elasticidad ($E = 4,400 \text{ kg/mm}^2$) las hace insensibles a los golpes y choques y en las cajas de transmisión actúa como un amortiguador del ruido, sin embargo, su baja rigidez las hace inadecuadas para muchas aplicaciones. También su temperatura de inflamación es baja (400 grados C) y las virutas y el de las aleaciones magnésicas, pueden originar incendios fácilmente ²⁴.

1.5.2.1. RESISTENCIA A LA CORROSION.

Su conductividad térmica es aproximadamente el 4.4% de la del Cu y su conductividad eléctrica es alrededor del 38% del mismo.

El Mg se recubre con una capa de óxido protectora, resistente a la corrosión con el ácido fluorhídrico, y también con las álcalis (hasta 120 grados C). En cambio es atacado por el agua del mar y el agua

²⁴) Nota.- Los trozos compactos de Mg no representan peligro de incendio, pues disipan rápidamente el calor: las brasas de Mg, se apagan cubriéndolas con limaduras de fundición gris.

de condensados, con más intensidad que el Al. Por tal motivo se le trata con un dicromato y se le da además una capa de lacca o una de Al-Mg a presión, y de la corrosión electrolítica que puede presentarse al unirlo con otros metales. Las aleaciones magnéticas se emplean en carcasas, marcos y poleas móviles y de órganos sujetos a movimientos rápidos.

1.5.2.2. ELECCION DE LA ALEACION.

De preferencia se emplean las aleaciones de Mg por fusión, optando por las fundidas en molde de arena, como las (G Mg Al-4Zn), y en caso de exigencias especiales acerca de la estanqueidad (G Mg Al-3Zn) y para piezas de alta resistencia las (G Mg Al 9) y para elevada inalterabilidad a la corrosión y soldabilidad, las aleaciones (G Mg Mn) para fundición en coquilla e inyectada (tabla 22).

Aleaciones de magnesio, según DIN 1729 (noviembre de 1943).

$\rho = 1,8 \text{ kg/dm}^3$, $E = 4100 \text{ kg/mm}^2$, *contracción = 1,2 % para aleación Mg-Al, = 1,9 % para aleación Mg-Mn*

	Designación	Composición en % (promedios)			Coeficientes de resistencia			Estado
		Al	Zn	Mn	R_R kg/mm ²	R_t %	H_u kg/mm ²	
Fundición en molde de arena	G Mg-Al 3 Zn	3	1	0,3	16...20	10...6	40	Sin tratamiento
	G Mg-Al 4 Zn	3,7	2,7	0,3	17...21	9...5	45	" "
	G Mg-Al 6 Zn I	5,7	2,7	0,3	16...20	6...3	50	" "
	G Mg-Al 6 Zn II	5,7	2,7	0,4	14...18	5...1,5	50	" "
	G Mg-Al 9	8,3	0,5	0,3	24...28	15...8	55	Tratado térmicamente
Fundición en coquilla	G Mg-Al 9 K	8,3	0,5	0,3	16...20	5...2	55	Sin tratamiento
	G Mg-Al 9 g K	8,3	0,5	0,3	24...28	15...8	55	Tratado térmicamente
	G Mg-Al 8 I	7,7	0,5	0,3	17...21	6...3	50	Sin tratamiento
	G Mg-Al 8 II	7,7	0,5	0,4	15...20	5...1,5	50	" "
Fundición Inyectada	D Mg-Al 9 I	8,3	0,5	0,3	16...25	2...0,4	55	Sin tratamiento
	D Mg-Al 9 II	8,8	0,6	0,3	15...22	1...0,2	55	" "
Aleaciones por forja (*)	Mg-Mn	—	—	1,9	20...24	15...3,5	45	Sin tratamiento Con preferencia en chapas fácilmente soldables
	Mg-Al 6	6	1	0,2	27...33	16...6	60	Sin tratamiento
	Mg-Al 7	7,3	1,3	0,2	28...37	12...6	65	" "

(*) Los coeficientes de resistencia indicados aquí no aparecen en la DIN 1729.

Fig. 35. TABLA 22: Aleaciones de magnesio

En las aleaciones de Mg para forja, se emplea la (mg Al 8) en forma de barras, tubos, perfiles, piezas prensadas, piezas forjadas y chapas. Para piezas forjadas de gran resistencia se emplea la (mg Al 9), y para chapas resistentes a la corrosión y soldables, la (Mg Mn) con más frecuencia.

1.5.3. ZINC Y SUS ALEACIONES

En la construcción de máquinas y aparatos el Zn se emplea en forma de chapas (también para piezas de embutición profunda y extruidas en frío), como anticorrosivo (chapa de hierro galvanizada). Otra aplicación de las aleaciones de Zn, es como sustituto de fundiciones de latón y del bronce para armaduras, así como para superficies deslizantes, como cojinetes de fricción, ruedas helicoidales y en especial, pequeñas piezas de fundición inyectada para la fabricación de aparatos finos (contadores, piezas para máquinas de escribir, etc.) (tabla 23).

Aleaciones de zinc fino.

E = 73.000 kg/mm², contracción 1,8 %. (...) Valores para el estado de envejecimiento del material

Designación	Preparación en % (promedios)			Coeficientes de resistencia Valores mínimos				Empieo
	Al	Cu	Otros ingre- dientes	σ_R kg/mm ²	δ %	$f_{1/2}$ kg/mm ²	γ kg/mm ²	
Zn Al 4 Cu 1 ...	4,0	0,8	0,03 Mg	30	5	80	6,7	Barras y tubos estrados. Piezas prensadas
Zn Cu 1	0,1	1,1	0,2 Mn	35 18	3 25	80 40	6,7 7,1	Chapas y flejes laminados. Chapas susceptibles de embutición profunda y flejes.
Zn Cu 4 Ph 1 ...	0,12	4,0	1,2 Pb	20 27	20 5	50 70	7,1 7,2	Barras, tubos y alambres estrados. Barras estradas, piezas para máquinas herramientas automáticas.
G Zn Al 4 Cu 1 .	3,9	0,8	0,03 Mg	18	0,5	70	6,7	Fundición en molde por ejemplo de arena. cojinetes y
GK Zn Al 4 Cu 1.				20	1	70	6,7	Fundición en coquillas. ruedas helicoidales
GD Zn Al 4 ...	3,9	0,3	0,03 Mg	25 (20)	1,5	70	6,7	Fundición inyectada, de dimensiones sensiblemente invariables.
G Zn Al 6 Cu 1 .	5,8	1,4	Zn Res.	18	1	80	6,5	Fundición en molde. Piezas difíciles de fundir
GK Zn Al 6 Cu 1.				22	1,5	80	6,5	Fund. en coquilla.
GD Zn Al 4 Cu 1.	3,9	0,8	0,03 Mg	27 (21)	2(1)	80	6,7	Fundición inyectada, armaduras

Fig. 36. TABLA 23: Aleaciones de Zinc fino

1.5.4. EL COBRE Y SUS ALEACIONES

En la tabla 24 vemos una serie de aleaciones de Cu que tienen cualidades muy apreciadas, como alta resistencia a la corrosión, buena soldabilidad, buenas propiedades desliantes y de resistencia mecánica, elevada conductividad eléctrica y térmica y muchas posibilidades de conformado por colada, prensado, inyección, estirado, estampado, forjado y laminado, además comercialmente puede ser suministrado en forma de piezas fundidas, placas, láminas, barras perfiladas, tubos, flejes y alambres.

Sin embargo, por su costo relativamente elevado, se procura sustituirlo por otros materiales como piezas cobrizadas²⁵, o pasar a las aleaciones de Cu con baja proporción de este metal y de Sn.

25) Engelhard, W.: Plattierung. Die Technik vol 3 (1948) pag. 381

Fig. 7. TABLA 26: Cobre y aleaciones de cobre

Cobre y aleaciones de cobre.

Contracción fundiendo en molde de arena = 1,5 % para latón fundido G Ms 60, = 0,8 % para bronce fundido G Dz 10; y = 8,9 kg/min² para Cu, = 8,7 para latón Ms 85 y bronce fundido G Dz 10, = 8,5 para latón Ms 60, = 8,2 para bronce de Be;

E = 12 500 kg/mm² para el Cu, = 9000 para el latón, = 11 000 para el bronce fundido G Dz 10, = 12 500 para el bronce de Be

DIN	Material	Designación	Proporción en % (promedios)					Coeficientes de resistencia			
			Cu	Zn	Pb	Sn	Otros ingre- dientes	mínimos		H ₀ kg/mm ²	
								σ _b kg/mm ²	A ₂ %		
1708 (Febr. 1941)	Cobre de alto horno A	A Cu	por cocción de 99,0	—	—	—	—	23	38	30	Molde, barras
1774 (Enero 1939)	Latón	Ms 63 P 20	63	Resto	1	—	—	29	45	75	Molde, barras y chapas, suscep- tible de embutición profunda
1774 (Enero 1939)	"	Ms 63 F 41	63	Resto	1	—	—	41	15	110	Duro, chapas
1774 (Enero 1939)	"	Ms 63 F 52	63	Resto	1	—	—	52	5	150	Dureza de resorte, chapas
1726 (Marzo 1948)	Tumbak	Ms 85	85	Resto	0,1	—	—	30	45	55	Molde, barras y chapas
1726 (Marzo 1948)	Latón fundido	G Ms 60	60	Resto	1,5	—	—	25	10	70	Fundición en molde de arena
1705 (Abril 1939)	Fundición roja	Rg 5	85	7	3	5	—	15	10	60	Fundición en molde de arena
1705 (Abril 1939)	Bronce de estaño (*)	G Sn Bz 10	90	—	10	—	—	20	15	60	Fundición en molde de arena (*)
—	Bronce fosforoso	FW 2310	91	—	—	8,5	0,3 P	37	60	85	Molde (*)
1726 (Marzo 1948)	Bronce de plomo y estaño	Pb Sn Bz 22	Resto	—	20	5	—	70	10	170	Duro
1726 (Marzo 1948)	Bronce de Al	Al Dz 4	Resto	—	—	—	4 Al	15	5	50	Fundición en molde de arena
1726 (Marzo 1948)	Bronce de berilio (*)	Be Dz 2	97	—	—	—	2,5 Be	30	50	50	Molde, barras y chapas
1726 (Marzo 1948)	Alpaca	NS 85/12	65	Resto	—	—	—	(64)	(2,2)	(105)	Molde
1727 (Enero 1944)	Metal Monel		35	—	—	—	65 Ni	135	4,0	365	Duro, templado
								35	40	120	Molde, barras y chapas
								84	40	—	Semimanufactura, resistente a la corrosión

(*) Como fundición centrifugada posee, aproximadamente, un σ_b 1,4 veces mayor para igual dilatación.

(*) Ideal para muelles y membranas de alta resistencia e inalterables a la corrosión; además, es antimagnético, soluble autónomamente y con soldadura de alvación, susceptible de temple y no productor de chispas (para martillos y otras herramientas). Véase [3/51].

1.5.4.1. SUSTITUCIONES DE Cu

Para conducciones eléctricas, las aleaciones de Al o Zn y cintas de aleación de Mg, para cajas de hogares, el acero, en los recipientes para hervir agua, y de fácil corrosión, las aleaciones de Cu-Si o lámina de Al cobrizadas, o materiales cerámicos, en las tuberías de conducción, tubos de acero cobrizados, lámina de Al o bien, materiales cerámicos o de papel duro cobrizados, también sirven los materiales con recubrimientos galvánicos con Cu.

1.5.4.2. SUSTITUCION DE LAS ALEACIONES DE Cu

En los ejes de las turbinas, aceros al Cr (14%), en las armaduras para tuberías y conducciones eléctricas, las aleaciones de Al y Zn anticorrosivas, en las resistencias eléctricas, las aleaciones Cu Mn o aleaciones ferrosas en la mecánica de precisión, las aleaciones de Al y Zn para mecanismos automáticos en lugar del latón, en ruedas helicoidales, el bronce al Sn, así como aleaciones de Al y Zn, hierro fundido o material prensado, en superficies deslizantes (cojinetes de fricción), bronce al Pb en ves de bronce al Sn, y otros metales para cojinetes y materiales aglomerados.

Sin embargo, hay casos en que no se puede prescindir por completo del Cu y sus aleaciones, por ejemplo en las transmisiones por tornillo sin fin de alta potencia que requiere bronce, y en las bobinas eléctricas en que se emplea alambre fino de Cu, cuya alta conductividad eléctrica unida a su resistencia mecánica y buenas soldabilidad, lo hacen un elemento muy valioso.

1.6. MATERIALES NO METALICOS

1.6.1. MADERAS

Comparada con los metales, la madera presenta algunas ventajas como: relativo bajo precio por unidad de volumen, más fácil de trabajar y menor peso específico, además de baja conductividad eléctrica y térmica, pero notables propiedades de elasticidad y de rozamiento. Sin embargo, ofrece desventajas como su composición irregular, su combustibilidad, su baja resistencia, su corta vida y su tendencia al cambio de forma.

No obstante, la madera se emplea en la construcción de maquinaria cuando su vida útil y otras propiedades suficientes, por ejemplo, para modelos de fundición, para plantillas en el trabajo de chapas, para poleas de transmisiones por banda, para las ballestas en las máquinas trilladoras, para bastidores diversos, para sapatas de freno, para cojinetes lubricados por agua, para mangos, para suelos, tableros, cajas y carrocerías, para caballetes, bastidores, cajas de embalaje, blindajes y aparatos, etc. (tabla 25).

Las posibilidades de empleo especiales se obtienen con maderas elaboradas (madera contrachapada) para grandes placas, para toneles de pared delgada²⁶ con la madera blindada (madera chapada con metal) cuando se pretende obtener una superficie más resistente y segura contra la rotura: con madera en hojas comprimidas y madera prensada, como cuando interesa una elevada resistencia e inalterabilidad de la forma, aunado a una estructura uniforme (como en engranajes silenciosos).

²⁶ Rusch F. und P. Sander. Ein Bauchiges Fass aus Sperrholz. Z. VDI vol. 85 (1941) pag. 338

Madera							
Clase de madera	Peso específico (med.) kg mm ³	Resistencia (1) (promedios)			E (en la flexión) kg mm ²	Compresión de fibras %	Propiedades y usos
		σ_R	σ_T	$\sigma_{R'}$			
	kg mm ³	kg mm ²	kg mm ²	kg mm ²	kg mm ²		
Pino común	0,6	5,3	9,7	8,7	1080	65	Blando, fácil de hender, resistente a la intemperie, poca contracción. Madera para la construcción, tablas para asientos y pavimentos. Para vehículos, cajas.
Podeto	0,55	4,3	0,0	6,0	1110	60	Blando, fácil de hender, poco resistente a la intemperie. Para postes de construcción; en lo demás, como el pino común.
Abeto							
Haya roja o común	0,73	5,3	13,5	10,5	1280	55	Dura, resistente a la compresión, compacta, fácil de hender, difícil de clavar, poco resistente a los agentes atmosféricos, mucha contracción. Para listones.
Haya blanca	0,8					70	Muy dura, compacta, muy tenaz, difícil de hender y de clavar, poco resistente a la intemperie, mucha contracción. Para mangos, piezas compactas y tenaces.
Olmo	0,72					80	Duro, tenaz, difícil de hender, fácil de flexar. Para zapatas de freno.
Holbe	0,8	5,1	0,0	0,1	1060	100	Duro, muy resistente a la compresión, tenaz, fácil de hender, muy resistente a la intemperie, mucha contracción (tendencia al desgarramiento). Para áreas de alto valor.
Fresno	0,75	5,1	10,1	10,2		100	Duro, compacto, tenaz, elástico, fácil de hender, resistencia a la intemperie, contracción moderada, fácil de flexar. Para llantas de suelas, lanzas de carro.

(1) Los coeficientes de resistencia son válidos para esfuerzos en dirección de las fibras; disminuyen considerablemente cuando aumenta el contenido de humedad de la madera. El límite de elasticidad es, aproximadamente, para tracción, de $0,6 \sigma_R$; para compresión, de $0,1 \sigma_R$ y para flexión, de $0,5 \sigma_R$.

Fig 38. TABLA 25: Madera

Madera en hojas contrachapadas, madera en hojas comprimita (Lignofol) y madera prensada (Lignostone) de haya roja						
Número de hojas por cm de espesor	Peso específico kg dm ³	Resistencia			E' kg mm ²	
		σ_R kg mm ²	σ_T kg mm ²	$\sigma_{R'}$ kg mm ²		
5	0,65...0,75	7 ... 8,1	6 ... 13,5	12 ... 14,3		
20	0,73...0,85	8 ... 10	13 ... 18,7	14 ... 18		
28	0,8 ... 0,9	8,5 ... 10	13,5 ... 17,7	14,5 ... 19		
40	0,85 ... 0,95	9 ... 11	11 ... 17,1	15 ... 20		
Lignofol	1,3	—	20	25		
Lignostone	1,1	hasta 15	30	28	2960	

Fig 39. TABLA 26: Madera en hojas contrachapadas

1.6.2. MATERIALES PLÁSTICOS SINTÉTICOS.

Entre los materiales artificiales albuminosos tenemos el asta artificial y la galalita, que en caliente presentan estado plástico, los materiales artificiales celulósicos (fibra vulcanizada, celuloide, cellón, trolita), que presentan estados más o menos plásticos o plásticos en caliente, los materiales plásticos en caliente y muy soldables en corriente de aire caliente, llamados polímeros (Vinidur, Plexiglas, Mipolam, Buna), y los plásticos endurecidos (materiales prensados a base de resinas epóxicas, con o sin relleno, como la baquelita, papel duro y tejido duro) (tabla 27).

Materias artificiales	Tipo	Peso específico					Coeficientes de resistencia (valores típicos)					F. (temperatura de fusión) °C	Resistente al calor hasta °C	Forma en que se suministran	
		g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	σ ₁ kg/mm ²	σ ₂ kg/mm ²	σ ₃ kg/mm ²	σ ₄ kg/mm ²	σ ₅ kg/mm ²				
Materias artificiales albuminosas: asta artificial, galalita	—	1,4	10	7	—	20	—	—	—	—	60	P, S, R, F			
Materias artificiales celulósicas: por ejemplo, fibra vulcanizada	—	1,2	8	—	8	120	—	—	—	—	80	T			
Polimerizados (plásticos en caliente):															
Vinidur	—	1,34	11	7,8	6	250	—	—	—	—	60	Fo, R, P			
Mipolam	—	1,36	—	—	6	175	—	—	—	—	70	Pr, Sp			
Plexiglas	—	1,18	7	—	7,5	15	—	—	—	—	70	Fo, F, Sp			
Condensadas (endurecibles):															
Resinas de fenol: resina fundida, por ejemplo, baquelita	—	1,3	5-12	13	6	12	—	—	—	—	55	B, P, S			
Con hilados inorgánicos ..	M	1,8	7	12	2,5	15	1300	—	—	—	150	—			
Con serrín de madera ..	S	1,4	7	20	2,5	6	700	—	—	—	125	—			
Con fibras textiles	T ₁	1,4	6	14	2,5	6	700	—	—	—	—	F			
	T ₂	1,4	6	14	2,5	12	850	—	—	—	—	P			
	T ₃	1,4	8	12	5	25	650	—	—	—	—	R			
Con celulosa	Z	1,4	6	14	2,5	5	600	—	—	—	—	—			
	Z ₁	1,4	8	10	2,5	8	800	—	—	—	125	—			
	Z ₂	1,4	12	16	8	15	1050	—	—	—	—	—			
Resinas de material carbon: con relleno orgánico	K	1,5	6	18	2,5	5	750	—	—	—	100	—			
Materiales prensados en hojas: papel duro (*) ..	H	1,4	15 (13)	15	12	25	950	—	—	—	—	—			
Tejidos duros (algodón bajo)	G	1,4	10 (8)	20	5	25	700	—	—	—	—	—			
Tejidos duros (algodón fino)	F	1,4	13 (10)	20	8	30	800	—	—	—	—	—			

(*) P, planchas; S, barras; R, tubos; F, piezas moldeadas; T, placas; Fo, hojas finas; Pr, masa prensada; Sp, masa inyectada; H, bloques.
 (*) Los valores entre paréntesis se refieren al estado de reciente elaboración, los demás, al estado de suministro.

Fig 40. TABLA 27: Materias artificiales plásticas

De los materiales citados, los condensados y los polimerizados, encuentran aplicación creciente en la construcción de máquinas, por ejemplo, en pequeñas carcasas y cajas protectoras (baquelita) para recubrimientos, y cuadros de mando (placas de material prensado) para superficies deslizantes (cojinetes de fricción), para mangos, interruptores y piezas aislantes para tuberías (PVC), tubos flexibles y juntas, para modelos de enseñanza transparentes y modelos para estudios fotoelásticos (resinas de fenol). Tienen bajo peso específico, no obstante su resistencia y duración, estabilidad química y baja conductividad eléctrica y térmica, pero limitada resistencia al calor (60 a 150 grados C).

1.6.3. MATERIALES CERAMICOS.

Estos materiales presentan una elevada resistencia a los ácidos y lejías, siendo utilizables para la construcción de conductos tubulares, recipientes, bañeras y rodillos, para filtros, tamices y toberas, para intercambiadores de calor y revestimientos de loza vitrificada o porcelana en las industrias químicas, sanitarias y de alimentos, por su característica de refractario al fuego y al calor se les emplea para fines termotécnicos (lozas vitrificadas y otros materiales similares para hornos y estufas), por su resistencia eléctrica para aisladores (porcelana dura, esteatita, calita) núcleos de bobinas y condensadores (calita), tanto en alta como en baja tensión, también su facilidad de moldeado (antes de cocer) para piezas de poca responsabilidad, como los mangos.

Los materiales cerámicos pueden ser mecanizados a medidas exactas con insertos duros y discos abrasivos, pueden incorporarse a presión, piezas o recubrimientos metálicos para construir mecanismos complicados con altas sollicitaciones de esfuerzos como bombas centrífugas y de engranes, transmisiones por engrane y tornillo sin fin, cojinetes de fricción y de rodamiento y hasta muelles helicoidales elásticos²⁷, se dispone además, de pastas cerámicas especiales con propiedades muy peculiares, por ejemplo: con alta resistencia a la flexión por golpe (esteatita, calita) con alta conductividad térmica (intercambiadores de calor) con cualidades de semiconductores eléctricos (calentadores eléctricos), con poca dilatación térmica y alta resistencia a los cambios de temperatura (corindón aglomerado) y con máxima dureza (carburo de boro para herramientas de corte en materiales comprimidos) y el corindón aglomerado para bujías de encendido de alta resistencia, crisoles para fundición y utensilios para laboratorios químicos (tabla 28).

	Peso específico	Coeficientes de resistencia (valores mínimos)					E: valores medios	Resistencia al choque térmico	Observaciones	Conductividad térmica	10 ⁴ Coeficiente de dilatación térmica
		σ_{tr} kg dm ⁻²	σ_{tr} kg mm ⁻²	σ_{tr} kg mm ⁻²	σ_{tr} kg mm ⁻²	σ_{tr} enk cm ²					
Porcelana dura											
Vitrificada ..	2,1	9	45	3	—	7 500	1070	compacta	1,35	4,0	
Sin vitrificar ..	—	5	40	2,5	1,8						
Esteatita:											
Vitrificada ..	2,7	12	85	0	—	10 500	1350	compacta	2,05	0,2	
Sin vitrificar ..	—	12	85	4,5	0,0						
Calita:											
Vitrificada ..	2,75	14	95	6,5	—	12 000	1350	compacta	2,95	7,0	
Sin vitrificar ..	—	14	90	4,5	4						
Pyrodur sin vitrificar	2,6	12	65	3	2,1	10 000	> 1750	compacto	2,1	4,6	
Calorite sin vitrificar	2,4	1,5	6,0	1	1	—	> 1750	poroso	1,5	4,2	
Heschlutherm, compacto	2,35	3,0	3,5	1,5	1,5	—	—	compacto	5,6	3,0	

(1) Según datos de la Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren Ges., Hermsdorf, Thür.

Fig 41. TABLA 28: Porcelana dura y masas cerámicas especiales

27) Naumann, O. Porzellan und Kramtsche Sondermassen Als Techn.

1.7. MATERIALES ESPECIALES

1.7.1. MATERIALES METALOCERAMICOS. (CERMETS)

Mediante la acción de presión y calor, es posible aglomerar polvos metálicos de diferentes composiciones para formar cuerpos de dimensiones exactas, que según la composición y estructura (porosidad) poseen propiedades especiales. Entre éstos, tenemos el hierro sinterizado y el bronce sinterizado para cojinetes de fricción, juntas herméticas, y ruedas dentadas pequeñas.

Los imanes Alnico, los metales duros y ciertos materiales de contacto (grafito con Cu), todos ellos sinterizados y actualmente con aplicaciones de forros metálicos para fricción, hoy en día, aún se estudian nuevos productos en este campo de la pulvimetalurgia (tabla 29).

Proporciones en %				Coeficientes de resistencia				γ kg/dm ³	Volumen de los poros %
C	Mn	Si	Cn	σ_b kg/mm ²	σ_c %	H ₀ kg/mm ²	A _{fric} cm/kg cm ²		
0	0,2	< 0,1	0,2	7-10	> 2	27	30	5,8-0	25 %

Fig. 42. TABLA 29: Valores referentes al hierro sinterizado para cojinetes de fricción.

1.7.2. MATERIALES COMPUESTOS.

Uniendo íntimamente elementos o sustancias con características y propiedades distintas, se obtienen materiales cuyas propiedades supera:

a las de cada elemento en particular.

Al recurrir a estos materiales, se pretende:

1. Ahorrar materiales caros o escasos, chapeando o recubriendo los materiales básicos, baratos, por ejemplo, acero o hierros fundidos con otros más valiosos como el Cu, Bronce y metal duro.

2. Suministrar al material básico y especialmente a su superficie, ciertas propiedades adicionales, como hacerlo resistente a la tracción (hoimigón armado, vidrio armado y materiales aglomerados con tejidos) al desgaste (carriles compuestos de patin más duro a las acciones químicas (tubos compuestos de superficie resistente a la oxidación) conductores de corriente eléctrica o de calor (substancias compuestas para contactos), o al contrario, no conductor o deslizante (materiales compuestos deslizantes) o reflectantes o con mayor capacidad para asociarse a otros metales.

3. Obtener nuevas propiedades (elementos bimetalicos, indicadores térmicos, metales duros sinterizados).

La unión entre los materiales puede conseguirse por fusión, soldadura oxiacetilénica o de aleación, por pegamentos, por sinterizado, por difusión, cromado por pulverizado a presión, laminado o por procesos galvánicos.

C A P I T U L O 2

CARACTERISTICAS. PROPIEDADES
ORGANIZACION. LOCALIZACION Y
PRODUCCION DEL TALLER PARA LA
FABRICACION DEL POSTE METALICO

2.0. INTRODUCCION.

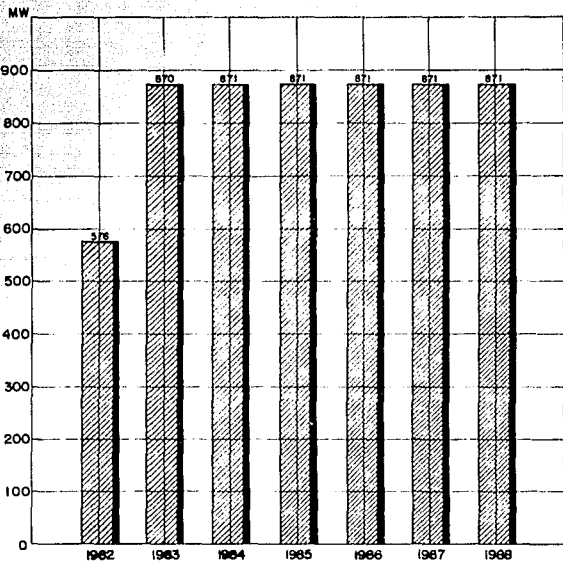
El propósito de este capítulo es dar una panorámica de la constante evolución que ha sufrido el Sector Eléctrico en los últimos años, tan aceleradamente que cada vez es más grande la necesidad de tener una mayor infraestructura, como por ejemplo: La red de comunicaciones, la industria de transformación, las áreas de urbanización, etc.

La Industria Eléctrica es fundamental para el desarrollo del país, esta industria tendrá que ir creciendo con la dinámica que nuestro país requiere, mejorando procesos, buscando alternativas más eficientes, para tener un Sistema Operativo óptimo, por lo que la industrialización en México, impone al sector eléctrico el deber de incrementar su capacidad para hacer frente a las demandas crecientes de energía. Basta señalar que, entre los años de 1982 a 1988 creció en un tercio aproximadamente la capacidad instalada por la generación de energía eléctrica (ver gráfica 1).

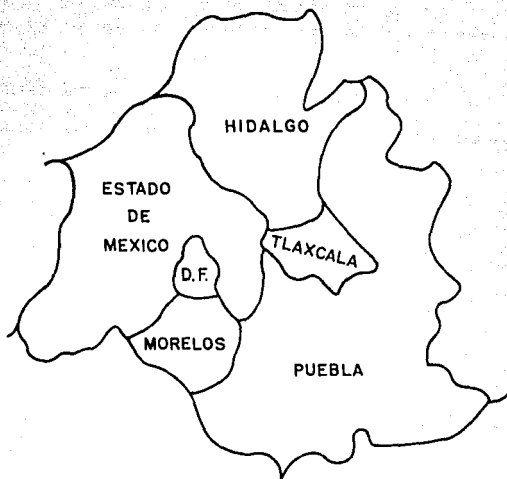
En lo que respecta a la Cía. de Luz y Fuerza del Centro, el reto es ser mejores cada día, ya que con la firma del Tratado de Libre Comercio se podrán dar a conocer los diferentes productos que son fabricados en las diversas instalaciones de la Cía. de Luz y Fuerza del Centro y uno de estos productos es precisamente el Poste Metálico, del cual en páginas posteriores se dan sus características y propiedades, así como la organización de la Cía. de Luz, la localización de los talleres en donde son fabricados los postes metálicos.

licos y la capacidad de producción con la que cuenta.

Para que la Cta. de Luz y Fuerza del Centro, proporcione los servicios de alumbrado en su zona de trabajo, que incluye a los Estados de México, Morelos, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala y Distrito Federal (ver gráfica 2), se hace indispensable, como uno de los elementos principales, el poste metálico para alumbrado. La problemática principal por la cual la Cta. de Luz y Fuerza del Centro decide fabricar dichos postes es la falta de cumplimiento de los proveedores y los tiempos de entrega tan largos, por lo que ésta decide plantear la fabricación de dichos elementos en sus propias instalaciones, ya que cuenta con los recursos humanos y técnicos para obtener la calidad deseada, volumen de producción y costos competitivos.



U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acotaciones: SIN	Escala: SIN	CAPACIDAD INSTALADA	Dibujo N°: I
Dibujó: G.REBOLLO		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.	Referencia:
Fecha: NOVIEMBRE '89			



U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Anotaciones:	Escala: SIM	SERVICIOS DE ALUMBRADO DE LA CIA. DE LUZ Y FUERZA	Dibujo N°: 2
Dibujó:	G. REBOLLO	TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.	Referencia:
Fecha:	NOVIEMBRE '89		

2.1. CARACTERISTICAS, PROPIEDADES, ORGANIZACION, LOCALIZACION Y PRODUCCION DEL TALLER PARA LA FABRICACION DEL POSTE METALICO.

2.2. POSTE METALICO PARA ALUMBRADO

2.2.1. FUNCION.

El poste metálico tiene la función de soportar luminarios, cables y necesarios para instalaciones de la Cia. de Luz y Fuerza del Centro, como: En Subestaciones, Plantas Termoeléctricas, Hidroeléctricas, Electrificación de Colonias Proletarias y Fraccionamientos.

2.2.2. DESCRIPCION DEL PRODUCTO

El poste metálico se puede describir como un producto de acero rolado en caliente (HRLC), de espesor uniforme, sin imperfecciones, tales como: escamas, ondulaciones, inclusiones, rayaduras, oxidación, dobleces, deformación de granos, etc., que afecten a la resistencia, vida o apariencia del Poste (Norma ASTM-A501-76).

2.2.3. MATERIALES

Los requerimientos químicos y mecánicos del acero utilizado en la fabricación del poste y la base, debe cumplir con lo indicado en la Norma ASTM-A36.

2.2.4. FORMAS y DIMENSIONES

La forma del poste es piramidal, de sección transversal cuadrada. Las dimensiones del poste se indican en Dibujo No. 3.

2.2.5. SOLDADURA

La soldadura se aplicará al Primer Condón Manual, con electrodo de 2.38mm - de diámetro, de la serie AWG-6013, y el segundo con máquina de arco-sumergido, con el fuente adecuado para producir una soldadura equivalente a la - AWG-7013. Antes de aplicar el Segundo Condón de Soldadura, se limpiará perfectamente el Primero.

La soldadura se deberá aplicar longitudinalmente, con excepción de la base, y deberá tener una penetración mínima del 70%.

2.2.6. LIMPIEZA

Las superficies serán limpiadas con chorro de arena a presión (40 a 80 mallas), eliminando grasa, aceite, ácido y materias extrañas. Finalizando el sopleteo deberá eliminar el polvo con solvente (gasolina, thinner). Las aristas y soldaduras rugosas se redondean.

2.2.7. ACABADO

Se aplicará al poste exteriormente, pintura anticorrosiva a base de aluminio de plomo grafitado por inmersión con un espesor mínimo de 3.8 micras -- (0.0015"), y un acabado final con pintura a color bronce solar con un espesor mínimo de 0.03mm.

2.2.8. CAPACIDAD

El poste deberá soportar en la parte superior el peso de cuatro luminarias de 50 kgs. de peso cada uno (colocados uno en cada cara), así como una persona de 90 kgs. sin que sufra deformaciones o pandeos permanentes.

Las caras del poste deberán ser de cuatro piezas y coincidir con las caras de la base (ver figura No. 3 PLANTA).

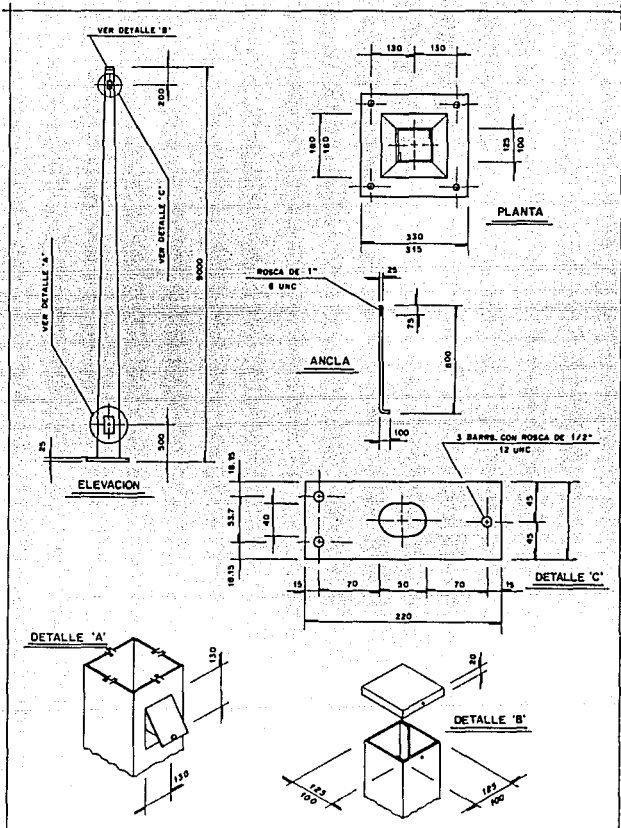
El cuerpo del poste, deberá ser de cuatro piezas como máximo, unidas longitudinalmente.

2.2.9. ACCESORIOS

El poste deberá tener un registro para poder hacer las conexiones eléctricas, el cual estará colocado a una altura sobre el piso de 500mm. La tapa del registro deberá ser embisagrada en la parte superior y provista de algún mecanismo que le permita mantenerla cerrada.

La corona del poste deberá llevar una tapa troquelada de lámina de acero de 3mm. de espesor como mínimo, la cual se fijará al poste por medio de un tornillo.

En la pared superior del poste se soldarán en cada una de las caras un porta brazos de lámina rolada de 6.35mm. de espesor.



U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acataciones:	Escala:	POSTE CUADRADO PARA ALUMBRADO	Dibujo N°: 3
Dibujó:	TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia de L. y F.		Referencia:
Fecha:			

2.2.10. ANCLAS

Cada una de las anclas (4), deberá proporcionarse con una tuerca hexagonal (grado 8) y sus rondanas correspondientes, ambas de acero galvanizado.

2.3. ORGANIGRAMA. Ver dibujos 4 y 5.

2.3.1. GERENCIA DE CONSTRUCCION

Es el Departamento de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, destinada a la realización de todas las obras civiles, eléctricas y mecánicas de nuevas instalaciones, ampliaciones y reposiciones para el suministro, distribución y transformación de la energía eléctrica en la zona del centro de la República Mexicana, que incluya los Estados de: México, Morelos, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala y el Distrito Federal.

2.3.2. SUBGERENCIA MECANICA

Es la encargada de la realización de todos los trabajos mecánicos de la Gerencia de Construcción, como son: Instalación de líneas de distribución de fluidos, instalación de equipos, fabricación y montaje de estructuras, así como del mantenimiento y operación del equipo de transportación y de construcción, asignado a la propia Gerencia.

2.3.3. SUPERINTENDENCIA DE ESTRUCTURAS

Es la encargada de la fabricación de los elementos metálicos necesarios para la construcción de las nuevas instalaciones, ampliaciones y reposiciones

de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro y de la Comisión Federal de Electricidad, contando para ello con dos plantas, nombradas: Taller Tacuba y Taller Xochimilco.

Por el tipo de instalaciones y de personal que se tienen en el Taller Tacuba, será el lugar idóneo para fabricar los postes, el cual está dividido en dos áreas o secciones, que son: Sección de Tableros y la Sección de Estructuras.

2.3.4. SECCION TABLEROS

En esta sección se fabrican todos los tableros de control, protección y medición para las Subestaciones, Plantas Termoeléctricas, Hidroeléctricas de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro y de la Comisión Federal de Electricidad, gabinetes para consola de bombeo, gabinetes para Subestaciones de Potencia, de tipo fraccionamiento y de tipo blindado, charolas y postes para anaquelos de almacenes y caja. Para conexiones auxiliares de los equipos de subestaciones, lockers, escritorios, sillas, casetas para camionetas --- pick-up de la Gerencia de Distribución, casetas blindadas montadas en camionetas pick-up, usadas para el transporte de valores de la misma Compañía de Luz y Fuerza del Centro.

La Sección de Tableros está dividida en cuatro áreas, que son: Despiece, Escuadrado, Enderezado y Armado.

2.3.5. AREA DE DESPIECE

En esta Sección se cuenta con personal y máquinas para realizar trabajos de

trazos, cortes con cizalla de cortina, punzonado, troquelado y doblado. Es en esta Sección en donde se habilita el material para los siguientes procesos,

2.3.6. AREA DE ESCUADRADO

En esta Sección se cuenta con el personal para realizar trabajos manuales de láminas dobladas.

2.3.7. AREA DE ENDEREZADO

En esta Sección se cuenta con el personal para realizar trabajos manuales de enderezado de láminas.

2.3.8. AREA DE ARMADO

En esta Sección se cuenta con el personal para ensamblar todas las partes que componen exclusivamente a los gabinetes.

2.3.9. SECCION DE ESTRUCTURAS

Es la Sección de la fábrica destinadas a la producción de estructuras para soportar equipos en subestaciones, estructuras para techos de edificios y almacenes, estructuras para tanques elevados, mesas de trabajos, gruas viajeras, tanques a presión, plataformas para camiones de carga, etc.

La Sección de Estructuras está dividida en cuatro áreas, que son: Despiece, Armado, Soldadura y Presentado.

2.3.10. AREA DE DESPIECE

En esta área se cuenta con personal y maquinaria para realizar trabajos de trazos, enderezado, corte con cizalla, punzonado, roscado, estampado, escoteado, taladrado y corte con soplete. Se considera que esta área es la de habilitado de material.

2.3.11. AREA DE ARMADO

En esta área el personal asignado, ensambla el material para formar los conjuntos o subconjuntos. Generalmente el material habilitado se arma mediante punto de soldadura, aplicados manualmente, y en su caso, por medio de tornillos y tuercas.

2.3.12. AREA DE SOLDADURA

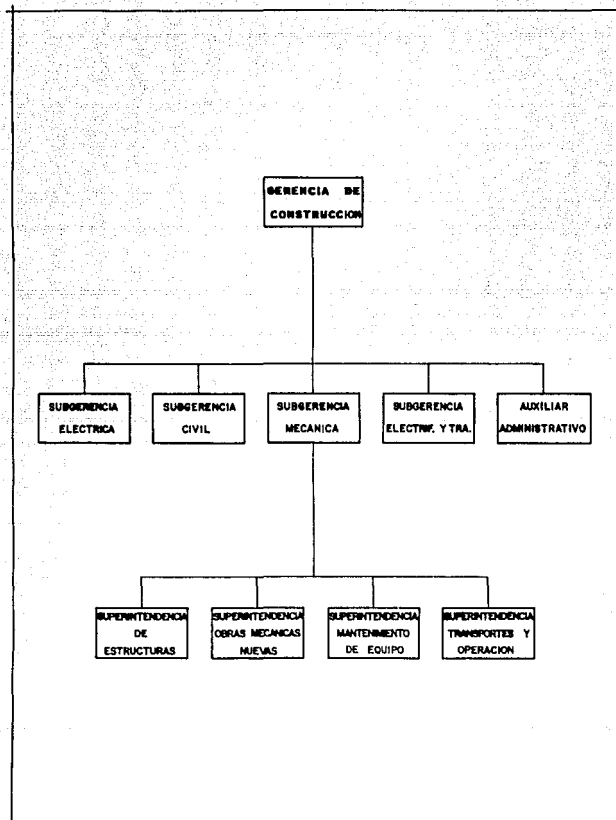
El material armado pasará a esta área para que los conjuntos y subconjuntos sean soldados en todos los elementos que así lo requieran, y con el proceso que se especifique, por ejemplo: arco-sumergido, MIG, TIG, semi-automático, etc.

2.3.13. AREA DE PRESENTADO

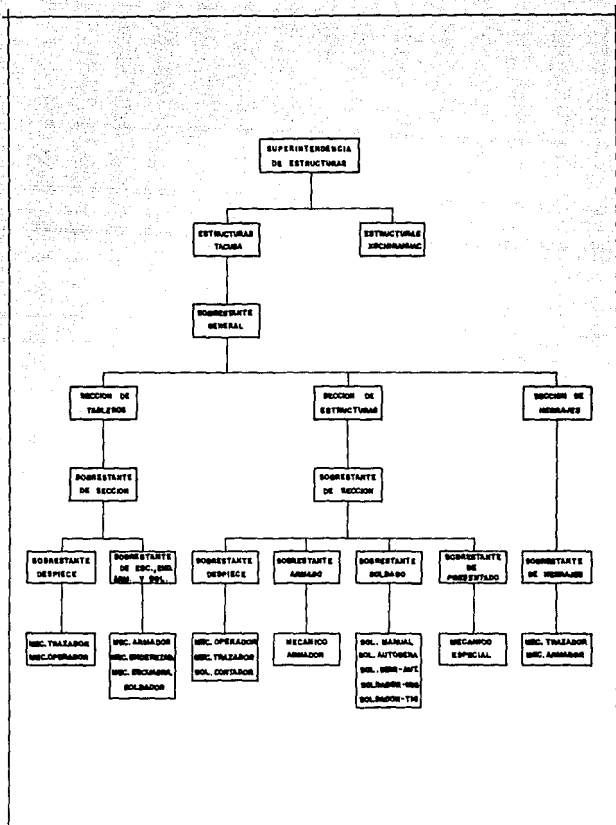
Todos los conjuntos y subconjuntos son inspeccionados y presentados en un plano horizontal, simulando el ensamble final y proporcionando la limpieza y acabado final.

2.3.14. GERENCIA DE PLANEACION. Ver dibujo No. 6.

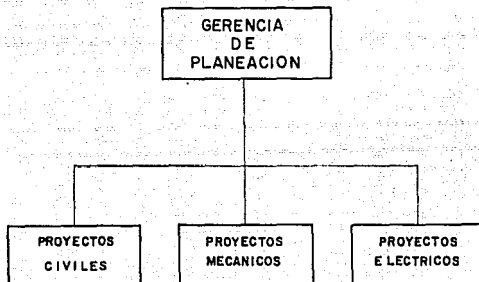
Es el Departamento de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, encargado de diseñar todos los proyectos nuevos, de modificación y de sustitución,



UNAM		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acreditaciones: SIN	Escala: SIN	ORGANIGRAMA DE LA GERENCIA DE CONSTRUCCION	Dibujo N°: 4
Dibujó: G. REBOLLO		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.	Referencia:
Fecha: DICIEMBRE '88			



U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acreditacion: SIN	Escuela: SIN	ORGANIGRAMA DEL TALLER DE ESTRUCTURAS TACUBA	Dibujo N°: 5
Dibujó: G.REBOLLO	Fecha: ENERO '91		Referencia:
TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes métricos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.			



U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acotaciones: SIN	Escala: SIN	ORGANIGRAMA DE LA GERENCIA DE PLANEACION	Dibujo N°. 6
Dibujó: C. CASTRO	TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia de L y F.		Referencia:
Fecha: ENERO '91			

tales como: Subestaciones, Plantas Jet, Plantas Termoeléctricas, Hidroeléctricas, etc.

2.3.15. PROYECTOS CIVILES

Esta Sección de la Gerencia de Planeación, que entre otras funciones -- tiene a su cargo el diseño de todos los elementos estructurales, proyectos nuevos de modificación y de sustitución. Es en este Departamento -- donde se fijan las normas del Poste para Alumbrado.

2.4. LOCALIZACION.

El Taller de Estructuras Tacuba de la Subgerencia Mecánica de la Compañía -- de Luz y Fuerza del Centro, tiene localizadas sus instalaciones en Av. de -- las Granjas No. 71, Colonia Jardín Azpeltia de la Delegación Azcapotzalco -- (ver dibujo No. 7).

2.5. PRODUCCION DEL TALLER.

2.5.1. PRODUCCION SECCION DE ESTRUCTURAS.

En la gráfica No. 8, se observa que la producción mensual promedio es:

$$\text{Producción mensual promedio} = \frac{\text{ESTR. TONS. MENS.}}{\text{No. MESES}}$$

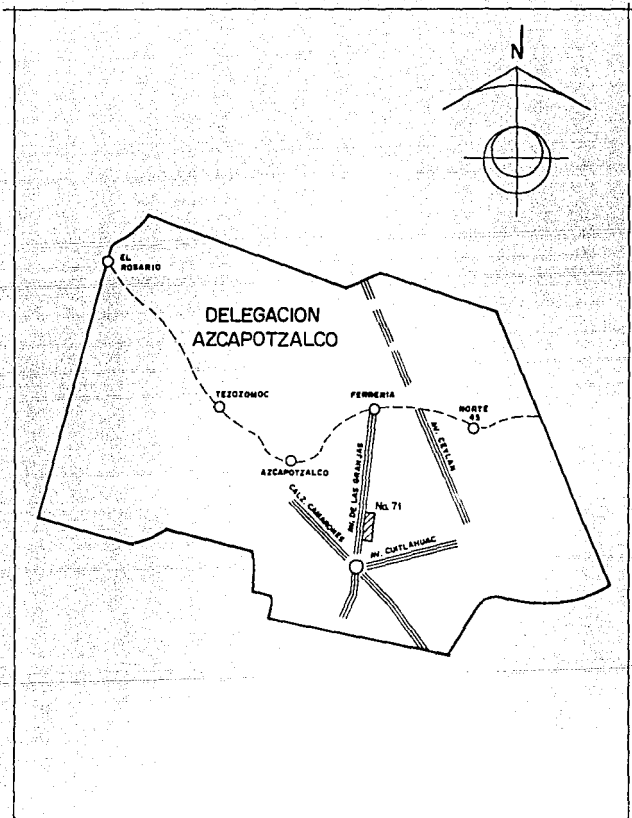
$$P.M.P. = \frac{18+18.5+17+20.5+32+37.5}{6} = 39.5 \text{ tons.}$$

2.5.2. PRODUCCION SECCION DE TABLEROS

En la gráfica No. 9, se observa que la producción mensual promedio es:

$$\text{Producción mensual promedio} = \frac{\text{TAB. TONS. MENS.}}{\text{No. MESES}}$$

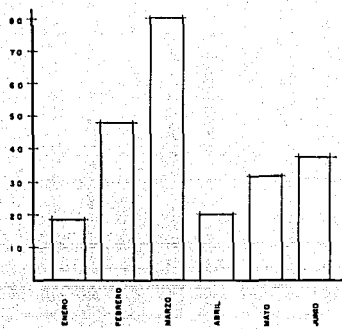
$$P.M.P. = \frac{13+13.5+16+12.5+3+6.5}{6} = 10.42 \text{ tons.}$$



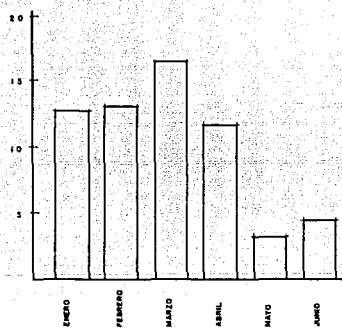
U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Anotaciones:	Escala:	Localización Geográfica	Dibujo N°: 7
Dibujo:	TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de C.A. de L y F.		Referencia:
Fecha:			

Por lo tanto, la producción total del Taller es de: $39.5 + 10.42 = 49.92$ tons.

En base a los registros anteriores, en los que la producción alcanzó valores del orden de las 65 toneladas mensuales, y a las condiciones de demanda de trabajo que prevalecieron en dichos meses, se estima que la capacidad de producción del Taller es de 65 toneladas mensuales, aproximadamente. Por lo antes mencionado, la capacidad de producción para la fabricación de postes es de $65 - 49.92 = 15.08$ tons., y será la Subdirección de la Compañía de Luz y Fuerza la que dicte las políticas de fabricación, tomando en cuenta los presupuestos y programas anuales de construcción, ampliación y reposición de obras, así como de posibles ventas o suministros a la Comisión Federal de Electricidad.



DIBUJO Nº 8 Grafica de Produccion de la Seccion de Estructuras.



DIBUJO Nº 9 Grafica de Produccion de la Seccion de Tableros.

U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acolotaciones: SIN	Escala SIN	GRAFICAS DE PRODUCCION DE ESTRUCTURAS Y TABLEROS.	Dibujo Nº 8 y 9
Dibujó: C. CASTRO	TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.		Referencia:
Fecha: ENERO '91			

CAPITULO 3

PROCESO DE FABRICACION

3.0. INTRODUCCION.

En este capítulo se da una descripción detallada del Taller de Estructuras Tacuba, sus zonas de trabajo, así como la ubicación y capacidades de la maquinaria con que cuenta dicho Taller. Además se hace un análisis de tiempos y movimientos para poder desarrollar el flujo del proceso en cuestión. El flujo de proceso es la descripción de los procesos de manufactura de todas las operaciones por ejecutarse, para la obtención del producto deseado.

3.1. PROCESO DE FABRICACION

3.2. DISTRIBUCION DE LA PLANTA.

En el dibujo No. 10, se aprecia la distribución de las secciones, estructuras, tableros y herrajes metálicos y de aluminio, así como la localización de los equipos utilizados en el Proceso de Fabricación de Postes Metálicos, cuyas características son las siguientes:

3.3. MAQUINARIA

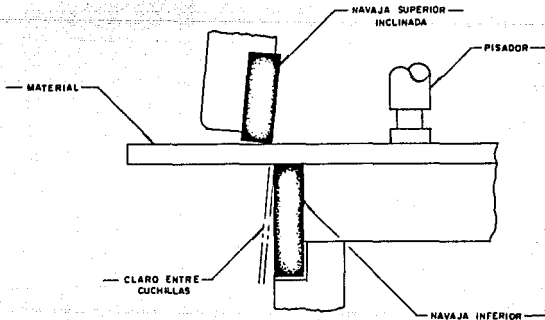
Cizalla Mecánica de Cortina, marca Cincinnatti, modelo 14 No. de serie 10451, capacidad de corte: lámina de acero AISI-A36, calibre 10, longitud 3 metros, cuchillas de acero alto carbono-alto cromo, marca Cincinnatti, modelo 1410, de 3.15 mts. de longitud x 25.4 cms. de espesor x 10 cms. de altura.

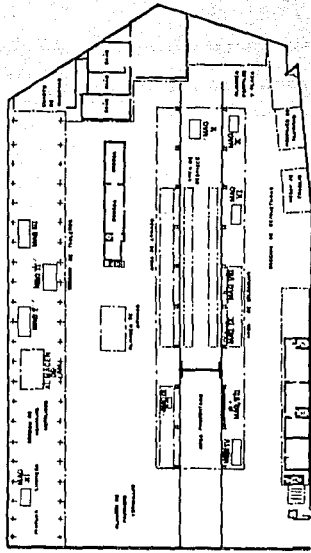
CLARO ENTRE CUCHILLAS

lado izquierdo (.005 pulg.) - 0.127 mm

lado derecho (.005 pulg.) - 0.127 mm.

centro (.003 pulg.) - 0.07 mm





U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acotaciones: metros	Escala: 1:200	Taller de Estructuras Tacuba	Dibujo N°: 10
Dibujó: ARMANDO RICO S.		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos por alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.	Referencia:
Fecha: 15-MARZO-91			

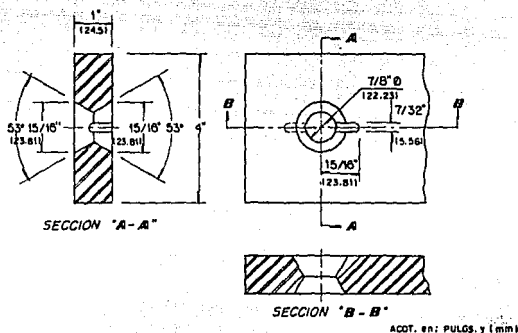
TOLERANCIA:

Ancho - Paralelismo dentro

0.127 mm (.005 pulg.) de extremo a extremo

Espesor - Paralelismo dentro

0.07 mm (.003 pulg.) de extremo a extremo



con escantillones, delantero y trasero, la precisión de hasta 0,2 mm -- (1/128 pulg.), para localizar la línea de corte en producción en serie. El escantillón trasero es colocado en posición con motor eléctrico y esta dimensión es indicada en un contador digital.

MAQUINA No. II.

Prensa Punzonadora Hidráulica, con sistema duplicador marca W.A. Whitney, modelo 630-B, No. de serie 630-27045, capacidad 13.6 toneladas, -- profundidad de la garganta 762 mm (30"); presión de operación (1500 PSI),

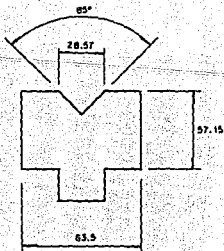
espesor máximo a cortar 6.35 mm (1/4 pulg.), capacidad de duplicado ---
762 mm x 1270 (30" x 50"), Capacidad de corte en lámina ASTM, A-36
Cal. 10 127 mm (5 pulg.) de diámetro. Precisión en localización de
ejes por punzonar de 0.02 mm (.001 pulg.) en ambos ejes. Fijación de
la herramienta, con sistema combinado Neumático-Hidráulico.

Claro entre Punzón cuadrado y matriz, para lámina Cal. 10 = (0.012 pulg.)
0,3 mm.

Claro entre Punzón redondo y matriz, para lámina Cal. 10 = (0.012 pulg.)
0,3 mm.

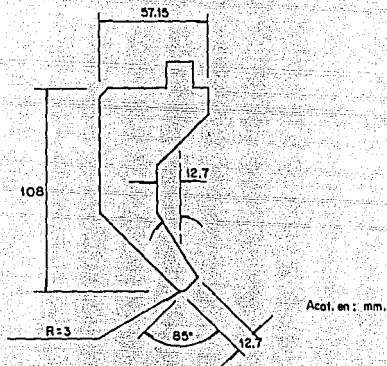
MAQUINA No. III.

Presna dobladora Mecánica de Contina, marca Cincinnatti, modelo 5, No.
de serie 10-M-47, capacidad de doblado 41 tons., Longitud de doblado 3 -
metros. Dato inferior marca Cincinnatti, tipo doblado en el aire, No.
catálogo. 57 D-9, capacidad de doblado lámina No. 10, ángulo del dado -
85° y dimensiones generales de:



acof. en : mm.

Dado superior marca Cincinnati, tipo cuello de ganso, No. Cat. 58C-8A, ángulo de dado 85° y dimensiones generales de:



Escantillones para ajuste de líneas de doblado, para producción en serie, con precisión de 1 mm.

MÁQUINA IV.

Máquina cortadora de oxí-acetileno, marca Tanaka, modelo KT-530GX, con sistema de duplicado moto-eléctrico, para cuatro sopletes-contadores, - longitudes de corte en el eje paralelo a la máquina de 2 metros y en el eje perpendicular de 1 metro. Espesor máximo de corte de 245 mm (10 -- pulg.), velocidad de corte de 600 mm/min. - 80 mm/min. El ancho de corte depende de la boquilla utilizada, la cual a su vez depende del espesor del material a cortar.

MAQUINA No. V.

Prensa Enderezadora Hidráulica, marca CPG, modelo BLE, tipo horizontal, capacidad 45 toneladas, carrera del pistón 254 mm. (10 pulg.), desplazamiento de la mesa de trabajo transversal al pistón de 1 metro.

MAQUINA No. VI.

Taladro eléctrico radial, marca Foradia, modelo GR, No. de serie 50.1200, capacidad de broca 2 pulgs. de diámetro, giro del brazo 360°, velocidad de rotación de la herramienta 35-1460 RPM.

MAQUINA No. VII.

Soldadora automática de arco sumergido, marca Lincoln, modelo L3A7, montada sobre un riel, con velocidad de traslado de (6.5-52 pulg/min) 165-1320 mm/min, capacidad de diámetro del electrodo (5/64 pulg.-7/32 pulg.) 1.98-5.5 mm. generador de energía Lincoln, modelo SA-800, No. de serie A-768124, capacidad 800 amperes.

MAQUINA No. VIII.

Soldadora Semi-automática proceso (MIG), marca ISSA, modelo POS-3-200-0, con fuente de poder y alimentador del electrodo separado, fuente de poder tipo transformador de 18.2 a 32.2 volts. 200 amperes, % ciclo de trabajo de 100, velocidad de salida del electrodo de 0.9 mm al 1.14 mm.

MAQUINA No. IX.

Soldadora marca Lincoln, modelo SAE300, tipo rotativa, de 300 amperes de capacidad, 40 volts. rotación 1800 RPM, ciclo de trabajo 60%.

MAQUINA No. X.

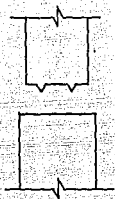
Cizalla Hidráulica, Tipo Prensa, marca Punch-Line Engineering, capacidad de corte de 15 tons., cuchilla para perfiles de ángulo hasta 6 pulgs., tipo cuchilla.



Solera hasta 6 pulgs., tipo de cuchilla.



Canal hasta 6 pulgs., tipo de cuchilla.



Tolerancia entre cuchillas: Superior e Inferior.

Espesor del Material	Tolerancias
(1/8 pulg. - 1/4 pulg.) 3.1 - 6.3 mm	1/32 pulg. 0.79 mm
(3/8 pulg. - 1/2 pulg.) 9.5 - 12.7 mm	1/16 pulg. 1.58 mm
5/8 pulg. - 3/4 pulg.) 15.8 - 19 mm	3/32 pulg. 2.38 mm

Carrera del pistón 140 mm, velocidad de avance 0.58 mm/min.

MAQUINA XI.

Equipo de limpieza por sopleteado, con chorro de arena (SANDBLASTING).

Recipiente para 5 o 6 sacos, puede contener aproximadamente de 220 a 270 kgs. (500 a 600 lbs.) de arena provisto de dos cámaras para que el proceso sea continuo, con este equipo se pueden sopletear 15 mts. cuadrados por hora. Consta de una manguera para sopleteado de 25.4 mm. de diámetro interior, es suficiente para una boquilla de 9.5 mm.

La boquilla para sopleteado es fabricada de carburo de tungsteno, que resiste para 800 horas de sopleteado.

DIVERSOS TIPOS DE ABRASIVOS

<u>ABRASIVO</u>	<u>TAMANO O MAXIMO DE PARTICULAS</u>	<u>PROFUNDIDAD MAXIMA DEL PERFIL</u>
ARENA MUY FINA	80 MALLAS	1.5 MILESIMAS DE PULGS.
ARENA FINA	40 MALLAS	1.5 MILESIMAS DE PULGS.

3.4. FLUJO DE PROCESO

En los diagramas siguientes, se indica la secuencia de actividades para la fabricación de cada una de las piezas que componen el poste metálico, el ensamblado, la soldadura y acabado final del mismo.

DIAGRAMA DEL PROCESO

RESUMEN

PAG. 1 de 10

	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
	OPERACIONES	TIEMPO	OPERACIONES	TIEMPO		
OPERACIONES	9	0.78				
TRANSPORTES	4					
INSPECCIONES	8					
ALMACENAJES	1					
DEMORA	4					

NOMBRE DEL PROCESO DESARROLLO DEL TUBULAR PZA. No 1
 HOMBRE O MATERIAL LAMINA DE ACERO CAL. 10
 SE INICIA EN ALMACEN MATERIA PRIMA
 SE TERMINA EN ALMACEN DE ARMADO
 HECHO POR ARMANDO RICO S. FECHA 15-01-90

DESCRIPCION DEL METODO	ACTUAL	PROPUESTO	OPERACION	TRANSPORTE	ALMACENAJE	ANALISIS						OBSERVACIONES.
						OPERACIONES	TIEMPO	OPERACIONES	TIEMPO	OPERACIONES	TIEMPO	
Trasladar lamina a cizalla			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PIEZAS 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F.			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PIEZAS 1A, 1E, 1F.			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Esperar trazo			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PIEZAS 1A, 1E, 1F.			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PIEZAS 1A, 1E, 1F a ponzonadora.			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Esperar punzonado.			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PIEZAS 1A, 1E, 1F.			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inspección			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PIEZAS 1B, 1C, 1D, a doblado			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PIEZAS 1A, 1E, 1F a doblado			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Esperar doblado			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PIEZAS 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F.			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inspección			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
En espera traslado a almacen			0	0	0	0	0	0	0	0	0	

U N A M		INGENIERIA MECANICA		FACULTAD DE INGENIERIA	
Acataciones:	Escala:	FLUJO DE PROCESO		Dibujo N°:	1
S I N	S I N			Referencia:	
Dibujó: ARMANDO RICO S.		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.			
Fecha: 15 - MARZO 91					

DIAGRAMA DEL PROCESO

PAG. 3 DE 10

RESUMEN

	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
	MINUTOS	TIEMPO	MINUTOS	TIEMPO	MINUTOS	TIEMPO
O OPERACIONES		4	0.82			
⇌ TRANSPORTES		5				
□ INSPECCIONES		1				
△ ALMACENAJES		1				
D DEMORA		3				
DISTANCIA RECORRIDA		MTS	MTS	MTS	MTS	

NOMBRE DEL PROCESO DESARROLLO DE LA BASE PZA 2
 HOMBRE O MATERIAL PLACA DE ESPESOR 25mm
 SE INICIA EN ALMACEN DE MATERIA PRIMA
 SE TERMINA EN ALMACEN DE ARMADO
 HECHO POR ARMANDO RICO S. FECHA 12-01-91.

DESCRIPCION DEL METODO	ACTUAL		TRANSPORTE	INSPECCION	ALMACENAJE	CANTIDAD	TIEMPO MIN.	ANALISIS				OBSERVACIONES
	PROPUESTO	DIFERENCIA						COMO	COMO	COMO	COMO	
Material a mesa de trazo			0	0	0	0						
Esperar para trazo			0	0	0	0						
Trazar			0	0	0	0						
Hacer corte			0	0	0	0						
Hacer corte de barreno central			0	0	0	0						
En espera de traslado			0	0	0	0						
Trasladar a taladro			0	0	0	0						
Hacer barrenos			0	0	0	0						
Inspección			0	0	0	0						
En espera de traslado			0	0	0	0						
Trasladar a almacen de armado			0	0	0	0						
Almacenar			0	0	0	0						
			0	0	0	0						
			0	0	0	0						

U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acatofaciones:	Escala:	FLUJO DE PROCESO	Dibuja N°: 3
SIN	SIN		
Dibujó: ARMANDO RICO S.		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.	Referencia:
Fecha: 15-MARZO-91			

DIAGRAMA DEL PROCESO

PAG. 4 DE 10

RESUMEN

	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
	TIEMPO	MTM	TIEMPO	MTM	TIEMPO	MTM
O OPERACIONES	5	0.38				
↳ TRANSPORTES	6					
□ INSPECCIONES	7					
△ ALMACENAJES	7					
D DEMORA	8					
DIFERENCIA RECORDADA	MTM		MTM		MTM	

NOMBRE DEL PROCESO DESARROLLO TAPA SUP. PZA No 3
 NOMBRE O MATERIAL LAMINA CAL 10
 SE INICIA EN ALMACEN DE DESPERDICIO
 SE TERMINA EN ALMACEN DE ARMADO
 HECHO POR ARMANDO RICO S. FECHA 15-01-90

DESCRIPCION DEL METODO	ACTUAL		OPERACION INSPECCION ALMACENAJE	CANTIDAD	MTM	ANALISIS						OBSERVACIONES	
	PROPUESTO					TIEMPO	MTM	QUE ES	CONTIENE	QUEN	COMO		
Trasladar lamina a cizalla			○●□△										
Cortar con cizalla			●□△			0.01							
En espera de traslado			○●□△										
Trasladar a mesa de trazo			○●□△										
Trazar pzas.			●□△			0.08							
En espera de traslado			○●□△										
Trasladar a punzonado			○●□△										
Punzoner pzas.			●□△			0.05							
En espera de traslado			○●□△										
Trasladar a doblado			○●□△										
Hacer doblado			●□△			0.08							
En espera de traslado			○●□△										
Trasladar al área de soldadura			○●□△										
Soldar aristas			●□△			0.16							
En espera de traslado			○●□△										

U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Anotaciones: SIN	Escala: SIN	FLUJO DE PROCESO	Dibujo N°: 4
Dibujó: ARMANDO RICO S.		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.	Referencia:
Fecha: 15-MARZO-91			

DIAGRAMA DEL PROCESO

RESUMEN

	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
	TIEMPO	MTS	TIEMPO	MTS	TIEMPO	MTS
OPERACIONES						
TRANSPORTES	2	0.2				
INSPECCIONES	3					
ALMACENAJES	-					
DEMORA	1					

PAG 6 DE 10

NOMBRE DEL PROCESO: Desarrollo Puerto Interior del Povo.
 HOMBRE O MATERIAL: Lámina Cal No. 10
 SE INICIA EN: Almacén de Despedaleto.
 SE TERMINA EN: Almacén de Armado.
 HECHO POR: ARMANDO RICO S. FECHA: 15/02/90

DESCRIPCION DEL METODO	ANALISIS		OBSERVACIONES.
	ACTUAL	PROPUESTO	
Trasladar lamina a cizalla	0-0-0-0-0		
Cortar con cizalla	0-0-0-0-0		
En espera de traslado	0-0-0-0-0		
Trasladar a punzonado	0-0-0-0-0		
Hacer punzonado	0-0-0-0-0		
En espera de traslado	0-0-0-0-0		
Trasladar a Almacen de Armado	0-0-0-0-0		
Almacenar	0-0-0-0-0		
	0-0-0-0-0		
	0-0-0-0-0		
	0-0-0-0-0		
	0-0-0-0-0		
	0-0-0-0-0		
	0-0-0-0-0		
	0-0-0-0-0		
	0-0-0-0-0		
	0-0-0-0-0		
	0-0-0-0-0		
	0-0-0-0-0		

U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Anotaciones:	Escala:	FLUJO DE PROCESO	
SIN	SIN	Dibujo Nº: 6	Referencia:
Dibujó: ARMANDO RICO S		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.	
Fecha: 15-MARZO-91			

DIAGRAMA DEL PROCESO

RESUMEN

	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA
	RESPONSA	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	
O OPERACIONES		4	0	55	
NO TRANSPORTES		4			
INSPECCIONES		1			
ALMACENAJES		1			
DEMORA		5			
DISTANCIA RECORRIDA	MTR		MTR		MTR

PAG. **7** DE **10**
de Separat de Luminarias Para No. 5

NOMBRE DEL PROCESO _____
 HOMBRE O MATERIAL Solera de 6.35m.m.
 SE INICIA EN Almacén de Materia Prima.
 SE TERMINA EN Almacén de Armado
 HECHO POR ARMANDO RICO S. FECHA 15/02/91

DESCRIPCION DEL METODO	ACTUAL		TRANSPORTE	INSPECCION	ALMACENAJE	DISTANCIA MTS.	CANTIDAD	TIEMPO HRS.	DUE. ES.	CUMPLIM.	QUIEN	COMO	ANALISIS	OBSERVACIONES.
	PROPUESTO													
Traslado a Area de Trazo			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
en Espera de Trazo			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Trazo			0	0	0	0	0	16						
En Espera de Traslado			0	0	0	0	0	0						
Traslado a Area de Corte			0	0	0	0	0	0						
Corte con Cuchilla			0	0	0	0	0	0						
En Espera de Traslado			0	0	0	0	0	0						
Traslado a Taladro			0	0	0	0	0	0						
Hacer Barridos			0	0	0	0	0	0						
En Espera de Macheteado			0	0	0	0	0	0						
Hacer Cuerda			0	0	0	0	0	0						
Inspección			0	0	0	0	0	0						
En Espera de Traslado			0	0	0	0	0	0						
Traslado a Almacén de Armado.			0	0	0	0	0	0						
Almacenar.			0	0	0	0	0	0						

U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acataciones: SIN	Escala: SIN	FLUJO DE PROCESO.	Dibujo N°: 7
Dibujó: ARMANDO RICO S		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.	Referencia:
Fecha: 15-MARZO-91			

DIAGRAMA DEL PROCESO

RESUMEN

	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA
	TIEMPO	MTS	TIEMPO	MTS	
OPERACIONES	12		18	12	
TRANSPORTES	6				
INSPECCIONES	3				
ALMACENAJES	1				
DEMORA	8				
ORDENADA RECORRIDA	MTS		MTS		MTS

PAG. 8 DE 10

NOMBRE DEL PROCESO Armando, Soldadura y Ensamblado y Terminado

NOMBRE O MATERIAL _____

SE INICIA EN Almacén de Armado

SE TERMINA EN Almacén de Producto Terminado

HECHO POR ARMANDO RICO S. FECHA 15/02/91

DESCRIPCION DEL METODO	ACTUAL		OPERACION	TRANSPORTE	ALMACENAJE	INSPECCIONES	DEMORAS	ANALISIS						OBSERVACIONES	
	PROPUESTO	MTS						MTS	OPERACION	TRANSPORTE	ALMACENAJE	INSPECCIONES	DEMORAS		OPERACION
Trasladar piezas 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2, 3, 4, 5, a mesa de armado			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Armar tubo 1 con: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Colocar base 2 en tubo 1			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Colocar bisagra 6 a puerto 4			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Colocar puerto 4 en tubo 1			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Colocar soporte 5 en tubo 1			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Inspeccion			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
En espera de traslado			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Transportar a area de soldadura			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Esperar turno para soldar			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Soldar union base a tubo			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Soldar uniones de tubo			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Soldar uniones bisagra a tubo y puerto			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Soldar uniones soportes a tubo			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Inspeccion			00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	

U N A M		INGENIERIA MECANICA		FACULTAD DE INGENIERIA	
Acreditaciones: S I N	Escala: S I N	FLUJO DE PROCESO		Dibujo N°: 8	
Dibujó: ARMANDO RICO S		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.		Referencia:	
Fecha: 15-MAR-20-91					

DIAGRAMA DEL PROCESO

RESUMEN

PAG. 9 DE 10

OPERACIONES	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA
	TIEMPO	MONUMENTO	TIEMPO	MONUMENTO	
→ TRANSPORTES					
□ INSPECCIONES					
△ ALMACENAJES					
D DEMORA					
DISTANCIA RECORRIDA	MTS.	MTS.	MTS.	MTS.	

NOMBRE DEL PROCESO Armado, Soldadura, Entersado y Terminado
 NOMBRE O MATERIAL _____
 SE INICIA EN Almacén de armado
 SE TERMINA EN Almacén de Producto Terminado
 HECHO POR ARMANDO RICO S. FECHA 15-02-91

DESCRIPCION DEL METODO	ACTUAL	PROPUESTO	OPERACION INSPECCION ALMACENAJE	DISTANCIA MTS.	ANALISIS						OBSERVACIONES .	
					CANTIDAD	TIEMPO MTS.	QUE ES	COMO ES	COMO	QUEEN		COMO
Esperar traslado			○●○△D									
Transportar a area de despiece			○●○△D									
Esperar turno para enderezar			○●○△D									
Enderezar tubo			○●○△D		1.0							
Inspeccion			○●○△D									
En espera de traslado			○●○△D									
Transportar a area de presentado			○●○△D									
Colocar tapa 3 a tubo 1			○●○△D		0.25							
Inspeccion			○●○△D									
Esperar traslado			○●○△D									
Transportar a area de limpieza y pintura			○●○△D									
Esperar turno para limpieza y pintura			○●○△D									
Limpiar y pintar			○●○△D		4.0							
Inspeccion			○●○△D									
En espera de traslado			○●○△D									

U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acotaciones: SIN	Escala: SIN	FLUJO DE PROCESO	Dibujo N°: 9
Dibujó: ARMANDO RICO S.	Fecha: TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.		Referencia:

DIAGRAMA DEL PROCESO

RESUMEN

PAG. 10 DE 10

	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
	RESPON.	TIEMPO	PRE TIEMPO	POST TIEMPO		
<input type="checkbox"/> OPERACIONES						
<input type="checkbox"/> TRANSPORTES						
<input type="checkbox"/> INSPECCIONES						
<input type="checkbox"/> ALMACENAJES						
<input type="checkbox"/> DEMORA						
DISTANCIA RECORRIDA	MTS		MTS			

NOMBRE DEL PROCESO Armado, Soldadura, Engrasado y Terminado
 HOMBRE O MATERIAL _____
 SE INICIA EN Almacén de Armado
 SE TERMINA EN Almacén de Producto Terminado
 HECHO POR ARMANDO RICO S FECHA 15/02/91

DESCRIPCION DEL METODO	ACTUAL		PROPUESTO		ANALISIS							OBSERVACIONES.		
					OPERACION	INSPECCION	ALMACENAJE	CANTIDAD	TIEMPO P.S	DIAZ ES	DRONES		QUIND	CONMO
Transportar a Almacén de Prod. Terminado.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Almacenar.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						

U N A M		INGENIERIA MECANICA		FACULTAD DE INGENIERIA	
Acolaciones: S I N	Escala: S I N	FLUJO DE PROCESO.		Dibuj N°:	10
Dibujó: ARMANDO RICO S		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.		Referencia:	
Fecha: 15-MARZO-91					

3.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

La descripción de los procesos de manufactura de todas las operaciones por ejecutar para la obtención del producto deseado, se describen y detallan en las hojas de proceso adjuntas, en las que se indican las actividades, lugares de ejecución, maquinarias, herramientas y especificaciones.

No.	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
1	Cortar con cizalla piezas 1A y 1B ajustar tope delantero y trasero.	Tableros	Máquina No. 1	
2	Cortar con cizalla piezas 1C y 1D ajustar tope delantero y trasero.	Tableros	Máquina No. 1	
3	Cortar con cizalla piezas 1E y 1F ajustar tope delantero y trasero.	Tableros	Máquina No. 1	
MATERIAL: Lámina de acero ASTM-A36, Cal. 10 de 1219 mm x 3048 mm.				

U N A M		INGENIERIA MECANICA		FACULTAD DE INGENIERIA	
Acotaciones: mm	Escala: 5:1	Nombre: Descripción del proceso de corte de piezas 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F			Dibujo N°: 11
Dibujó: ARMANDO RICO S		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cien de L. S.			Referencia: 3
Fecha: 15-MARZO-91					

No	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
4	Trazar pieza IA	Mesa de trazo tableros.	Esquadra y plantilla de pieza IA	
5	Trazar pieza IE y IF	Mesa de trazo tableros.	Esquadra y plantilla de pieza IE y IF.	
6	Punzonar pieza IA, sistema duplicador.	Tableros.	Punzonadora II punzonado cuadrado 50 x 50mm plantilla para pieza IA.	
7	Punzonar pieza IE y IF	Tableros	Punzonadora II punzonado redondo de 20mm ø.	
MATERIAL: Lámina de acero ASTM-A36, Cal. 10				

U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acolaciones: m m	Escala: SIN	Nombre: Descripción del proceso de trazo y punzonado de pzas. IA, IE, IF.	Dibujo N°: 12
Dibujó: ARMANDO RICO S	TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de partes metálicas pa- ra alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.		Referencia: 3 y II
Fecha: 15-MARZO-91			

No.	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
8	Doblar piezas I A y I B, ajustar tope delantero y trasero	Tableros	Máquina No III	
9	Doblar piezas I C y I D, ajustar tope delantero y trasero.	Tableros	Máquina No III	
10	Doblar piezas I E y I F, ajustar tope delantero y trasero	Tableros	Máquina No. III	
MATERIAL: Lámina de acero ASTM A36, Cal. 10 de 9000mm. x 3048mm.				

U N A M		INGENIERIA MECANICA		FACULTAD DE INGENIERIA	
Acatilones: m m	Escala: SIN	Nombre: Descripción del proceso de doblado de piezas I A, I B, I C, I D, I E y I F.			Dibujo N°: 13
Dibujó: ARMANDO RICO S.		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de partes metálicas para el uso en instalaciones de Cía. de L. y F.			Referencia:
Fecha: 15-MARZO-91					3, 11 y 12

No.	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
1	Trazar base	Estructuras Mesa de trazo	Plantilla y Rayador	
2	Cortar en cuadros Vel. corte = 300 a 400 mm/min. presión oxígeno = 3 kg/cm ² presión acetileno = 0.35 kg/cm ²	Estructuras corte oxi-acetileno	Máquina IV con baquillo No. 3 e de orificio 16mm.	

U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acataciones: m.m	Escala: SIN	Nombre: Descripción del proceso de fabricación de la pieza No 2 Base.	Dibujo N°: 14
Dibujo: ARMANDO RICO S.		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cía de L. y F.	Referencia:
Fecha: 15-MARZO-91			

No.	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
-----	-------------	----------------	-------------------------	---------


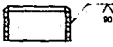
3	Realizar corte barrenado central.	Estructuras	Máquina No. IV	
4	Barrenar base. Velocidad de avance = 0.31 m/min. RPM = 371	Despiece	Máquina No. IV Broca de 1/8"	

U N A M		INGENIERIA MECANICA		FACULTAD DE INGENIERIA	
Acolaciones: mm	Escala: SIN	Nombre: Descripción del proceso de fabricación Pieza No 2. Base.		Dibujo N°:	14
Dibujó: ARMANDO RICO S.		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de partes metálicas para su dimbrada en instalaciones de Cia de L y F		Referencia:	3
Fecha: 15-MARZO-91					




No.	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
1	Cortar tiras de lámina, ajustar escantillón de delantero y trasero de máquina.	Tableros.	Máquina No. 1	
2	Cortar las tiras formando cuadros.	"	"	
3	Trazar esquina.	Tableros Yeso Trazo.	Plantilla y rayador tinta para trazo.	
4	Recortar esquina, ajustar escantillones trasversal y longitudinal de máquina.	Tableros	Máquina No II, puli de 50.8mm.	

U N A M		INGENIERIA MECANICA		FACULTAD DE INGENIERIA	
Acolaciones : mm	Escala: SIN	Nombre. Descripción del proceso de fabricación pza.No. 3 - Tapa superior.		Dibujo N°:	15
Dibujó: ARMANDO RICO S.		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de partes métricas pa- ra alumbrado en instalaciones de Cia de L. y F.		Referencia :	3
Fecha: 15-MARZO-91					


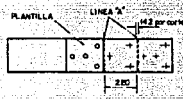
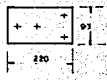
No.	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
-----	-------------	----------------	-------------------------	---------

5	Doblar pestañas Hacer pruebas para ajuste de fuerza de doblado de la máquina y de localización de línea de doblado con escantillones	Tableros	Máquina No III	
6	Soldar anillos de tapa. Proceso: arco eléctrico manual, corriente alterna, amperes 75-105, posición horizontal.	Estructuras Soldadura	Máquina No IX electrodo AWS E6013	
7	Lempir soldadura y esmerilar	Estructuras Soldadura	Esmeril de cada, con disco abrasivo grado 36	

U N A M		INGENIERIA MECANICA		FACULTAD DE INGENIERIA	
Acotaciones: m m	Escala: SIN	Nombre: Descripción del proceso de fabricación pieza No 3 Tapa superior.		Dibujo N°:	15
Dibujó: ARMANDO RICO S.		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia de L y F.		Referencia:	3
Fecha: 15-MARZO-91					

No.	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
1	Cortar lámina y ajustar escantillones.	Tableros	Máquina No I (Grata).	
2	Trazar.	Tableros Mesa de trabajo.		
3	Punzonar	Tableros	Máquina No II y un punzón de 5mm x 30mm de longitud.	
MATERIAL: DESPERDICIO DE LAMINA DE ACERO		ASTM-A-36 CALIBRE No. 10.		

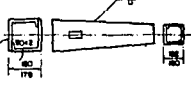
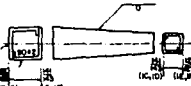
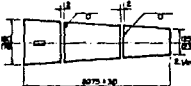

U N A M		INGENIERIA MECANICA		FACULTAD DE INGENIERIA	
Acolaciones: Escala: m m SIN	Nombre: Descripción del proceso de la pieza No. 4 Tapa lateral			Dibujo N°:	16
Dibujó: ARMANDO RICO S	TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de partes metálicas para alumbrado en instalaciones de Cia de L. y F.			Referencia:	3
Fecha: 15-MARZO-91					

No.	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
1	Colocar solera en mesa de trazo.	Mesa de Trazo de Despiece.	Rayador (tinta azul) Plantilla de pieza No. 5 y puntero de golpe.	
2	Hacer trazo con plantilla, usando el rayador dejando un claro de 14.2 entre trazo de placas.	Estructuras Despiece.		
3	Hacer corte con cizalla, utilizando transportador de rodillos para facilitar el desplazamiento de la solera al ir haciendo los cortes en línea A.		Maquina No. X Transportador de rodillos con escan-tillón cuchillas para solera de 1/2". 12.7mm de espesor.	
MATERIAL: SOLERA AS		TM-A 36 DE	635mm x 68.9mm x 12 metros	

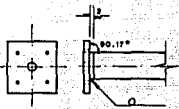
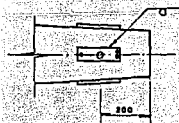
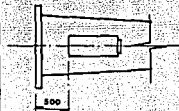
UNAM		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acatones: m.m	Escola: SIN	Nombre: Descripción del proceso de la pieza No. 5 Para trazo.	Dibujo N°: 17
Dibujo: ARMANDO RICO S.	TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de partes metálicas para dumbo en instalaciones de Cia de L. y F.		Referencia: 3
Fecha: 15-MARZO-91			

No.	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
4	Taladrar barrenos x, y, z, con broca de 10.72 mm., a una velocidad de avance y corte de: Va = 0.25 m/min. Vc = 22 m/min. Rpm = 469.	Despiece	Máquina No. VI broca de 10.72 mm.	
5	Preparar taladro y machuelar barrenos x, y, z, con machuelo de 1/2" a 35 Rpm.	"	Máquina No. VI machuelo 1/2-13unc	
6	Taladrar barreno "p" con broca de 4.445mm con una velocidad de avance y corte, Va = 0.34 m/min. Vc = 32 m/min. Rpm = 340	"	Máquina No. VI broca de 4.445	

UNAM		INGENIERIA MECANICA		FACULTAD DE INGENIERIA	
Acotaciones: m.m.	Escala: SIN	Nombre: Descripción del proceso de la pieza No.5 Porta brazo		Dibujo N°:	18
Dibujó: ARMANDO RICO S.	Fecha: 15-MARZO-91	TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de partes metálicas para clumbrada en instalaciones de Cia. de L. y F.		Referencia:	3


No.	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
1	Armar pieza 1A y 1B, formando un tubo, uniendo con puntos de soldadura eléctrica manual, amperes 90-130 corriente alterna, posición horizontal.	Estructuras Armado.	Máquina No. IX electrodos AWS E6011 3 mm. ϕ Esquadra universal.	
2	Armar piezas 1C y 1D	"	" " "	
3	Armar piezas 1E y 1F	"	" " "	
4	Armar los tres tubos uniendo con puntos de soldadura, trazar plan, tilla en mesa de trabajo, para alinear.	"	" " "	
MATERIAL: PIEZAS 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 2, 4, 5, 6.				

U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acotaciones : mm	Escala: 5:1	Nombre: Descripción del proceso de armado del POSTE.	Dibujo N°: 19
Dibujo: ARMANDO RICO S.	TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.		Referencia:
Fecha: 15-MARZO-91			3, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

No.	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
5	Colocar base 2, a tubular uniendo por puntos de soldadura eléctrica.	Estructura Armado	Máquina No. IX Electrodo AWS E6011 3mm. # Escuadra Universal cinta métrica.	
6	Colocar placas portabrazos (4) a cada cara del tubular, uniendo por puntos de soldadura eléctrica.	" " " " " "	" " " " " "	
7	Colocar bisagras (6) a puerta (5) y tubo.	" " " " " "	" " " " " "	

U N A M		INGENIERIA MECANICA		FACULTAD DE INGENIERIA	
Acreditaciones: SI	Escala: SIN	Nombre: Descripción del proceso de Armado del poste.			Dibujo N°: 20
Dibujó: ARMANDO RICO S.		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia de L y F.			Referencia: 3, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.
Fecha: 15-MARZO-91					

No.	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
-----	-------------	----------------	-------------------------	---------

1	Enderezar tubo del poste.	Estructuras Despiece	Máquina No. V	
MATERIAL: POSTE SOLDADO				

UNAM		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acolaciones: mm	Escola: SIN	Nombre: Descripción del proceso de Enderezado del poste.	Dibujo N°: 22
Dibujo: ARMANDO RICO S.		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia de L. y F.	Referencia:
Fecha: 15-MARZO-91			3

No.	DESCRIPCION	LUGAR Y/O AREA	MAQUINA Y/O HERRAMIENTA	CROQUIS
11	Sopletear paste presión de aire 5 kgs./m ²	Sección Sopleteo	Máquina No. XI arena mallas 40-80	
12	Pintar paste.	Zona de Pintura	Compresor y pistola presión 10 kgs./m ²	
<p>MATERIAL: LAMINA DE ACERO ASTM-A36 CAL. 10 de 9000 mm. x 3048 mm.</p>				

U N A M		INGENIERIA MECANICA		FACULTAD DE INGENIERIA	
Acolaciones: m m	Escala: SIN	Nombre: Descripción del proceso de Limpieza y Pintura del paste.			Dibujo N ^o : 2 3
Dibujó: ARMANDO RICOS.		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Cantidad para la fabricación de paste metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.			Referencia: 3
Fecha: 15-MARZO-91					

CAPITULO 4

PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UN

SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

4.0. INTRODUCCION.

Conforme cobra auge la industrialización, en mayor medida aumenta la competencia entre los productores de artículos, por los cuales hay gran demanda. El público espera ciertas normas de calidad y precio, ya que tiene bases de comparación en relación a otros fabricantes.

La calidad es responsabilidad de todos, bien pudiera no ser de nadie, ya que es donde nace el problema u origen de la mala calidad, lo cual trae como consecuencia: costos altos, baja productividad, insatisfacción del consumidor, pérdida de mercado, pérdida de la buena reputación y quiebra probable de la Empresa. Es por ésto, que se ha planteado la necesidad de proponer un sistema de control de calidad, que incluye: planes, objetivos, instrucciones, inspecciones, etc.

4.1. PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.

Para obtener buenos resultados de un Sistema de Control de Calidad en operación, es necesario contar con la cooperación de todas las personas involucradas en la creación de la calidad. Asimismo, es importante que éstos conozcan lo suficiente respecto a la calidad, control y a la responsabilidad que cada una de ellas tiene. Por calidad debemos -- entender al conjunto de características cualitativas y cuantitativas que debe reunir un producto o servicio para satisfacer una necesidad específica, ya que si no la tuviera carecería de significado al no tener el uso previsto. El control consiste en verificar si todo ocurre conforme al plan adoptado, con las instrucciones emitidas y los principios establecidos. Un Sistema de Control adquiere su verdadera utilidad en tanto sirva para tomar decisiones.

Por lo anterior, se propone como un anteproyecto, un sistema de control de calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado, en las instalaciones (Taller Tacuba) de la Cfa. de Luz y Fuera del Centro.

4.2. PROPUESTA PARA LA CREACION DE UN DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD.

Se propone la existencia de un Departamento de Control de Calidad que es-
td definido por las siguientes áreas de responsabilidades.

- Establecer e implementar Los Programas de Investigación y de control en Los procesos de manufactura que sean necesarios para mantener las normas y políticas de calidad requeridas por la Cia.
- Reducir los costos de manufactura mediante la prevención de desperdicio y mejoras al proceso.
- Desarrollar y administrar programas especiales, solicitados por La Gerencia.

4.3. POSIBLES FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO.

Las principales funciones del Departamento para cumplir con estas responsabilidades, son las siguientes:

A. Control de Calidad.

1. Efectuar comprobaciones de control en los procesos de manufactura, para asegurar que los materiales estén dentro de las especificaciones, que el equipo sea exacto y confiable, y que se continúen los métodos de operación.
2. Muestrear y auditar los productos terminados para asegurar un nivel aceptable de calidad de salida.

3. Editar instrucciones de inspección para uso del Departamento de -- Control de Calidad, en las áreas claves de control.

4. Comprobar la correcta clasificación del desperdicio y material rechazado, pesarlo y registrar los resultados, proveer al Departamento de Costos de la información necesaria sobre el desperdicio para la elaboración de su informe.

5. Investigar problemas de desperdicio y material, rechazado y coordinar con los Departamentos de Producción, Mantenimiento y Técnico, la -- implantación de acciones correctivas.

6. Trabajar con producción y costos, para que se obtenga el correcto registro y costo del desperdicio y material rechazado.

7. Conducir auditorías de manejo de materiales en proceso, para reducir el abuso en su uso.

B. Proyectos Especiales.

1. Control mensual gráfico y tabular de los resultados logrados por la planta.

2. Control gráfico diario de utilización del equipo de los Centros de Carga de cada uno de los Departamentos Productivos de la Planta.

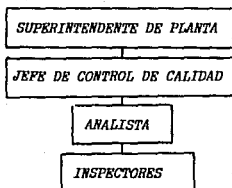
.....

3. Desarrollar y supervisar programas y actividades específicas, dirigidos por el Gerente de la Planta.
4. Mantener un sistema efectivo de rechazo/acción correctiva.
5. Obtener, registrar y emitir, reportes para informar a la Gerencia de los resultados de calidad en la Planta, y, dar la voz de alerta de la existencia de áreas problema.
6. Mantener un sistema efectivo de comunicación y de retroalimentación de información, para lograr una respuesta inmediata a los problemas detectados.
7. Mantener expedientes de especificaciones y de causas de quejas de los clientes.
8. Contribuir a obtener relaciones con los clientes, mediante un manejo profesional de sus mismos representantes, a través de sus visitas y audiciones a la Planta.
9. Ayudar con estudios de capacidad de proceso para nuevas líneas de producto y para el equipo que se está usando.
10. Ayudar a los Departamentos Técnicos y de Producción a administrar Programas y Proyectos de Calidad.

C. Conservación de Materiales.

1. *Desarrollar el Programa de Control de Desperdicio de la Planta, revisión de metas de desperdicio, mantener investigaciones de todas las áreas de desperdicio.*

4.4. ORGANIGRAMA PROPUESTO DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD.



Funciones Propuestas:

4.4.1. *Superintendente de Planta.- Es al que se le reportan los avances y los resultados de la calidad obtenida. Estos reportes los efectúa el Jefe de Control de Calidad.*

4.4.2. *Jefe de Control de Calidad.- Elabora Plan de Mejoras de Calidad, lleva a cabo juntas para información de estos planes, deslinda responsabilidades, da resultados, avances, informa resultados de la calidad obtenida y los responsables, tiene tratos con proveedores de materia prima, de instrumentos de medición, da instrucciones y aprobación de Manuales de Proceso de Calidad. El Jefe de Control de Calidad reportará al Superintendente de Planta los avances y los resultados de la calidad obtenida.*

4.4.3. *Analista.- Elabora gráficas necesarias de los reportes hechos por los inspectores, memorandums, elabora el Manual de Procedimiento de la Inspección de Calidad, con la aprobación del Jefe de Control de Calidad, envía información hecha por la calidad de los Departamentos involucrados.*

4.4.4. Inspector.- Hacer las inspecciones indicadas durante el proceso y con la frecuencia marcada en las tablas, llenar y colocar las etiquetas correspondientes a los lotes de rechazo o aceptación, llenar el reporte adecuado de proceso y repartir las copias de los reportes a los Departamentos involucrados, comunicar al responsable del área donde se hace la inspección, el resultado de ésta.

4.5. SISTEMA DE CALIDAD PROPUESTO PARA EL CONTROL DE MATERIA PRIMA. En las tablas de muestreo se presentan los planes de muestreo para la inspección normal y simple, obtenidos de las tablas "MIL-STD-105D", con un nivel de calidad aceptable (NCA) de 2.5 para defectos críticos, 6.5 para defectos mayores y de 10.0 para defectos menores.

4.5.1.

TAMAÑO DE LOTE	DEFECTOS CRITICOS		NCA 2.5	
	TAMAÑO DE LA MUESTRA	CRITERIO DE ACEPTACION O RECHAZO		
		AC	RE	
8-50	8	0	1	
51-150	20	1	2	
151-500	50	333	4	

TAMAÑO DE LOTE	DEFECTOS MAYORES		NCA 6.5	
	TAMAÑO DE LA MUESTRA	CRITERIO DE ACEPTACION O RECHAZO		
		AC	RE	
5-25	5	1	2	
26-150	20	3	4	
151-500	50	7	8	

TAMAÑO DE LOTE	DEFECTOS MENORES		CRITERIO DE ACEPTACION O RECHAZO	
	TAMAÑO DE LA MUESTRA	CRITERIO DE ACEPTACION O RECHAZO		
		AC	RE	
5-25	5	1	2	
26-150	20	5	6	
151-500	50	10	11	

NOTA: En las tres tablas, para lotes menores de 5, inspeccionar 100% con un criterio AC=0 y RE=1.

4.5.2. INSPECCION DE LA MATERIA PRIMA.

DESCRIPCION.

Esta inspección sirve para verificar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales usados en la fabricación del poste metálico:

- Lámina de acero rolada en caliente, norma ASTM-A36, calibre No. 10 de 1219 x 3048mm.
- Solera de acero rolada en caliente, norma ASTM-A36, de 6.35 x 90 x 1200mm.
- Placa de acero rolada en caliente, norma ASTM-A36, de 6096 x 1524mm y un espesor de 25.4mm.

A continuación se enumeran las diferentes pruebas que se aplican a cada uno de los materiales y el tipo de defecto.

DUREZA

DEFECTOS MAYORES

DOBLEZ

DIMENSIONES

DEFECTOS MENORES

APARIENCIA

PROPOSITO.

Asegurar que los productos recibidos cumplan con las normas de calidad, evitando que el porcentaje de producto en malas condiciones exceda del 6.5% para los defectos mayores y del 10% para los defectos menores.

PROPUESTA

APARATOS:

FLEXOMETRO

Marca: Stanley

Capacidad: 3000mm

Precisión: 1mm

TORNILLO MICROMETRICO

Marca: Mitutoyo

Capacidad: 25.4mm

Precisión: 0.1mm

DUROMETRO

Marca: Wilson

Capacidad: 100rb

Precisión: 1rb

Penetrador: de bola de 0.62mm de diámetro

PRENSA DOBLADORA MECANICA DE CORTINA

Marca: Cincinnati

Capacidad: 41 tons.

Precisión: Lámina calibre No. 10

Longitud de

Dobles: 3 mts.

ESCLEROSCOPIO DE SHORE

Marca: Wilson

Capacidad: 100mm

Precisión: 1mm

Martillo: Con bola de 5mm de diámetro

Peso de

martillo: Con bola de 2.5gre.

4.5.3. INSTRUCCIONES PARA LLEVAR A CABO LA PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL.

- a) Tome una probeta de solera de 90 x 90mm.
- b) Pídale acabado esfera de 4 micro-pulgadas.
- c) Coloque la probeta en el durómetro, aplique una precarga de 10 kgs., utilizando un penetrador de bola de 0.62mm.
- d) De un pequeño golpe a la palanca de carga (larga), dejándola moverse por sí sola tome su posición (aplicándose a la carga restante).
- e) Después de aproximadamente 5 segs., se empuja la palanca de descarga, bajándola lentamente hasta su punto inicial.
- f) Lea en la escala correspondiente (negra o roja) la dureza del material ensayado, ésta debe ser de 65 ± 5 rb.
- g) Se retira la probeta a base del volante, girándolo manualmente en sentido a las manecillas del reloj.

- h) Repita esta prueba para la placa, lámina y solera.
- i) Haga esta prueba cada 100 placas, láminas o soleras recibidas.

4.5.4. PRUEBA DIMENSIONAL.

- a) Con tornillo micro-métrico Mila:

Lámina	3.4 - 0.2mm
Placa	25.4 - 1.5mm
ESPESOR	
Solera	6.35 - 0.3mm
Electrodo	2.38 - 0.1mm

- b) Con Flexómetro Mila:

Lámina	3000 - 16mm
Placa	6096 - 32mm
LARGO	
Solera	1200 - 64mm
Electrodo	500 - 5mm
Lámina	914.4 - 28mm
ANCHO	
Placa	1514.0 - 8mm
Solera	90.0 - 3mm

4.5.5. PRUEBA DE DOBLEZ.

- a) En la Prensa Dobladora coloque una probeta de lámina de 500 x 500mm.

- b) Dobléla en ángulo de 95° grados, si la probeta no se quiebra, ni se arruga, habrá pasado la prueba.

REPORTES:

- Reportar al Jefe de Almacenes los resultados de la inspección y llenar los reportes necesarios.
- Llenar la Norma de Inspección de materias primas.
- Llenar la Norma de Aceptación y colocarla al lote si es aceptable.
- Llenar la Norma de rechazo y colocarla al lote, si es rechazado.

4.6. SISTEMA DE CALIDAD PROPUESTO PARA EL CONTROL DEL PROCESO.

El plan de control para el proceso de fabricación, se indica en la tabla, la cual nos permite determinar el tamaño de la muestra y la frecuencia del muestreo en función de la producción. El valor del NCA (nivel aceptable de la calidad) considerado es del 5%, tomando de experiencias pasadas y actuales en la fabricación de otros artículos producidos en este Taller.

Los lotes de producción se separan entre cada comprobación si se encuentra uno o más defectos en el muestreo, se procede de inmediato a la corrección del proceso.

Las inspecciones a efectuar en los diferentes procesos de manufactura del poste son:

4.6.1.

PLAN DE MUESTREO

<u>Producc./hr.</u>	<u>Errático</u>	<u>Frec.Estable</u>	<u>Controlado</u>
Menos de 10	8 hrs.	8 hrs.	8 hrs.
10 a 19	4 hrs.	8 hrs.	8 hrs.
20 a 49	2 hrs.	4 hrs.	8 hrs.
50 a 99	1 hr.	2 hrs.	4 hrs.
100 o más	1/2 hr.	1 hr.	2 hrs.

Errático. - Un proceso que intermitentemente es bueno o malo, o cambia de bueno o malo, sin indicio anticipado.

Estable. - Un proceso que da un rendimiento casi uniforme, pero presenta cambios graduales o deslizamientos en una dirección, debido al desgaste de la herramienta u otros factores.

Controlado. - Un proceso que presenta la evidencia, tanto anterior como actual, de estar controlado.

TAMAÑO DE MUESTRA

<u>NCA</u>	<u>TAMAÑO</u>
Abajo de 1.0%	20
1.0 a 1.9%	10
2.0 a 4.9%	5
5.0 o más	2

El trabajo estará bajo control cuando no se encuentren defectos en la muestra, si queda fuera de control, corregirse el proceso o efectuarse una inspección 100%.

4.6.2. INSPECCION DEL PUNZONADO DE "L³".

DESCRIPCION.

Verificar las dimensiones de la ventana para conexiones y los barrenos - para el paso de cable. La muestra se verificará únicamente dimensionalmente.

PROPOSITO.

Evitar problemas o dificultades al realizar las conexiones eléctricas.

A P A R A T O S

FLEXOMETRO.

Marca:	Stanley
Capacidad:	3000mm.
Precisión	1mm.

CINTA METRICA.

Marca:	Stanley
Capacidad:	20,000mm.
Precisión:	1mm.

INSTRUCCIONES:

- a) Tome la pieza 1A y verifique que el largo de la ventana mida 200 ± 5 mm.
- b) Asegúrese que el ancho de la ventana mida 130 ± 5 mm.
- c) Con el flexómetro verifique que el diámetro del agujero para el paso del cable a las luminarias, mida 19.05 ± 2 mm.
- d) Reporte al sobrestante el resultado de la inspección.
- e) Si el lote es rechazado coloque una etiqueta de rechazado.
- f) Si el lote es aceptado coloque una etiqueta de "aceptado"
- g) Seleccione la frecuencia del muestreo de acuerdo con la tabla anterior.
- h) Todos los lotes rechazados serán inspeccionados por Producción al 100%, para que después Control de Calidad lo muestree nuevamente indicando la acción correctiva a seguir.
- i) Llenar la tarjeta de reporte de inspección correspondiente.

4.6.3. INSPECCION DE PARTES DOBLADAS PARA LA FABRICACION DEL POSTE.

DESCRIPCION.

Esta inspección nos permite verificar el ángulo de doblado de las "L", que deberá ser de $90^\circ \pm 2^\circ$, también se verificará el ancho de los lados del dobles.

PROPOSITO.

Asegurar el mayor número de piezas aptas, evitando así la pérdida de tiempo en recuperar piezas que no cumplan con el ángulo especificado. No así la -

La localización del dobles, ya que si no es correcto, esto ocasionará desperdicio.

A P A R A T O S

GONIOMETRO.

Marca:

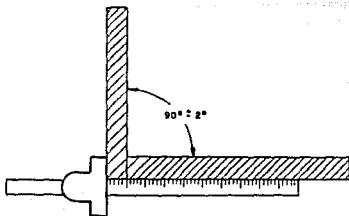
Mauser

Con regla de:

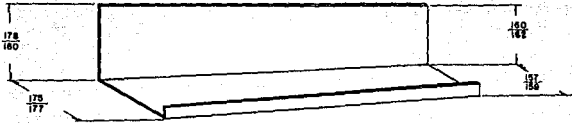
300mm, de longitud
aproximación en segundos.

INSTRUCCIONES.

- a) Colocar la pisa que se va inspeccionar, en posición horizontal con el ángulo hacia arriba sobre la mesa de inspección que está colocada a un lado de la máquina dobladora.
- b) Tomar el goniómetro y colocarlos sobre el ángulo.
- c) Hacer coincidir la regla con uno de los lados del ángulo y el otro con un lado de la escuadra, deslizando la regla de uno u otro lado y empleando el lado más cómodo para la medición.
- d) Hacer la inspección en 3 puntos a lo largo del dobles.



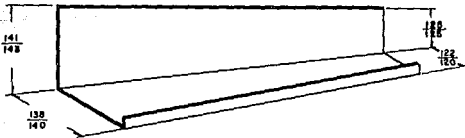
e) Tomar el flexómetro y medir el ancho en las caras en ambos extremos de las piezas 1A, 1B, 1C, 1D, 1E y 1F, indicados en las siguientes figuras:



PIEZAS 1A, 1B



PIEZAS 1C, 1D.



PIEZAS 1E, 1F.

- f) Reportar al sobrestante en turno, los lotes rechazados enseñándole las piezas defectuosas encontradas durante la inspección.
- g) Si el lote es rechazado, colocar etiqueta de aceptado.
- h) Si el lote es aceptado, colocar etiqueta de aceptado.
- i) Seleccionar la frecuencia del muestreo con la tabla anterior.
- j) Todos los lotes rechazados serán inspeccionados al 100% por producción y después serán muestreados por el personal de control de calidad en la forma descrita anteriormente, haciendo la indicación de la - - - acción correctiva a seguir.
- k) Llenar el reporte correspondiente de inspección del proceso.

4.6.4. INSPECCION DE BARRENOS DE LA BASE DEL POSTE.

DESCRIPCION.

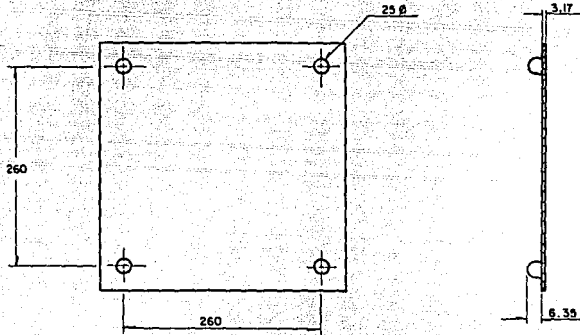
En la base del poste se verificará el diámetro de los barrenos y su localización.

PROPOSITO.

Evitar problemas de instalación del poste por mala localización de barre-

nos, por no coincidir con las anclas de la base de cimentación y tener -
que retrabajar barrenos o posición de las anclas.

APARATOS: PLANTILLA.



INSTRUCCIONES:

- a) Tomar la base ya barrenada, colocarla alineándola con los pernos de la plantilla y verificar que entren en ellos.
- b) Reportar al Sobrestante en turno, los lotes rechazados enseñándole las piezas defectuosas encontrados durante la inspección.
- c) Si el lote es rechazado colocar etiquetas de rechazo.

- d) Si el lote es aceptado colocar etiqueta de aceptado.
- e) Seleccionar la frecuencia del muestreo con la tabla anterior.
- f) Todos los lotes rechazados serán inspeccionados al 100% por producción y después serán muestreados por el personal de control de calidad, haciendo la indicación de la acción correctiva a seguir.
- g) Llenar el reporte de inspección correspondiente al proceso.

4.6.5. INSPECCION DEL PORTABRAZOS PARA LUMINARIA.

DESCRIPCION:

Verificar acabado de la rosca y localización de barrenos de sujeción del portabrazos para luminaria.

PROPOSITO:

Asegurar el mínimo de piezas defectuosas por reparar al ser instalada la luminaria, operación que se efectúa en el poste ya montado.

A P A R A T O S

CALIBRADOR PARA ROSCA.

PASA NO PASA de $\frac{1}{8}$ " , UNC, 13 hilos por pulgada

Marca: Robot

FLEXOMETRO .

Marca: Stanley

Capacidad: 3 mts.

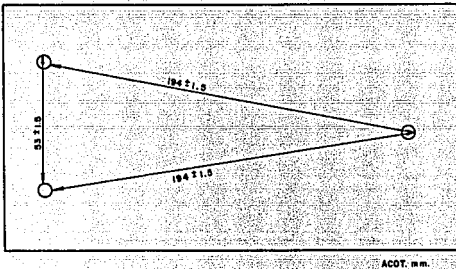
Precisión 1mm

INSTRUCCIONES:

- a) Tomar muestra.
- b) Colocar mesa de inspección.
- c) Verificar acabado de la rosca con calibrador PASA NO PASA.
 - Cuando el Calibrador de diámetro menor pasó en la muestra, cambiar a la de diámetro mayor.
 - Cuando el calibrador de diámetro mayor pasó en la muestra, se considera defectuosa.
 - Cuando el calibrador de diámetro mayor no pasó en la muestra, se considera aceptable.

- Cuando el calibrador de diámetro menor no pasa, se considera defectuosa.

d) Verificar localización de barrenos con flexómetro, según se indica:



- e) Reportar al Sobrestante, del resultado de las inspecciones.
- f) Si el lote es rechazado, colocar etiqueta de rechazado.
- g) Si el lote es aceptado, colocar etiqueta de aceptado.
- h) Seleccionar la frecuencia del muestreo, de acuerdo con la tarjor.

- i) Todos los Lotes rechazados serán inspeccionados al 100% por producción, y posteriormente, muestrearlos por control de calidad, indicando la acción correctiva a seguir con las piezas defectuosas.
- j) Llenar la tarjeta de control del proceso correspondiente.

4.6.6. INSPECCION DE LA SOLDADURA.

DESCRIPCION:

Verificar la apariencia y acabado de las uniones soldadas.

PROPOSITO:

Assegurar la resistencia mecánica y apariencia del poste metálico.

A P A R A T O S

Equipo de líquidos penetrantes.

Marca: Turco DY-CHEK

CALIBRADOR:

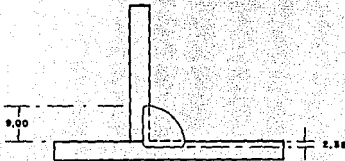
Marca Mitutoyo

Aproximación: 1/10mm

Capacidad: 15 cms.

INSTRUCCIONES:

- a) Colocar el poste sobre la mesa.
- b) Aplique el aerosol limpiador y remueva todo material extraño, grasa o aceite.
- c) Aplique el aerosol penetrante colorante.
- d) Remueva el exceso de líquido penetrante.
- e) Aplique aerosol revelador.
- f) Observe si hay marcas de color rojo, las cuales son indicación de grietas o irregularidades en la soldadura.
- g) Medir el tamaño del filete en la unión base del tubo, por medio de un calibre, en cualquier punto, a lo largo del cartón, y en los extremos, según dibujo.

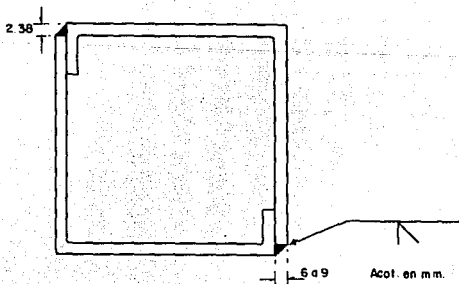


Acel. en mm.

- h) Unión tubo a soportes luminarios: Inspeccionar los cordones de soldadura de todo el contorno de la placa que estaba soldada al poste de la misma forma que el inciso anterior.



- i) Medir el ancho de la soldadura en los cordones longitudinales y transversales del tubo, que deberá ser de 6 a 9mm. en cualquier punto del cordón.



- j) Medir la penetración de la soldadura en los cordones transversales y longitudinales, la cual deberá ser de un 70%, es decir, 2.38mm.



- k) Se reportará al Sobrestante de la Sección correspondiente, el resultado de la inspección.
- l) Si el lote es rechazado, colocar etiqueta de rechazado.
- m) Si el lote es aceptado, colocar etiqueta de aceptado.
- n) Seleccionar la frecuencia de muestreo, de acuerdo con la tabla anterior.
- o) Todos los lotes rechazados serán inspeccionados nuevamente 100%, por el Departamento de Producción y después nuevamente muestreados por el Departamento de Control de Calidad.
- p) Indicar la acción correctiva a seguir.

q) Llenar reporte de inspección.

4.6.7. INSPECCION DE LA RECTITUD DEL POSTE.

DESCRIPCION.

Comprobación de la rectitud del Poste Metálico, en los procesos de armado y enderezado.

PROPOSITO.

Asegurar la resistencia a la flexión del poste.

A P A R A T O S

Flexómetro:

Marca:	Stanley
Capacidad:	3000 mm
Precisión:	1 mm

Cinta Metálica:

Marca:	Stanley
Capacidad:	15 mts.
Precisión:	1 mm

Carrete Hilo Cañamo:

Longitud: 50 mts.

Diámetro (3/16 pulg.) 4.7 mm

INSTRUCCIONES:

- a) Colocar el poste en mesa de inspección del área de despiece y/o armado.
- b) Coloque el hilo cañamo trazándolo y tangente a una de las caras del poste.
- c) Mida la separación entre el hilo y la cara del poste, en los puntos - donde no haya contacto entre ambos.
- d) Repita la operación en las caras restantes.

- e) La desviación máxima permitida, según Norma Británica B.S. 1840-1960 para postes de alumbrado, es de 2.1 mm/m de longitud, por lo que, la desviación máxima de la primera sección del tubo es de 6.3 mm, de la segunda de 12.6 mm y en la punta de 18.9 mm.
- f) Seleccione la frecuencia del muestreo, de acuerdo con la tabla anterior.
- g) Avisar al sobrestante, el resultado de la inspección.
- h) Si el lote es aceptado, colocar etiqueta de aceptado.
- i) Si el lote es rechazado, colocar etiqueta de rechazado.
- j) Todos los lotes rechazados serán inspeccionados 100% por producción, y nuevamente muestreados por el control de calidad.
- k) Llenar reporte de inspección.

4.7. SISTEMA DE CALIDAD PARA EL CONTROL DEL PRODUCTO TERMINADO.

El plan de control para el producto terminado, se indica en las tablas anteriores. Según normas MIL.STD-105D, para un muestreo simple, inspección normal y niveles de calidad de:

4.7.1. **INSPECCION DEL PRODUCTO TERMINADO, DIMENSIONES, RESISTENCIA A LA FLEXION Y ACABADO.**

DESCRIPCION:

Comprobación de la resistencia a la flexión del poste, de sus dimensiones y acabados.

PROPOSITO:

Garantizar que el promedio máximo de postes por entregar, con defecto en la resistencia a la flexión, sea del 2.5%, con defecto en su acabado, -- del 6.5% y en sus dimensiones del 10%.

APARATOS:

Dinamómetro:

Marca:	SCHERR-TUMICO
Capacidad:	1,000 kgs.
Precisión:	1 gr.

Escuadra Metálica:

Marca:	Starret
Capacidad:	24 pulg. 609 mm.
Precisión:	1 mm.

MONTACARGAS MECANICO:

Marca: NITCHI
Capacidad: 750 kgs.
Longitud: 1.52 mts.

PROBADOR DE ESPESORES:

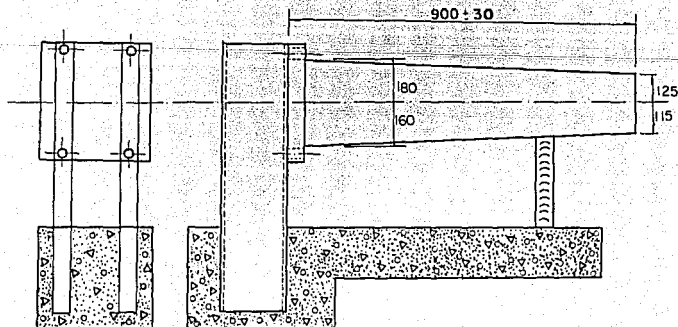
Marca: Mikrotester
Tipo: Magnético
Nivel: De manguera

EQUIPO DE LIQUIDOS PENETRANTES:

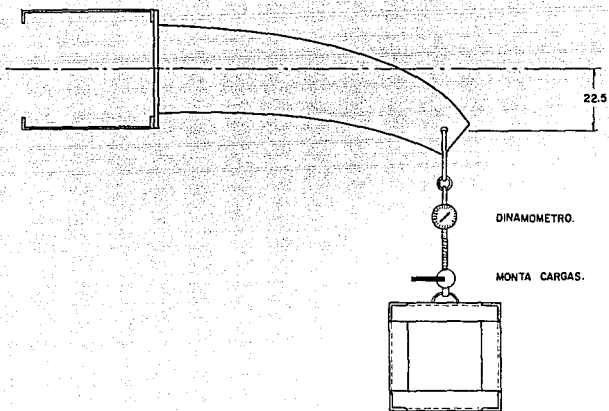
Marca: Turco Dy-Chac

INSTRUCCIONES:

- Colocar el poste en estructura para prueba.
- Nivelar poste y calzarlo
- Medir su longitud y dimensiones de caras laterales, en la base y puntal del poste.



DEFORMACION DE UN POSTE.



ACOT. mm.

- d) *Instale el dinamómetro y montacarga.*
- e) *Aplique una carga de 20 kgs.*
- f) *Retire la calaa de madera.*
- g) *Aplique una carga de 75 kgs. (ver nota).*

- i) La deformación máxima permitida es de 1/40 de la longitud de un poste, es decir 22.5 mm, según Norma Británica B.S. 1840-1960 (ver nota).
- j) Revisar con líquidos penetrantes las soldaduras en la base del tubo y las uniones longitudinales del primer tramo.
- k) Quitar la carga aplicada.
- l) Después del proceso de limpieza y pintura, medir el espesor de las -- capas del primario y pintura, la cual debe ser de 0.60 mm. ya seca.
- m) Hacer la inspección anterior en cada cara del poste.
- n) Seleccione el tamaño de la muestra y el criterio de aceptación o rechazo, según la tabla anterior.
- o) Avisar al sobrestante el resultado de la inspección.
- p) Si el lote es rechazado, colocar la etiqueta de rechazado.
- q) Si el lote es aceptado, colocar etiqueta de aceptado.
- r) Todos los lotes rechazados, serán inspeccionados por producción al -- 100% y muestreado nuevamente por control de calidad.
- s) Llenar reporte de inspección.

4.7.2. CALCULO PARA CARGA DE PRUEBA A LA FLEXION.

NOTA: La Norma Británica B.S.1840-1960, en su cláusula 19, indica que la deformación horizontal máxima en la punta del poste, - cuando éste es sometido a las cargas de diseño especificadas en la cláusula 17, no debe exceder 1/40 de longitud.

Por tanto; si:

$$E_b = 0.66 \quad F_y = 1689.8 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo de flexión

$$F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo a la cedencia: Acero ASTM A-36.

$$L = 900 \text{ cm.}$$

Longitud del poste

$$F_v = 123 \text{ kg.}$$

Fuerza del viento distribuida en una cara del poste, a razón de 903 kg/m^2

$$a = 18 \text{ cm.}$$

Dimensión exterior de la sección transversal

$$b = 17.4 \text{ cms.}$$

Dimensión interior de la sección transversal.

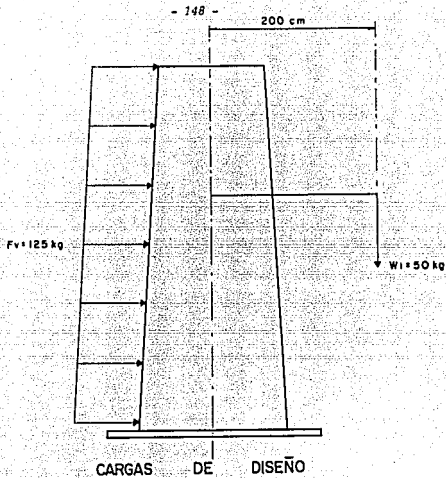
M = Momento originado por el peso de la luminaria.

Z = Módulo de Sección

S = Esfuerzo de diseño a la flexión.

W_1 = 50 kgs. peso de la luminaria.

L_1 = 200 cms. distancia de la línea de centros del poste a la luminaria.



$$N = W1 \times L1 = 200 \text{ cm} \times 50 \text{ kg} = 10,000 \text{ CM-KG}$$

$$Z = \frac{a^3 - b^3}{6a} = \frac{(18)^3 \text{ cm}^3}{6 \times 18 \text{ cm}} = 123 \text{ cm}^3$$

Esfuerzo de diseño:

$$S = \frac{Fv \times L + N}{Z}$$

$$S = \frac{125 \text{ kg.} \times 200 \text{ cm.} + 10,000 \text{ cm./kg.}}{2 \times 123 \text{ cm}^3} = \frac{35,000 \text{ cm./kg.}}{246 \text{ cm}^3}$$

$$S = 142 \text{ kg./cm.}^2 + 81.3 \text{ kg./cm}^2 = 223.3 \text{ kg./cm}^2$$

S_{Fb}

Carga equivalente para prueba:

$$F = \frac{S \times Z}{L} = \frac{223.3 \text{ kg./cm.}^2 \times 123 \text{ cm.}^3}{200 \text{ cm.}} = 137.5 \text{ kg.}$$

Aplicada en el extremo del poste y perpendicularmente a éste.

4.7.3. RESISTENCIA DEL POSTE CON CARGAS SISMICAS

Del código uniformado de construcciones de los Estados Unidos

V= Fuerza horizontal repartida en la estructura.

Z= 1/4 para zona sísmica 1

K= Según el tipo de estructura = 1

$$C = \frac{0.05}{\sqrt[3]{T}}$$

T= Período fundamental de vibración de la estructura

$$T = \frac{0.09L}{D}$$

W= 0.10 Tons. - Peso de la estructura

D= 0.18 M. - Dimensión de la base

L= 9 M. - Altura de la estructura

N= - Factor de seguridad

$$T = \frac{0.09 (9)}{0.18} = 4.5 \text{ seg}$$

$$C = \frac{0.05}{\sqrt[3]{T}} = \frac{0.05}{\sqrt[3]{4.5}} = 0.03$$

$$V = \text{BRCW} = 0.25 \times 1 \times 0.03 \times 0.19 = 0.0014 \text{ Tons.}$$

$$V = 1.42 \text{ Kg}$$

$$S = \frac{F_v X L}{2E} + \frac{V X L}{2E} + \frac{M}{E}$$

$$S = 450 \text{ Kg/cm}^2 + \frac{1.42 \times 900}{2 \times 123} + 81.3 \text{ Kg/cm}^2 = 450 + 5.2 + 81.3$$

$$S = 5.36.5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$N = \frac{1669.8}{536.5} = 3.11$$

4.8. REPOTES

Para este sistema de calidad, la información que se emitirá al personal involucrado, se comunicará con los reportes desarrollados por los inspectores y analistas, para lo cual se utilizarán los formatos de los dibujos Nos. 24, 25 y 26.

PEDIDO :	ORDEN DE TRAB.:	PARTIDA:	RECEPCION :
PROVEEDOR:		DOCUMENTOS DEL MATERIAL:	
CANTIDAD:		DESCRIPCION DEL MATERIAL:	
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL:		INSPECCION:	MUESTREO:
APARIENCIA	<input type="checkbox"/> BUENA <input type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALA		
DUREZA	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TAMAÑO DE LOTE:	TAMAÑO MUESTRA:
AL DOBLEZ	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
DIMENSIONES	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	NUM. ACEPTACION:	NUM. RECHAZO:
SUPS. LIMPIAS	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
DEFECTOS ENCONTRADOS:			
SUGERENCIAS Y OBSERVACIONES:			
INSPECCIONADO POR:	ENTERADO COMPRAS:	CONTROL PRODUCCION:	

U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acotaciones: S I N	Escala: S I N	Formato para Reporte Inspección de Recibo	Dibujo N°: 2 4
Dibujó: ARMANDO RICO SANCHEZ	TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cia. de L. y F.		Referencia:
Fecha:			

PIEZA N° _____ LOTE N° _____

OPERACION _____ O.T. _____

ESPECIFICACION _____

TAMARO LOTE _____ TAMARO MUESTRA _____

CRITERIO ACEPTACION _____ CRITERIO RECHAZO _____

FECHA _____

1	11	21	31	41
2	12	22	32	42
3	13	23	33	43
4	14	24	34	44
5	15	25	35	45
6	16	26	36	46
7	17	27	37	47
8	18	28	38	48
9	19	29	39	49
10	20	30	40	50

DESCRIPCION :

ACCION :

U N A M		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Acataciones S I N	Escala: S I N	Formato para Reporte Control de Calidad	Dibujo N°: 25
Dibujó: ARMANDO RICO SANCHEZ		TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para dummies en instalaciones de Cia. de L. y F.	Referencia:
Fecha:			

CONTROL DE CALIDAD	
PIEZA	_____
LOTE N°	_____
O.T.	_____
CANTIDAD	_____
FECHA	_____
LUGAR	_____
OBSERVACIONES	_____

INSPECTOR	SOBRESTANTE

RECHAZADO

CONTROL DE CALIDAD	
PIEZA	_____
LOTE N°	_____
O.T.	_____
CANTIDAD	_____
FECHA	_____
LUGAR	_____
OBSERVACIONES	_____

INSPECTOR	SOBRESTANTE

ACEPTADO

UNAM		INGENIERIA MECANICA	FACULTAD DE INGENIERIA
Anotaciones: S I N	Escala: S I N	Etiquetas de Aceptación y Rechazo	Dibujo N°: 20
Dibujo: ARMANDO RICO SANCHEZ	Fecha:	TESIS: Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de Cía. de L. y F.	Referencia:

C A P I T U L O 5

ANALISIS ECONOMICO Y

COSTOS UNITARIOS

5.1. ANALISIS ECONOMICO Y COSTOS UNITARIOS.

En este capítulo se realiza un análisis económico entre los costos de fabricación, por lotes de cincuenta postes y los costos del control de calidad del mismo lote.

5.2. COSTO MATERIA PRIMA.

Primeramente se analizarán los costos primos, que incluyen los de la mano de obra directa y materiales.

5.2.1. COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA.

Los costos de mano de obra directa, se obtienen de multiplicar el salario diario por 1.4 (factor que resulta de dividir 7 días de pago entre 5 días laborables) y por el número de días que se emplean en cada operación del proceso. Estos tiempos se indican en el diagrama de Gantt, dibujo No. 27.

ACTIVIDAD - A

	<u>PERSONAL</u>	<u>X</u>	<u>SALARIO</u>	<u>X</u>	<u>NO. DE DIAS</u>	<u>X</u>	<u>1.4</u>	<u>=</u>	<u>T O T A L</u>
1	MEC."A"	X	29,218	X	4.75	X	1.4	=	\$ 194,299.7
2	AYUDANTES	X	21,151	X	4.75	X	1.4	=	\$ 281,308.3

ACTIVIDAD - B

	<u>PERSONAL</u>	<u>X</u>	<u>SALARIO</u>	<u>X</u>	<u>No. DE DIAS</u>	<u>X</u>	<u>1.4 =</u>	<u>T O T A L</u>
1	MEC. "B"	X	25,317	X	3.25	X	1.4 =	\$ 115,192.35
2	AYUDANTE	X	21,151	X	3.25	X	1.4 =	\$ 96,237.05

ACTIVIDAD - C

1	MEC. "A"	X	29,218	X	2.3	X	1.4 =	\$ 94,081.96
2	AYUDANTE	X	21,51	X	2.3	X	1.4 =	\$ 136,212.44

ACTIVIDAD - D

1	MEC. "A"	X	29,218	X	0.12	X	1.4 =	\$ 4908.63
2	AYUDANTE	X	21,151	X	0.12	X	1.4 =	\$ 7,106.74

ACTIVIDAD - E

1	MEC. "B"	X	25,317	X	3.43	X	1.4 =	\$ 121,572.23
1	AYUDANTE	X	21,151	X	3.43	X	1.4 =	\$ 101,567.1

ACTIVIDAD - F

4	MEC. "A"	X	29,218	X	9.6	X	1.4 =	\$ 1,570,759.6
4	AYUDANTE	X	21,151	X	9.6	X	1.4 =	\$ 1,137,077.7

ACTIVIDAD - G

	<u>PERSONAL</u>	X	<u>SALARIO</u>	X	<u>No. DE DIAS</u>	X	<u>1.4 =</u>	<u>TOTAL</u>
1	SOLDADOR "A"	X	29,818	X	12.5	X	1.4 =	\$ 511,315.00
1	AYUDANTE	X	21,151	X	12.5	X	1.4 =	370,142.5

ACTIVIDAD - H

1	MEC. "B"	X	25,317	X	12.5	X	1.4 =	443,047.5
2	AYUDANTES	X	21,151	X	12.5	X	1.4 =	740,285

ACTIVIDAD - I

1	MEC. ESP.	X	33,666	X	12.5	X	1.4 =	589,137.5
2	AYUDANTES	X	21,151	X	12.5	X	1.4 =	740,285

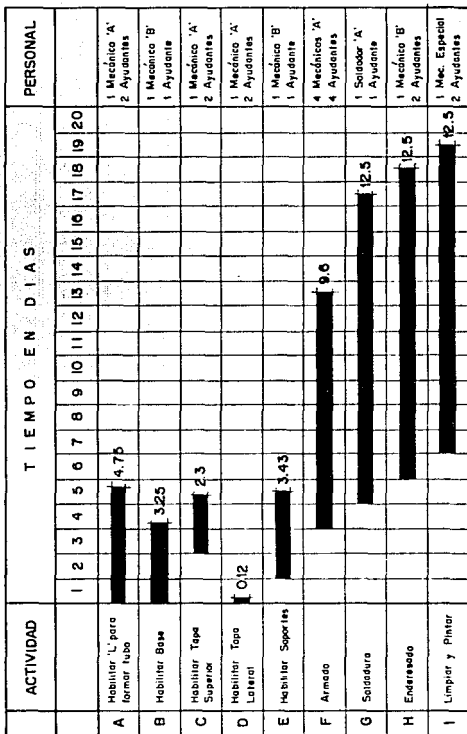
Por lo tanto, el costo de la mano de obra es de:

(Siete Millones doscientos cincuenta y cuatro mil quinientos treinta y seis pesos 30/100). Este costo está considerado al mes de mayo de 1991.

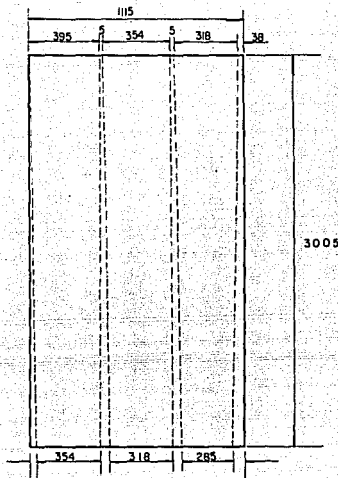
5.2.2. COSTO DE MATERIA PRIMA.

LAMINA

Lamina de acero calibre 10 rolada en caliente, Norma ASTM-A36.



U N A M		INGENIERIA MECANICA		FACULTAD DE INGENIERIA	
Acataciones S I N	Escala: S I N	Diagrama de Gantt del Proceso de Fabricación de Postes Metálicos			Dibujo N°: 27
Dibujó: ARMANDO RICO SANCHEZ	Fecha:	TESIS Anteproyecto del Sistema de Control de Calidad para la fabricación de postes metálicos para alumbrado en instalaciones de C.A. de L. y F.			Referencia:



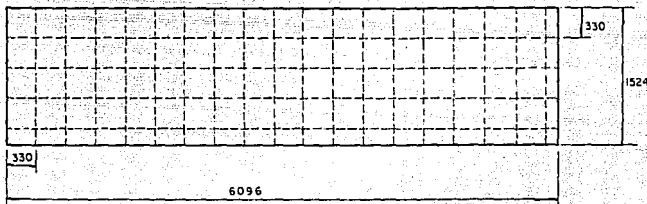
Como se puede observar, de cada hoja de lámina se obtienen 3 eles y con 6 eles se forma un poste. Por lo tanto, se necesitan para cada poste 2 hojas de lámina, con un costo de \$ 176,955.6 cada una. Si hablamos de un lote de 50 postes, necesitamos 100 hojas de lámina, con un costo total de \$ 17,695,560, considerando que el costo de cada kg. es de \$ 1,912.00 (este precio es cotizado a la Compañía de Lus y Fuersa). Este costo está considerado al mes de mayo de 1991.

ANCHO EN M	LARGO EN M	CARACTERISTICAS DE LA LAMINA			COSTO POR KG.
		ESPESOR EN MM.	AREA EN M ²	PESO EN Kg.	
1.120	3.005	3.42	3.37	92.55	\$ 1,912.00

NOTA: Se hace la aclaración que el costo del kg. de lámina es un precio preferencial para la Compañía de Lus y Fuersa de parte de sus proveedores.

PLACA.

Placa de acero rolada en caliente, norma ASTM-A36. De 1" (25.4mm).
de espesor.



Con una placa de estas dimensiones, se producen 72 bases con un costo de \$ 3,107,259.6 cada placa. Para un lote de 50 postes necesitamos una placa con un costo total de \$ 3,107,259.6, considerando que el costo de cada kg. es de \$ 1,679.00 (este precio es cotizado a la Compañía de Luz y Fuerza). Este costo está considerado al mes de mayo de 1991.

CARACTERISTICAS DE LA PLACA

<u>ANCHO</u> <u>EN M</u>	<u>LARGO</u> <u>EN M</u>	<u>ESPESOR</u> <u>EN MM</u>	<u>AREA</u> <u>EN M²</u>	<u>PESO EN</u> <u>KG.</u>	<u>COSTO POR</u> <u>KG.</u>
1.524	6.096	25.4	9.29	1,850.66	\$ 1,679

SOLERA.

*Solera de acero rolada en caliente, Norma ASTM-A36 de 1/4" x 3 1/2"
(6.3 mm x 88.9 mm).*



Con un tiro de este material alcanza para 54 portabrazos con un costo de \$ 88,507.59 cada tiro. Como se necesitan 200 piezas, se utilizaran 4 soleras con un costo total de \$ 348,030.36, considerando que el costo de cada kg. es de \$ 1,627.00 (este precio es cotizado a La Compania de Luz y Fuerza). Este costo está considerado al mes de mayo de 1991.

CARACTERISTICAS DE LA SOLERA

<u>ANCHO</u> <u>EN M</u>	<u>LARGO</u> <u>EN M</u>	<u>ESPESOR</u> <u>EN MM</u>	<u>AREA EN</u> <u>M²</u>	<u>PESO EN</u> <u>KG</u>	<u>COSTO POR</u> <u>KG</u>
0.09	12.0	6.35	1.08	53.17	\$ 1,627

Haciendo un analisis del costo de un poste tenemos:

<u>MATERIAL</u>	<u>AREA EN M²</u>	<u>PESO EN KG.</u>	<u>COSTO EN \$</u>
Lámina	6.74	181.05	353,911.02
Placa	0.109	21.69	36,424.17
Solera	0.078	3.09	6,345.03
T o t a l	6.927	210.69	396,680.67

SOLDADURA.

El consumo de Soldadura por metro lineal para cordones longitudinales y transversales, de acuerdo a muestras efectuadas, es de 170 grs.

DESARROLLO:

Unión base a tubo	4 cordones de 180 mm. = 720 mm.
Soporte luminarios	4 placas de 620 mm. = 2,480 mm.
Uniones transversales	4 cordones de 160 mm. = 640 mm.
	4 cordones de 141 mm. = 564 mm.
	4 cordones de 120 mm. = 480 mm.
Tapa superior	4 cordones de 20 mm. = 80 mm.
	2 cordones longitudinales= de 9,000 c/u <u>1,800 mm.</u> t o t a l = <u>22,964 mm.</u>

22,964 mm. = 22.97 m.

valor aproximado = 23 m.

Para saber el consumo de soldadura, multiplicaremos por = 1 factor utilizado en un metro lineal.

170 grs. x 23 m. = 3,910 kg.

- El costo por kg. de soldadura es de: \$ 4,182.00

$$3.910 \text{ kg.} \times \$ 4,182.00 = \$ 16,351.62$$

- Precio por cada poste: \$ 16,351.62.

Se desea fabricar un lote de 50 postes.

- Tendremos $\$ 16,351.62 \times 50 = \$ 817,581.00$

Por lo tanto los costos primos para un lote de 50 postes es de:

<u>Mano de Obra</u>	<u>Materia Prima</u>	<u>t o t a l</u>
\$ 7,254,536.30	+ \$ 19,834,033.00	+ \$ 817,581.00 = \$ 27,906,150.00

Este costo está considerado al mes de mayo de 1991

5.3. COSTO DEL CONTROL DE CALIDAD.

En lo que se refiere al costo de calidad, tomaremos en consideración el costo de inspección de calidad y la inversión inicial del costo de los instrumentos requeridos para el control de calidad.

5.3.1. COSTO DE LA INSPECCION.

Después de analizar los tiempos de operación de las inspecciones llevadas a cabo desde la recepción del material, durante el proceso y al producto terminado. Al mismo tiempo considerando el costo de hora-inspección a \$ 6,296.12 pesos. Determinaremos que el costo de la inspección de un lote de 50 postes, estará dado por el siguiente desarrollo.

<u>DESCRIPCION DE LA INSPECCION</u>	<u>TIEMPO DE INSPECCION PARA 1 PIEZA</u>	<u>TIEMPO DE INSPECCION PARA 50 POSTES</u>	<u>COSTO</u>
<u>RECIBO DE MATERIAL.</u>			
INSPECCION DE LA DUREZA DE 1 PLACA	4.0 MIN.	4.0 MIN.	\$ 419.74
INSPECCION DE LA DUREZA de 1 SOLERA	4.0 MIN.	4.0 MIN.	419.74
INSPECCION DE LA DUREZA DE 1 LAMINA	4.0 MIN.	80.0 MIN.	8,394.82
INSPECCION DEL ESPESOR LONG. Y ANCHO DE LA PLACA	7.5 MIN.	7.5 MIN.	787.01
INSPECCION DEL ESPESOR Y ANCHO DE LA SOLERA	6.5 MIN.	6.5 MIN.	682.07
INSPECCION DEL ESPESOR LONGITUD Y ANCHO DE LA LAMINA	7.5 MIN.	150.0 MIN.	15,740.30
INSPECCION DEL ESPESOR Y LONGITUD DE UN ELECTRODO	1.0 MIN.	50.0 MIN.	5,246.76
<u>DURANTE EL PROCESO.</u>			
INSPECCION DEL DOBLEZ DE LAMINA	10.0 MIN.	200.0 MIN.	20,987.06
INSPECCION DE DIMENSIONES DE LA VENTANA DE CONEXIONES Y DEL ORIFICIO DE CONEXIONES	2.0 MIN.	4.0 MIN.	419.74
INSPECCION DEL DOBLEZ DE LAS "L" Y ANCHOS DE LOS LADOS	6.0 MIN.	12.0 MIN.	1,259.22
LOCALIZACION DE BARRENOS DE LA BASE CON PLANTILLA	2.5 MIN.	5.0 MIN.	524.67
VERIFICACION DE ROSCA DE PORTABRAZOS DE LUMINARIAS.	2.5 MIN.	10.0 MIN.	1,049.35

<u>DESCRIPCION DE LA INSPECCION</u>	<u>TIEMPO DE INSPECCION PARA 1 PIEZA</u>	<u>TIEMPO DE INSPECCION PARA 50 POSTES</u>	<u>COSTO</u>
INSPECCION DESPUES DE UNIR PZA. 5 EN PZA 1	2.5 MIN.	4.0 MIN.	6,296.12
INSPECCION DESPUES DE SOLDAR UNIONES DE SOPORTES A TUBO	2.5 MIN.	60.0 MIN.	6,296.12
PRODUCTO TERMINADO.			
INSPECCION DE LA RECTITUD DEL POSTE	4.0 MIN.	80.0 MIN.	8,394.82
INSPECCIONAR RESISTENCIA A LA FLEXION	12.0 MIN.	96.0 MIN.	10,073.79
REVISAR CON SUBSTANCIA FLUORESCENTE LA SOLDADURA	3.5 MIN.	70.0 MIN.	7,345.47
MEDIR LONGITUDES Y DIMENSIONES DE CARAS, BASE Y PUNTAS DEL POSTE	2.0 MIN.	40.0 MIN.	3,197.41
INSPECCION DE PINTURA	1.5 MIN.	30.0 MIN.	3,148.06
T O T A L:	85.5 MIN.	969.0 MIN.	\$101,682.27

Por lo tanto el costo de la inspección de la calidad para un lote de 50 postes, es de: \$ 101,682.27 (CIENTO UN MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS -- 27/100 M.N.)

5.3.2. COSTO DE INSTRUMENTOS A UTILIZAR EN EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD.

A continuación se describen los instrumentos a utilizar en el Departamento de Control de Calidad y su costo de cada uno de ellos, teniendo en cuenta que, este costo es una inversión inicial.

<u>APARATO</u>	<u>VIDA UTIL</u>	<u>COSTO</u>	<u>DESCRIPCION MENSUAL</u>
FLEXOMETRO Marca: Stanley Capacidad: 3,000 mm. Presión: 1 mm.	6 MESES	18,500.00	3,083.00
MICROMETRO Marca: Mitutoya Capacidad: 25.4 mm. Precisión: 0.1 mm.	2 AÑOS	367,250.00	15,302.08
DUROMETRO Marca: Wilson Capacidad: 100 rb Precisión: 1 rb Pen de bola: 0.62 mm.	10 AÑOS	20,010,000.00	166,750.00
PRENSA DOBLADORA MECANICA DE CORTINA		Ya se tiene en existencia	
Marca: Cincinnati Precisión: Lám. Cal. # 10 Capacidad: 41 tons. Long. de dobles: 3 mts.			
GONIOMETRO Marca: Mauser Regla: 300 mm. de long. Aproximación: en seg.	3 AÑOS	630,000.00	17,500.00
ESCLEROSCOPIO Marca: Wilson	2 AÑOS	755,000.00	31,458.33
PLANTILLA Ancho: 260 mm. Largo: 260 mm. Espesor: 3.17 mm.	1 AÑO	7,500.00	625.00
CALIBRADOR PARA ROSCA "PASA NO PASA" DE 1/2 UNC 13 HILOS POR PULGADA Marca: Robot	2 AÑOS	320,000.00	13,333.33

CINTA METRICA	2 AÑOS	95,000.00	3,958.33
---------------	--------	-----------	----------

Marca: Stanley
Capacidad: 15 mts.
Precisión: 1 mm.

CARRETE HILO CAÑAMO	1 MES	1,000.00	1,000.00
---------------------	-------	----------	----------

Longitud: 30 mts.
Diámetro: 3/16 (4.7 mm.)

DINAMOMETRO	8 AÑOS	4,550,000.00	47,395.83
-------------	--------	--------------	-----------

Marca: Soheer-turmico
Capacidad: 1,000 kgs.
Precisión: 1 gr.

ESCUADRA METALICA	2 AÑOS	970,000.00	40,416.66
-------------------	--------	------------	-----------

Marca: Starret
Capacidad: 24 pulg. (605 mm.)
Precisión: 1 mm.

MONTACARGAS MECANICO	ya se tiene en existencia		
----------------------	---------------------------	--	--

Marca: Nitehi
Capacidad: 750 kgs.

LIQUIDO PENETRANTE	1 MES	25,000.00	25,000.00
--------------------	-------	-----------	-----------

Penetrante: Dy Chek
Revelador: Dy Chek
Solvente: Turco Kwik-Solu

T O T A L :		<u>\$27,749,250.00</u>	<u>\$365,822.00</u>
-------------	--	------------------------	---------------------

NOTA: Depreciación = $\frac{\text{Costo inicial}}{\text{Vida útil}}$

Los costos del control de calidad, para la producción de lotes de 50 postes es de:

$$\$ 101,682.27 + \$ 800,459.15 = \$ 902,141.42$$

5.3.3. COSTO TOTAL DE PRODUCCION.

Los costos totales de producción, según el Departamento de Contabilidad de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, se calculan de la siguientes manera:

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA =	\$ 7,254,536.03
- Más 98% de beneficios sociales =	7,109,445.05
- Más 16% de administración local =	1,160,725.08
- Más de 10% de administración general, material de consumo, combustibles, transportes =	725,453.63
- Más materiales =	20,651,614.00
COSTO TOTAL DE PRODUCCION PARA LOTES DE 50 POSTES =	36,901,773.00
COSTO TOTAL DE PRODUCCION PARA UN POSTE =	738,035.46

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES.

Después del establecimiento y cálculo de los costos de fabricación, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

$$1. \frac{\text{Costos de Control de Calidad} = \$ 902,141.42}{\text{Costos Totales de Producción} = 36,901,773.00} = 2.44\%$$

La relación entre los costos, derivados del control de calidad y los totales de producción, demuestra que en este renglón la asignación de recursos será relativamente pequeña, con lo cual estamos asegurando la producción de postes con el nivel de calidad establecida en principio, y por consiguiente, la anulación de gastos que pudiesen existir, debido a fallas o defectos representativas de partidas.

2. El precio de venta actual para este tipo de poste en el mercado alcanza la cifra de \$ 1,399,311.05, comparando éste con el que resultaría de su fabricación, en el Taller de Estructuras Tacuba de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, el cual es de \$ 738,035.46, se obtendría un ahorro aproximado del 47%.

3. Cabe hacer notar que la existencia de recursos, tanto materiales, humanos y tecnológicos con que cuenta, se aprovecharán para a su vez mejorar la eficiencia y capacidad de instalación del mencionado Taller: asimismo, se evitará el problema de incumplimiento, tanto en calidad como en la entrega puntual de los postes, por parte de los proveedores, ya que la Gerencia de Contrucción fijaría la política de producción.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD

A.V. Feigenbaum
Cía. Editorial Continental, S.A.
Séptima Impresión en Español, Mayo de 1975

- CONTROL DE CALIDAD ESTADISTICO

Eugene L. Grant
Cía. Editorial Continental, S.A.
Décima Impresión en Español, Enero de 1976

- DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Bresler, Lin y Scalzi
Cía. Editorial Limusa
Primera Impresión en Español, Agosto de 1980

- TECNICAS DE ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION

G. Veldaquez Mastietla, A. Castro Martínez
C. Nolasco Gutiérrez
Cía. Editorial Limusa
Primera Impresión, Abril de 1980

- WELDING HANDBOOK

Arthur L. Philips
Publicado por American Welding Society
Sexta Edición, 1968

- NUEVO REGLAMENTO DE CONSTRUCCION

Cía. Editorial de Libros Económicos, 1978

- ADMINISTRACION Y DIRECCION TECNICA DE LA PRODUCCION

Elwood S. Buffa
Cía. Editorial Limusa, Cuarta Edición 1978

- ALREDEDOR DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS

Heinrich Gerling
Cía. Editorial Reverte, Segunda Edición 1978

- APUNTES DE CONTROL DE CALIDAD

Jorge Meyer González

- PLASTICIDAD

Ing. Antonio López Serratos
Segunda Edición, 1979

- NORMA AMERICANA ASTM. A36-70

Especificación Para Acero Estructural

- ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS PLANOS

Cía. HYLSA, 1980

- PROCESOS DE FABRICACION

Myron L. Begeman y B.H. Amstead
Cía. Editorial Continental., S.A.
Décima Impresión en Español, Noviembre de 1977

- SOLDADURA Y CORTE DE METALES

M. Janapetov
Editorial Mir (Moscu), 1978

- PRUEBAS MECANICAS Y PROPIEDADES DE LOS METALES

V. Zolotarevski
Editorial Mir (Moscu), 1976

- MANUAL DE DIBUJO DE INGENIERIA

Thomas E. French, Charles J. Vierck
Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana
Segunda Edición 1972

- MACHINERY'S HANDBOOK

Erik Oberg, Franklin D. Jones
Industrial Press Inc., Vigésima Edición, 1978

- INFORME DE OPERACION 1981

De La Comisión Federal de Electricidad

- MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

De Prensas Dobladoras Cincinnati

- MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

De Cizallas Cincinnati Serie 14-18

- MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

De Pumpsadoras Hidráulicas W.A. Whitney
Modelos 616-635

- NORMA BRITANICA 1840-1960

Especificación Para Columnas de Acero y
Para Postes de Alumbrado

- SOLDADURA INDIRECTA DE METALES

N.F. Lashkj, S.V. Lashko
Editorial Mir (Moscu) 1979

- SOLDADURA ELECTRICA Y SISTEMAS T.I.G. Y M.I.G.

José María Rivas Arias
Editorial Parañinjo, S.A.

- TECNOLOGIA APLICADA EN LA CAPACITACION DE LA SOLDADURA.

Moises Mercado, León Héctor Pacheco
Catedrático del I.P.N., 1976