

43



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

CAMBIOS EN DISEÑO BASADO EN EL PROCESAMIENTO DE MATERIALES: CASO PRACTICO COPLE DE WATTHORIMETRO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA (AREA MECANICA)

P R E S E N T A N :

**FEDERICO HERNANDEZ SILVA
GUILLERMO JIMENEZ VELEZ**

DIRECTOR DE TESIS: ING. UBALDO EDUARDO MARQUEZ AMADOR



MEXICO, D.F.

285722

NOVIEMBRE 2000



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 esta 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.

DEDICATORIA.

La Tesis, es la culminación de sacrificios y satisfacciones acumulados a través de toda una vida como estudiante; este trabajo con el que finalizan tantos esfuerzos, está dedicado con todo cariño, a mi esposa Ely, que en forma abnegada, aceptó nuestra separación durante infinidad de meses que cayeron del calendario y que parecieron interminables, por esa soledad en la que se encontraba; pero con ternura, me alentó para continuar estudiando hasta la conclusión de mi carrera. Sin su sacrificio, esto no hubiera sido posible.

A nuestros hijos, que durante todos estos años los privé de mi presencia y que para verme, tuvieron que desvelarse en muchas ocasiones para tener el placer de saludarme.

A mis padres, hermanos, familiares, maestros y amigos; que de una u otra forma me brindaron palabras de aliento para seguir adelante.

A todos ellos dedico esta tesis, que es el broche que cierra una etapa de mi vida..., que hoy termina.

FEDERICO HERNANDEZ SILVA.

DEDICATORIA:

Para llegar a la titulación me ha costado mucho trabajo, esfuerzo y desvelos; pero al fin después de varios años he logrado la meta; a mi familia la privé de mi presencia, de paseos y les causé desvelos. En la vida no es fácil tenerlo todo, hay que sacrificar algunas cosas.

Doy gracia a DIOS y a mis padres, que me dieron la vida para estar disfrutando este momento, a mi Papá por haberme enseñado a trabajar; y a su manera, supo guiarme para ser un hombre de provecho. A mi Mamá que supo comprenderme dándome su apoyo para que continuara mis estudios. Fue imposible darles la satisfacción de poner es sus manos mi titulo antes de que dejaran esta vida, pero su recuerdo estará conmigo hasta que deje de latir mi corazón.

A mis hermanos, por haberme dado todas las facilidades para continuar con mis estudios, en especial a mi compadre MAXIMINO (Chimino), por sus palabras de aliento y por todo el apoyo que tuvo a su alcance y me lo proporciono, que para mi fue mucho (me compró mi carro, me dio para casarme, etc.).

A mi esposa RAQUEL MARTINEZ GONZÁLEZ (D.E.P.), tu recuerdo lo llevo conmigo ya que supiste comprenderme y siempre me estimulaste para seguir estudiando la carrera; a tu mamá y tus hermanas, que me alentaban con sus porras.

A mi hija KAREN LIZBETH, que gracias a Dios, su mamá le enseñó buenos principios y al saber que estaba enferma, aceleró su madurez para que nuestra hija, pudiera valerse por sí misma, sin olvidar el cariño y respeto que me ha dado, su papá; yo, correspondiendo, he tratado de ayudarla y apoyarla para que estudie una carrera y pueda ser autosuficiente en el mañana. Reconozco que la he privado de mi compañía por el trabajo y los estudios, pero lo he hecho, con el fin de que salgamos adelante y nada ha sido fácil. Hija te agradezco con todo mi corazón tu ayuda para hacer esta tesis.

Agradezco a mi esposa MA. GUADALUPE MARTÍNEZ JIMÉNEZ, por su ayuda y apoyo para continuar con mis estudios y para elaborar la tesis, en todas esas noches, que parecían tan largas pero que sentimos cortas cuando se terminaba el tiempo para seguir avanzando, para llegar a la titulación; a mi pequeña MAYRA YIRLA, (de nueve meses), te digo que seguiré trabajando para sacarte adelante, haciendo con cariño todos los sacrificios, para tener la satisfacción de verte obtener algún día una profesión, ya que contigo, la vida representa nuevos retos, por que todavía eres muy pequeña.

A todos mis familiares y amigos, que aunque no los menciono, los tengo presentes, por haberme ayudado para obtener mi título de Ingeniero que espero hoy poder mostrarles.

GUILLERMO JIMENEZ VELEZ.

AGRADECIMIENTO:

Nuestro agradecimiento es infinito, en primer lugar a DIOS, por habernos dado la vida necesaria para llegar hasta este momento y ver coronados nuestros esfuerzos, a la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, que nos brindó la oportunidad de ser miembros de su comunidad; a la FACULTAD DE INGENIERIA, que incansablemente abrió las puertas de sus aulas, para que recibiéramos el cúmulo de conocimientos que enriquecieron nuestra inteligencia; a tantos maestros, que con paciencia, cincelaron en nosotros el saber universal del hombre; a los compañeros, con los que compartimos las penurias y angustias en el proceso enseñanza aprendizaje; de manera especial al Ingeniero UBALDO EDUARDO MARQUEZ AMADOR, quien con gentileza extraordinaria, nos orientó con su experiencia para la realización de este trabajo de investigación; a las autoridades de la E. N. P. "MIGUEL E. SCHULTZ" (8), que me dieron su apoyo para la realización de mis estudios; al Ingeniero CARLOS MORENO BUENDIA de la Compañía CUTLER HAMMER MEXICANA, que nos favoreció con sus conocimientos, para tener acceso a la información necesaria para esta tesis; a los trabajadores administrativos de la facultad, que nos proporcionaron las condiciones para hacer agradable la estancia en la escuela; a los sinodales, que nos permitieron comprobar que nuestra presencia en este recinto escolar, no fue en vano. A todos ellos nuestra eterna gratitud.

FEDERICO HERNANDEZ SILVA.

GUILLERMO JIMENEZ VELEZ.

INDICE:

	Página.
CAPITULO 1.	
1.1 Introducción.	1
1.1.1 Objetivo.	2
1.2 Descripción.	3
CAPITULO 2.	
PROCESO DE MATERIALES Y DISEÑOS	
2.1 Introducción.	5
2.2 Catálogo de Procesos y su Influencia en el Diseño.	10
a) fundición.	10
b) moldeado.	11
c) procesos de deformado.	12
d) métodos de polvos.	13
e) métodos especiales.	14
f) maquinados.	15
g) tratamientos térmicos.	16
h) uniones.	17
2.3 Atributos del Proceso y su Selección.	42
2.4 Las Gráficas del Proceso de Selección.	48
Carta de información contenida - Tamaño.	50
Carta de Tamaño - Punto de Fusión.	53
Carta de Dureza - Punto de Fusión.	60
Tolerancia y Acabado Superficial.	61
2.5 Costos de los Procesos.	66
Análisis de Costos.	68
2.6 Combinaciones.	74
2.7 Resumen y Conclusiones.	76
CAPITULO 3.	
CAMBIOS EN DISEÑO BASADOS EN EL PROCESO DE MANUFACTURA	
3.1 Wattímetro o Contador de Vatios - Hora.	78
3.2 Características del Wattímetro.	78
3.3 Materiales.	79
Baquelita.	80
Aceros.	82
Cobre.	83
Aluminio y sus Aleaciones.	85

Duraluminio.	86
Catálogo de partes.	88
Planos de piezas.	92
3.4 Proceso de Manufactura.	117
3.5 Propuesta ventajas y desventajas.	127
a) Ventajas.	127
b) Desventajas.	129

CAPITULO 4.

PROPUESTA METODOLOGICA.

Cambio en Diseño Basado en el Procesamiento del Watthorimetro.	
4.1 Necesidades de Reducción de Costos.	131
4.2 Norma de Control de Calidad para la Fabricación de gabinetes para:	
Equipos Eléctricos de Control.	133
Pruebas de calidad.	135
4.3 Normas de Aceptación del Producto.	138
Reportes de pruebas.	139
4.4 Tablas Comparativas en la Reducción de Costos.	143

CAPITULO 5.

RESULTADOS.	147
-------------	-----

CAPITULO 6.

CONCLUSIONES.	149
---------------	-----

Bibliografía.	151
---------------	-----

CAPITULO 1

1.1.- INTRODUCCION.

Junto con la aparición del hombre sobre la tierra, aparecen sus necesidades y para cada una de ellas, se ha dado a la tarea de encontrar satisfactores que le permitan mejorar su calidad de vida, para ello demanda características determinadas acordes al uso para el que se destinarán. A través de la historia se han diseñado un sin número de procesos para la elaboración de productos y para mejorarlos, se realizan constantemente muchas investigaciones que implican cambios en ellos; ante este panorama, surge una diversidad de disciplinas que permiten de manera específica descubrir los conocimientos Tecnológicos cuya finalidad consiste en superar, tanto en cantidad como en calidad, los satisfactores que de acuerdo a la demanda lleguen continuamente a un mayor número de seres humanos.

Una de las disciplinas que le ha permitido tener lo necesario para un mejor tipo de vida, es la Ingeniería que se apoya en la tecnología y la experiencia que a través del tiempo va adquiriendo, para que pueda hacer constantemente modificaciones (debido a la investigación a que se somete), para mejorar la calidad, superar la cantidad y reducir los costos de los productos para que cada vez mas personas los tengan a su alcance.

L1.1 Objetivo. Esta tesis se basa en estudios, propuestas e investigaciones realizadas para hacer un cambio en los materiales y el procesamiento de una base para un wattorímetro trifásico, que minimicen su costo sin afectar la calidad del producto y se encuentre al alcance de los usuarios. Además para que la empresa que la fabrica pueda competir en el mercado con un precio bajo, con otras empresas que se dedican a su elaboración y de esta manera mantener fuentes de trabajo que propicien derrama económica entre la población, manteniendo la calidad, incrementando la producción y sobre todo garantizando que no habrá fallas en el manejo de la energía eléctrica, que es para lo que se destina dicha base que ya se hizo.

1.2.- DESCRIPCION.

En el segundo capítulo se abordan los temas que de manera general ilustran sobre la selección de materiales y su procesamiento tomando en cuenta su resistencia eléctrica, precio en el mercado de acuerdo a la abundancia con la que se encuentran en la naturaleza, costos de procesamiento, fabricación durabilidad y demanda.

En este capítulo igualmente se presenta una gama extensa de procesos para los materiales tomando en consideración los atributos que debe reunir el producto final, indicando cuales de estos atributos incrementan su costo, definiendo de acuerdo al uso al que se va a someter dicho producto, el acabado final que requieren determinados atributos y se especifican los procesos mas adecuados.

En el tercer capítulo se habla ya del producto específico (la base para el wattthorimetro), características del aparato, las distintas piezas que la constituyen, el proceso al que se somete cada una de ellas, costos de operación, rutas críticas, diagramas de flujo, esquemas de colocación de cada una de las piezas con sus dimensiones a escala, en las ilustraciones presentadas y se muestra la base con el acabado final.

En el cuarto capítulo, se especifica el proceso del estudio para reducir los costos de las piezas, las decisiones que es indispensable tomar para que esto suceda y las razones de ellas, además se mencionan las normas que por ley debe cumplir el producto, así como las normas propias de la empresa, se incluyen las medidas de las piezas y las pruebas de calidad a las que se someten estas, evaluando los resultados económicos que se obtienen.

En el quinto capítulo, se presenta la evaluación de los resultados económicos esperados por el proceso, al realizar el cambio de materiales en el cople y la sustitución de las zapatas de tierra, donde se fundamentan los medios, que permiten utilizar de manera más eficiente, los recursos que la ingeniería pone a nuestro alcance.

El sexto capítulo es de conclusiones, en el se expresa la importancia de la ingeniería y su desarrollo sistemático para implementar nuevas técnicas, que permitan mantener la calidad de los productos cuando dichos procesos se aplican de la manera mas adecuada, reduciendo costos de operación, sin afectar la calidad, ni el uso para el que se destinan.

CAPITULO 2

PROCESO DE MATERIALES Y DISEÑO

2.1. INTRODUCCION

Los materiales, su geometría y los procesos están fuertemente ligados (figura 1). Las propiedades de los materiales y formas dictarán la selección de los procesos. Los materiales dúctiles pueden ser forjados, laminados o estirados, y aquellos que son frágiles o quebradizos deben de ser formados por otros procesos. Los materiales que se funden a moderadas o bajas temperaturas pueden ser vaciados ya que no se pueden hacer por otro proceso.

Las formas delgadas pueden hacerse por rodillos o por estirado; pero no pueden ser fundidas. Es posible obtener una alta precisión por maquinado; pero no por forjado y son procesos que afectan a las propiedades. La laminación y forjado cambian la textura de los materiales, alinean las direcciones del grano y en estos con frecuencia se incrementa la resistencia. Los materiales compuestos pueden adquirir sus propiedades durante el procesamiento por un control del reforzamiento de láminas o por reforzamiento con las fibras. Para ellos las interacciones entre función, material, forma y procesos son particularmente fuertes.

La selección de un proceso es muy difícil por la gran variedad de métodos para dar forma, uniones y los acabados; algunos textos sobre el tema rápidamente se vuelven obsoletos, dentro de un catálogo interminable de trivialidades dejando a los lectores sin un marco de referencia o metodología para seleccionar el proceso.

Ultimamente, la selección de un proceso, como la selección de materiales, es cuestión de encontrar la mejor relación entre un grupo de atributos (de los procesos) y los requerimientos de diseño. El procedimiento para el proceso de selección de este tema identifica procesos prometedores utilizando las cartas de selección de proceso. Estos son diagramas con atributos de procesos como ejes; tamaño, forma, complejidad, precisión, rugosidad superficial y otros. Cada proceso (fundición en arena por ejemplo) ocupa una área característica de la carta. El diseño demanda ciertos valores de los atributos: un tamaño, una forma, una precisión y así sucesivamente. Este define un sector de la carta, aislando un subgrupo de procesos. Aplicaciones sucesivas de diversas cartas similares apuntan a la elección de una lista corta de procesos viables. El procedimiento es resumido en la figura 2.

Debe decirse que el resultado de este método es menos elegante y exitoso, que el de la selección de materiales. Esto es debido parcialmente porque los atributos de los procesos son menos específicos que las propiedades de los materiales y también debido a que hay un poco de traslape entre los procesos, resultando que hay muchas formas, alternativas de hacer formas comunes con materiales comunes. Pero esto funciona, como en el procedimiento de la selección de materiales se integra de una forma fácil y transparente con ingeniería asistida por computadora, ingeniería concurrente y por métodos de diseño.

Como en otros aspectos de diseño el proceso de selección es un proceso iterativo. La primera iteración da uno o más procesos. El diseñador debe entonces repensar para adoptarlo tanto como le sea posible para facilitar al fabricante la secuencia del proceso. La selección final requiere una comparación de los costos finales y esto a su vez nuestra información acerca del material, acabado, tamaño del lote y disponibilidad (figura 2). Los detalles finos de cada proceso; son del dominio del ingeniero de procesos; los describiremos brevemente, utilizando las cartas del proceso de selección (que se muestran mas adelante), para capturar las características esenciales.

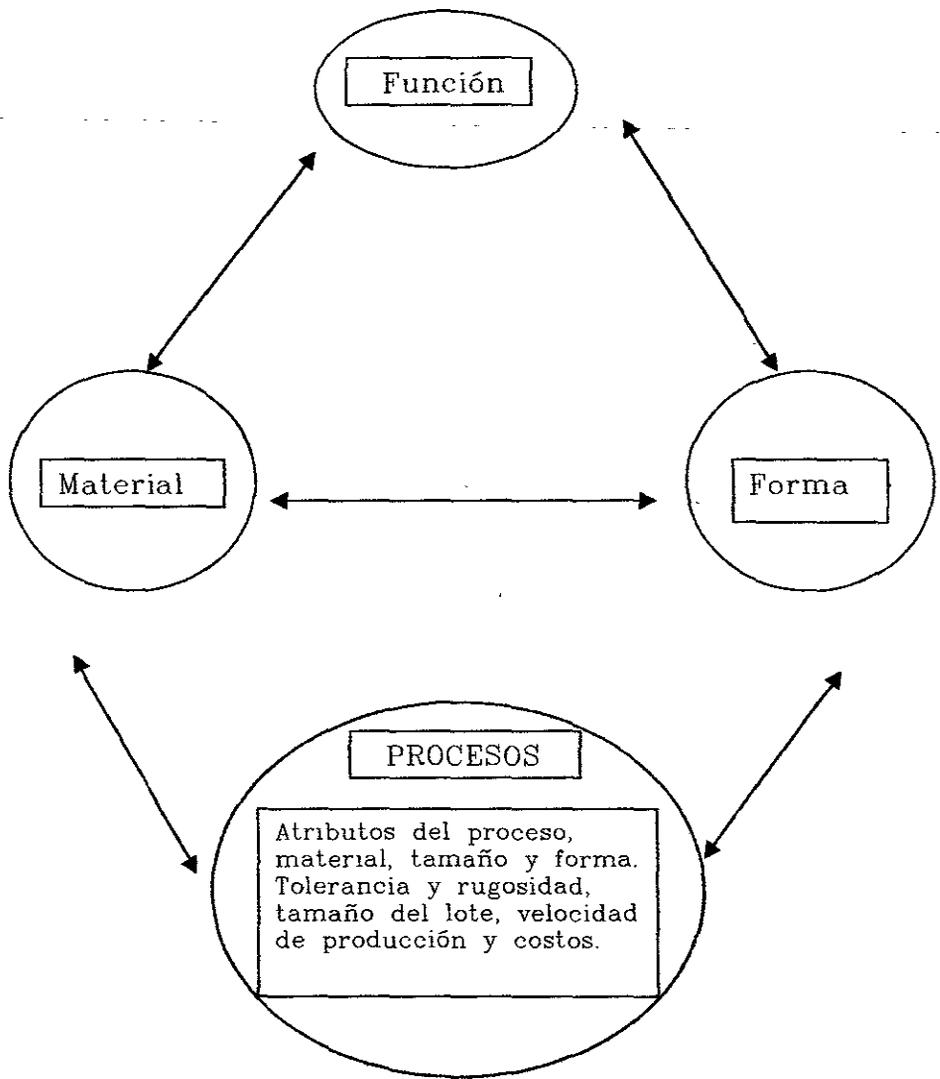


Fig. 1. Selección de proceso dependiendo del material y forma. "Los atributos del proceso" son utilizados como criterio de selección.

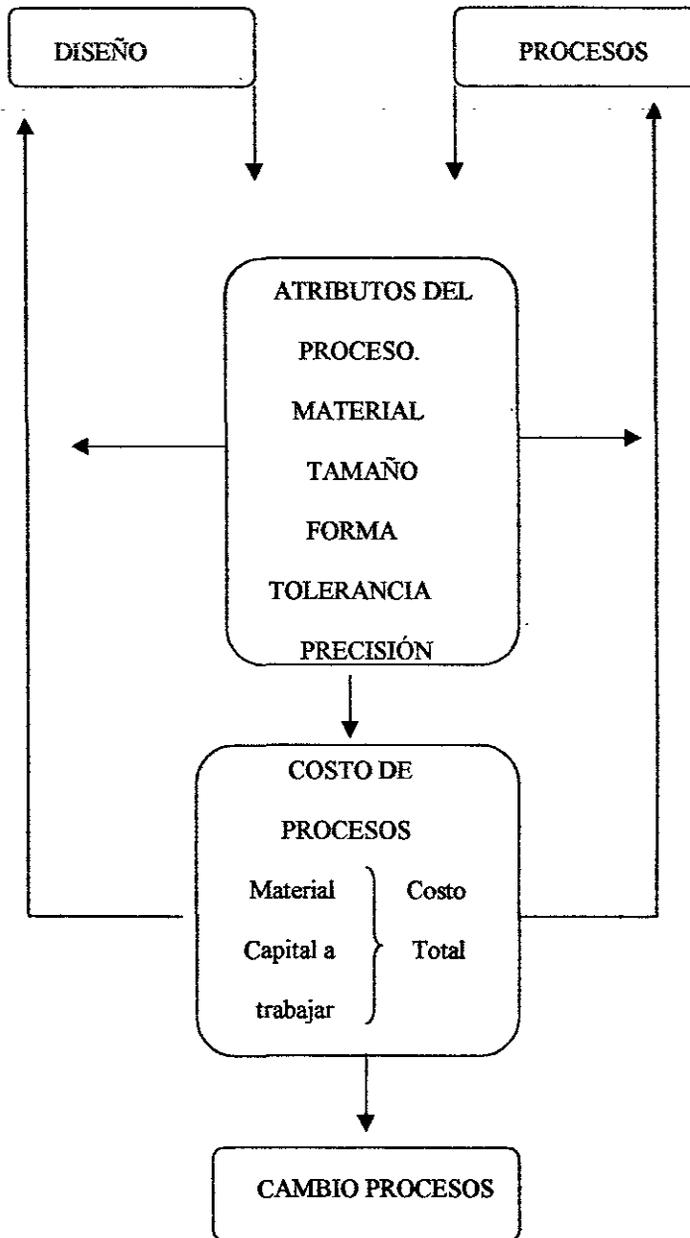


Fig. 2. Selección de procesos en diseño. Una lista corta es identificada a través del análisis de atributos de procesos. El cambio final requiere comparación con el costo final

2.2 CATALOGO DE PROCESOS Y SU INFLUENCIA EN EL DISEÑO.

Ahora veremos el inevitable catálogo de procesos de manufactura. Deberá tratarse tan conciso como sea posible, detalles del proceso deberán encontrarse en libros especializados.

El gran número de procesos usados en la manufactura se pueden clasificar bajo los nueve encabezados mostrados, (figura 3). La primera línea lista los cinco procesos de formado primario; fundición, moldeado, deformación, métodos de polvos y métodos especiales. Debajo de estos, están los métodos de formado secundarios, conocidos colectivamente como “maquinado” que a continuación se listan en forma sucesiva y son: los tratamientos térmicos, uniones y acabados.

a) En fundición, un material líquido es vaciado dentro de un molde, donde éste se solidifica por enfriamiento (en el caso los metales) o por reacciones termofijas. La fundición se distingue del moldeo por la baja viscosidad del líquido: el molde es llenado por el flujo debido a su propio peso (vaciado por gravedad) (figura 4), o se aplica una pequeña presión (vaciado por centrifugado y fundición a presión) (figura 5).

El moldeado en arena para pocas piezas es barato; por su gran facilidad para formarlos; pero moldes metálicos para grandes lotes pueden ser costosos, entre estos extremos hay una variedad de otros métodos de vaciado: a la cáscara, revestimiento, moldes de yeso y así sucesivamente. Las piezas fundidas deben ser diseñadas para facilitar

el flujo del material en estado líquido en todas las partes de la cavidad del molde y para la solidificación progresiva y que no atrape aire el líquido en una cáscara sólida provocando cavidades por contracción.

Cuando sea posible, los espesores de las secciones se harán uniformes (los espesores en las secciones contiguas no deberán diferir por más de un factor de dos). Las formas son diseñadas de tal manera que el patrón y la pieza fundida puedan ser removidas del molde. Las formas con cavidades son evitadas por que producen "gotas calientes" (una fractura por termofluencia), tanto como el sólido se enfría y se contrae. Las tolerancias y acabado superficial de una fundición varía desde muy pobre para una fundición en arena barata, a una precisión excelente en fundición en molde metálico; se cuantificarán más adelante.

b) El moldeado es un tipo de fundición adaptado para fluidos de alta viscosidad como: termoplásticos y vidrios, el material caliente y viscoso es prensado (figura 6) o inyectado (figuras 7 y 8), en un molde al aplicar una presión considerable, donde este se enfría y solidifica. El molde debe de ser resistente: al cambio constante de temperaturas, aplicaciones de presión y al desgaste que se genera al separar y remover las piezas y por lo tanto es caro. Pueden moldearse piezas muy complejas; pero se invierte mucho en la complejidad del molde y en los mecanismos para separar la pieza.

El moldeo por soplado (figura 9) usa un gas a presión para expandir un polímero o una hoja de vidrio dentro de un molde partido en dos. Este es un proceso rápido y de bajo costo, conveniente para la producción en masa de piezas baratas (como botellas de leche).

c) Los procesos de deformación (figuras 10, 11 y 12) puede realizarse en caliente, tibio o frío, la extrusión, forjado en caliente y rolado en caliente ($T > 0.55 T_m$) (donde T = Temperatura y T_m = Temperatura del material) tienen mucho en común con el moldeo, aunque el material está realmente en estado sólido y no es un líquido viscoso.

Las altas temperaturas disminuyen la resistencia a la cedencia y simultáneamente permiten la recristalización, ambos fenómenos disminuyen la presión de formado. Cuando el trabajo es en tibio ($0.35 T_m < T < 0.55 T_m$), permite la recuperación; pero no la recristalización. En el forjado, rolado y estirado en frío ($T < 0.35 T_m$), se aprovecha el endurecimiento por trabajo, para incrementar la resistencia del producto final; pero se tiene como consecuencia altas presiones de formado.

Las piezas forjadas están diseñadas para evitar un cambio brusco en el espesor y pequeños radios de curvatura. Ambas características requieren grandes deformaciones locales, que pueden causar en el material desgarres o pliegues.

La forja en caliente nos permite grandes cambios de forma en los materiales; pero generalmente, da un pobre acabado superficial y grandes tolerancias debido a la oxidación y formación de cáscaras. El forjado en frío proporciona una mayor precisión y acabado;

pero las presiones de forjado son más altas y las deformaciones están limitadas por el endurecimiento por trabajo.

El formado de hojas de metal (lámina) involucra: el punzonado, doblado y estirado (figura 13), los agujeros no pueden ser punzonados a un diámetro menor que el espesor de la lámina u hoja. El radio mínimo al cual una hoja se puede doblar, esto es su formabilidad, está expresado a veces en múltiplos de los espesores de la hoja ("t") o sea un valor de uno es bueno, uno de cuatro es un promedio, esto nos indica que el radio ideal está entre un espesor y cuatro espesores. Los radios se hacen tan grandes como sea posible pero nunca menores que "t". La formabilidad, también determina la cantidad de la hoja de lámina, que puede ser estirada o embutida sin formar cuellos o fracturas.

El diagrama del límite de formabilidad nos da información más precisa. Este diagrama muestra la combinación de las deformaciones principales en el plano de la hoja, las cuales puede causar fracturas. La pieza es diseñada así de tal manera, que las deformaciones no excederán este límite.

d) En los métodos de Polvos, se crean las formas por medio de presión en un dado, después las finas partículas se sinterizan. El polvo puede ser prensado en frío y posteriormente sinterizado (calentando arriba de $0.8 T_m$, da un mejor enlace), puede ser prensado en un dado en caliente (presionando el dado) o conteniendo una delgada preforma, esto puede ser calentado bajo una presión hidrostática (presión isostática caliente), (figura 14).

Los metales y cerámicos que son de alta temperatura de fusión y muy duros para deformar, pueden ser fabricados en polvos (por métodos químicos), y de esta manera son formados; pero el proceso no está limitado a materiales “difíciles”, casi siempre los materiales pueden ser formados al ser sometidos a este método, como un polvo, prensado y calentado.

El polvo prensado, es muy utilizado para pequeñas piezas metálicas; como engranes y cojinetes, usados en carros y maquinaria en general en casi todos los cerámicos en ingeniería. Este método es económico para fabricar piezas de materiales que no pueden ser fundidos, conformados o maquinados, esto nos puede dar un producto que requiera poco o ningún acabado. Puesto que la presión no es transmitida uniformemente a través de la cama de polvos, la longitud del dado prensador de polvos, no deberá exceder de 2.5 veces su diámetro, la sección deberá ser aproximadamente uniforme porque el polvo no podrá fluir fácilmente en las esquinas redondeadas. La pieza deberá ser simple y de fácil extracción del dado.

e) Los métodos especiales incluyen técnicas, que nos permiten que una pieza se construya de átomo por átomo, como el electroformado, deposición química y física de vapor, además en ellos también se introducen varias técnicas de formado por spray, en las cuales el material fundido por calentamiento directo o por inyección en forma de plasma, es rociado en un molde (figura 15), estos procesos por sí mismos, dan un bajo número en la producción de piezas pequeñas hechas con materiales difíciles, comparados en la fabricación por otros procesos convencionales. Las técnicas de fabricación con materiales

compuestos, son incluidas en este grupo de procesos. Grandes volúmenes de componentes son elaborados con filamentos enrollados (figura 16) o para recubrir materiales preimpregnados de carbono vidrio o fibra KEVLAR (impregnada) para lograr el espesor requerido, la presión y el curado.

Partes del proceso pueden ser automatizadas; pero siguen siendo de baja producción y si el componente es crítico, se pueden necesitar costosas pruebas de ultrasonido para confirmar su integridad. Así los métodos de recubrimiento son mejores de adaptar a un pequeño número de componentes de alto desempeño y sobre medida. Muchos componentes convencionales (protecciones para autos, raquetas de tenis) se hacen de un tejido de fibras a presión y calentando una pasta o resina que las contiene en un molde, el moldeado por inyección a menudo consiste en una mezcla que fluye dentro de un dado como se muestra en las (figuras 6, 7 y 8) el patrón de flujo es crítico en la alineación de las fibras, así que el diseñador debe trabajar muy cerca con el fabricante para explotar las propiedades totales del compuesto.

f) Maquinados: casi todos los componentes en ingeniería se hacen ya sea de metal, polímeros o cerámicos y son sometidos a cierto tipo de maquinado (figura 17) o esmerilado (un tipo de micro maquinado) como se muestra en la (figura 18), en la etapa final de su manufactura. Los diseñadores, para hacer esto posible, deben tener cuidado e idear alguna forma fácil de sujeción guardando un alto grado en la simetría, las formas simétricas necesitan menos operaciones. Los metales son diferentes al ser maquinados, una medida de la facilidad, es la formación de rebaba, la habilidad para dar una superficie lisa y para

brindar una vida económica a la herramienta (evaluada en una prueba estándar). Pobre maquinabilidad significa altos costos. Muchos polímeros se maquinan fácilmente y pueden ser pulidos con alto acabado, pero debido a su bajo módulo de elasticidad se pueden flexionar durante las operaciones de maquinado limitando sus tolerancias. Los cerámicos pueden ser esmerilados y pulidos con alta tolerancia y acabado. Hay muchas técnicas de maquinados especiales con aplicaciones particulares, en ellas se incluyen la electroerosión, máquina de chispa, corte por ultrasonido, fresado químico, corte por chorro de agua, chorro de arena, rayo de electrones y rayo láser.

Las operaciones de maquinado son frecuentemente operaciones de acabado, esto determina de éstas el acabado y tolerancia, un buen acabado y alta tolerancia, significa altos costos, cualquier especificación excesiva en estas dos características es un error.

g) Tratamientos térmicos: Son una parte necesaria en el proceso de muchos materiales. La dureza por envejecimiento de aleaciones: de aluminio, titanio y níquel, deben su resistencia a un tratamiento térmico controlado producido con precipitación: templar, a alta temperatura seguida por envejecimiento, a una más baja. La dureza y tenacidad de los aceros son controladas en una forma similar: el templado a la temperatura de "Austenización" (alrededor de 800°C) y revenido.

El templado es un procedimiento severo; la contracción térmica puede crear enormes esfuerzos que producen grandes distorsiones o grietas al componente. Las tensiones son causadas por una distribución no uniforme de temperaturas, esto en consecuencia está relacionado con la geometría del componente. Para evitar daños por

tensiones, la sección deberá ser tan uniforme como sea posible, así mismo, que la velocidad de enfriamiento caiga dentro de los criterios requeridos para un exitoso tratamiento térmico. La concentración de tensiones debe ser evitada, ellas son usualmente el origen de agrietamientos en el temple. A los materiales que van hacer moldeados o deformados, se le deben quitar las tensiones internas que pueden ser removidas parcialmente por recocido o alivio de esfuerzos.

h) uniones: las juntas remachadas son uniones permanentes realizadas mediante remaches o roblones que se emplean en construcciones de acero, en la fabricación de vehículos de transporte, ascensores y grúas donde se requieren uniones fuertes. También se emplean en la fabricación de recipientes para gases y líquidos, en la fabricación de calderas de vapor y recipientes a presión donde la resistencia es indispensable.

Es importante hacer notar, que dado el acelerado desarrollo de los procesos de soldadura, están siendo desplazadas las juntas remachadas por uniones soldadas, básicamente por la economía de materiales y la velocidad de producción.

La forma de la cabeza del remache se elige, de acuerdo con la aplicación de la junta remachada. La cabeza de cierre se hace por el recalado del exceso del vástago y su forma se elegirá, de acuerdo a la aplicación de la junta (figura 19). Fundamentalmente el remache y la pieza tienen que ser dentro de lo posible del mismo material, para evitar la corrosión por contacto. Los principales tipos de juntas remachadas, en donde el remache básicamente

esta sometido a esfuerzos de corte, las uniones de doble cortadura, soportan el doble de carga que las de simple cortadura.

Los remaches especiales se fabrican de materiales altamente plásticos y sus formas obedecen al gran número de aplicaciones específicas.

Remaches huecos: son vainas cilíndricas que se obtienen o bien por estirado o por arrollamiento de lámina de embutición, poseen un extremo liso y el otro, se rebordea al remacharlo con la herramienta adecuada.

Uniones mediante adhesivos: este tipo de uniones conocidas generalmente como uniones mediante pegamento, se pueden realizar casi en todas las piezas metálicas y no metálicas. Los principales pegamentos empleados se fabrican a partir de materiales sintéticos endurecibles como pegamentos para metales pesados y ligeros, entre ellos se presentan: la resina fenólica, la resina epóxica, la resina poliéster, el poliéster-epóxico-resina y la resina de poliuretano. Las principales clases de pegamentos son: de resinas epóxicas y de poliuretanos; con ellos se obtienen las uniones más resistentes, para disminuir la fragilidad se añaden a las resinas sintéticas, materiales termoplásticos.

El endurecimiento se inicia mediante calentamiento (pegamentos en caliente), mediante mezcla con un endurecedor o catalizador (pegamento en frío), o también mediante mezclas con un acelerador y además con aportación de calor (pegamento en frío y calor).

La unión con pegamento se realiza normalmente en las siguientes etapas: desengrasado de las superficies a pegar, aplicación del pegamento, acoplamiento de las piezas, y endurecimiento del pegamento. Las capas de grasa, aceite, suciedad y óxido, disminuyen la adherencia del pegamento sobre la superficie metálica, por lo que deben ser previamente eliminadas. Los pegamentos a bases de resinas fenólicas son más sensibles a la grasa y al aceite que los de resina epóxica.

Para que la unión pegada resulte buena, las superficies de pegamento no deben ser demasiado pequeñas, la adherencia entre el metal y el pegamento, es generalmente mayor que la cohesión de las moléculas del pegamento. Las uniones que se llevan a cabo por este procedimiento son resistentes al aceite, resina y agua, además resistente a la acción de los ácidos y bases diluidas, son estables a temperaturas entre menos 25°C hasta 100°C.

La resistencia de la unión no depende solamente de la magnitud de la superficie pegada, de la preparación de las superficies y del espesor de la capa, sino también del modo de ser aplicada, la mayor resistencia se obtiene cuando la unión trabaja a esfuerzo cortante.

Uniones prensadas o forzadas: éstas se realizan aprovechando las propiedades de contracción o dilatación de los metales al disminuir o elevar su temperatura, generalmente estas uniones se hacen con la idea de no desmontarlas nunca, por esta razón se consideran dentro del grupo de uniones permanentes. En este tipo de uniones existen siempre antes del acoplamiento de las piezas una sobre medida, de la magnitud de esta sobre medida

depende la fuerza de adherencia. En ellas, se distinguen dos tipos de ajuste, el ajuste prensado longitudinal y el ajuste prensado transversal. El ajuste prensado longitudinal se forma en piezas redondas mediante la compresión en frío entre el árbol y el taladro en dirección axial, es decir a lo largo de las generatrices rectilíneas. El ajuste prensado transversal se tiene cuando se introduce el árbol en el agujero sin ejercer esfuerzo, la fuerza de adherencia se obtiene en este caso, ya sea por encogimiento de la pieza exterior calentada antes de proceder al acoplamiento (ajuste por contracción), o bien por la dilatación de la fuerza interior, enfriada previamente a su introducción en el agujero (ajuste por dilatación).

Uniones mediante tornillos: la unión de dos elementos mediante un tornillo, es el procedimiento más empleado en la construcción de máquinas y piezas que puedan soltarse o desmontarse, para tal operación pueden estar dotadas de agujeros pasantes y así unirse mediante tornillos y tuercas o se puede hacer cuerda en el interior de los agujeros en una las piezas, para introducir los tornillos que las sujeten.

Tipos de tornillos: Existe una enorme variedad de tornillos y se clasifican de la siguiente manera: atendiendo a su aplicación específica, resistencia, tipo de rosca, etc. y con respecto a su fabricación se hacen básicamente por dos métodos: tornillos maquinados y tornillos forjados en estampa. A continuación se mencionan los principales tipos de tornillos.

Tornillo hexagonal, tornillo tipo allen, tornillo cuadrado con collarín, tornillo cabeza avellanada, plana, de gota, tornillo cabeza tipo hongo con cuello cuadrado, tornillo prisionero y tornillo autorroscante.

Uniones con lenguetas: Las lenguetas no producen ninguna fuerza de compresión por que no ejercen acción de cuña, se trata de una simple unión de arrastre, el aseguramiento contra el desplazamiento longitudinal entre cubo y eje se realiza mediante tornillos, anillos de ajuste, clavijas o discos de enchufe.

Existe un tipo de elemento de unión conocido como retén de anillo, que se emplea con gran éxito en la industria automotriz, aeronáutica y electrónica, por su economía y facilidad de instalación.

Uniones por medio de punteado con máquina de alta frecuencia, pueden ser puntos o secciones: actualmente este procedimiento es muy utilizado en la industria para piezas de lámina y debido a que no se utiliza material de aporte deja un buen acabado, además de que los puntos de unión tienen gran resistencia, es muy rápido y sencillo de utilizar, normalmente lo encontramos en la unión de láminas delgadas. Se pueden puntear láminas de mayor espesor, pero esto sucede rara vez, ya en este caso es mejor utilizar la soldadura.

Uniones por soldadura (figura 20): se conoce con este nombre, al proceso de unir en forma permanente, mediante calor, dos o más piezas o partes de estas por sus bordes,

para formar un conjunto o una sola pieza, se conocen varios tipos y a continuación describimos brevemente algunas de ellas.

Soldadura con aporte o de arco por ultrasonido: este tipo de unión es muy utilizado dentro de la industria para piezas de plástico, para ello es necesario realizar un buen diseño, siguiendo una serie de técnicas y procedimientos para moldearlas y para unir las se requieren equipos especiales (equipos de ultrasonido).

Soldadura por fusión: conocemos dos tipos de soldadura por fusión; con flama y de arco eléctrico.

En la soldadura con flama se emplea el calor producto de la combustión de los gases, para elevar la temperatura de los materiales a unir hasta su punto de fusión, este proceso se puede hacer por ejemplo, con oxígeno y acetileno y se le conoce como soldadura oxiacetilénica.

Arco eléctrico: se denomina arco voltaico o arco eléctrico, al efecto que se produce cuando se encuentran muy cerca, casi tocándose, dos conductores de una línea eléctrica y entre ellos salta una chispa. Si esta chispa se mantiene en forma continua entre dos piezas metálicas (llamadas electrodos), la temperatura que se produce puede ser tan elevada que puede fundir fácilmente los materiales, incluso al acero. Una de las partes (varilla de metal) por la que fluye la corriente y se funde, pasando a formar parte de la pieza, recibe el nombre de electrodo y a todo el proceso se le conoce como soldadura eléctrica por arco.

Cuando se utiliza revestimiento o recubrimiento (pasta) en el electrodo, la soldadura se llama con arco protegido y al material que pasa a formar parte de la pieza, se le denomina “metal de aportación o metal de aporte”.

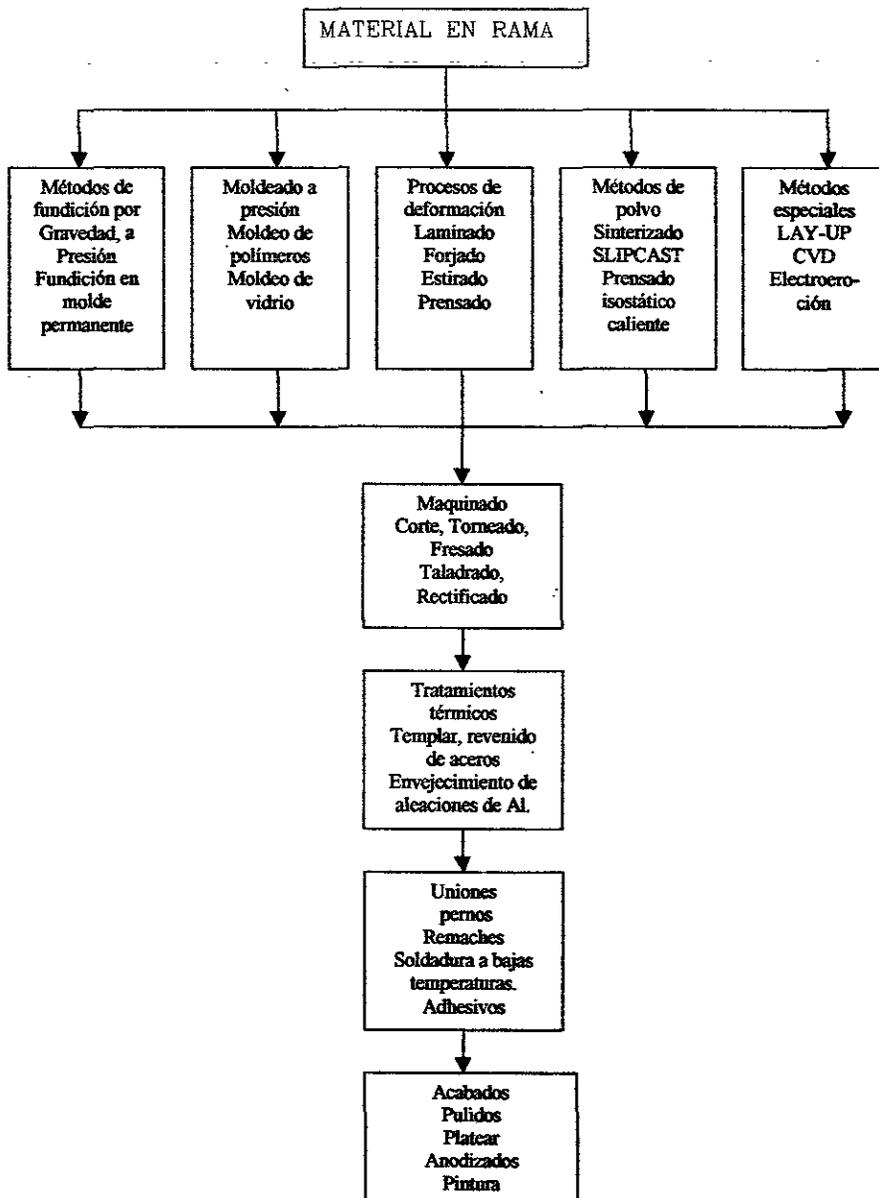


Fig. 3. Las nueve clases de procesos. La primera fila contiene los procesos de formados primarios la columna de abajo son los procesos secundarios de formado, procesos de uniones y acabado.

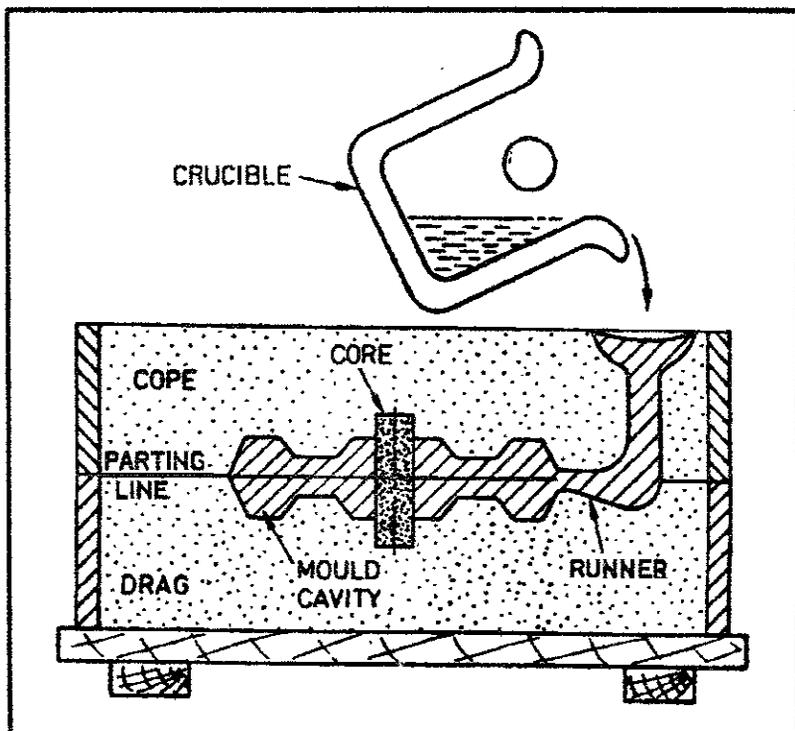


FIG. 4 Fundición en arena. Un metal liquido es vertido dentro de un molde de arena de dos partes. (Tomada de la referencia [1]).

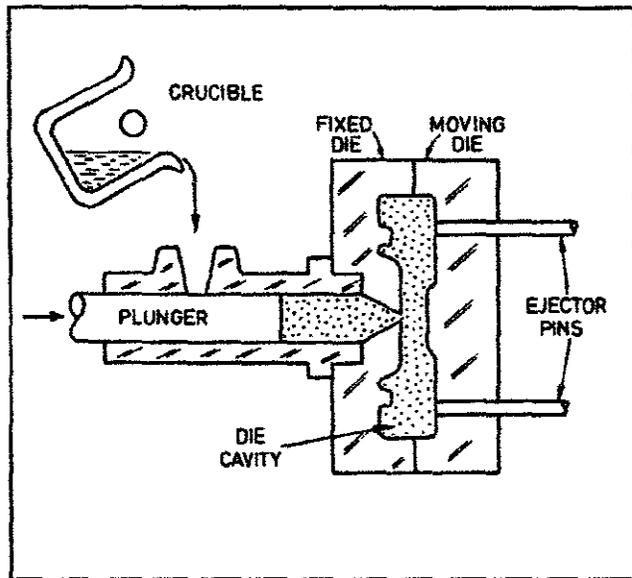


FIG. 5 Fundición a presión. El líquido es forzado bajo presión dentro de un molde de metal en dos partes (Tomada de la referencia [1]).

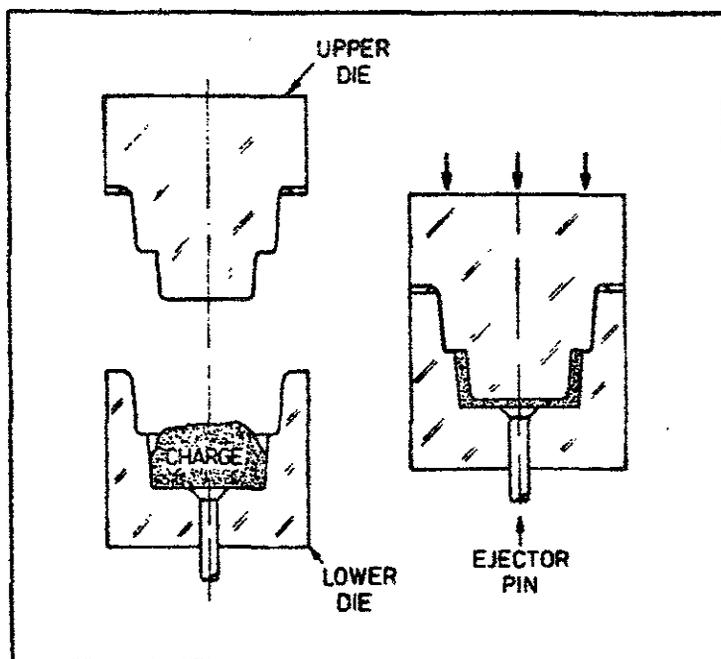


FIG.6. Moldeado. una pasta caliente de polimero o vidrio es prensada entre las dos formas del dado
(Tomada de la referencia [1]).

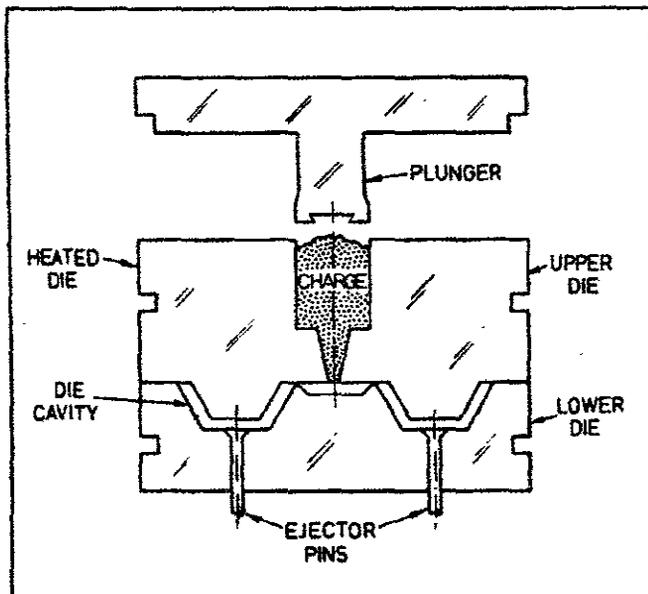


FIG. 7 Moldeado por transferencia. Una pasta de polímero o vidrio en un molde caliente es forzado dentro de la cavidad del molde por un pistón. (Tomada de la referencia [1])

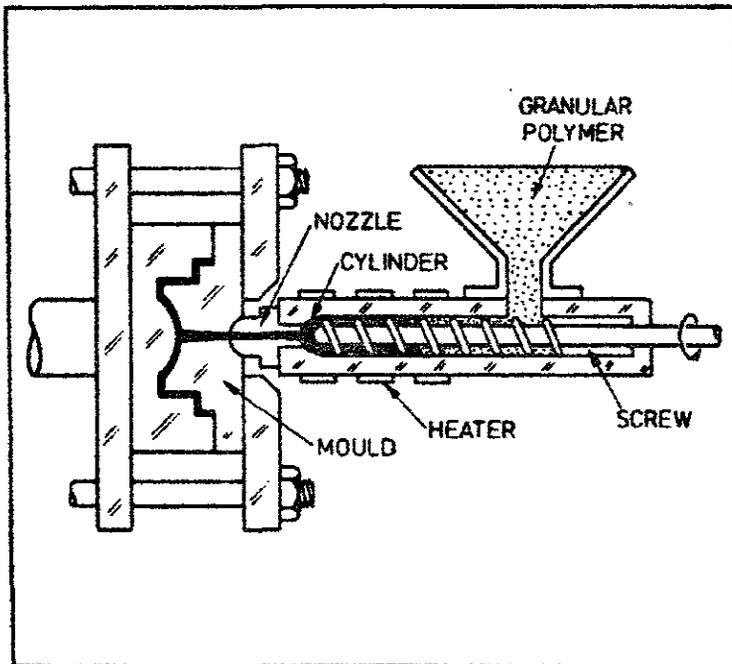


FIG. 8 Moldeo por inyección. Un polímero granular (o llenado de polímero) es calentado, comprimido y cortado por un tornillo alimentador forzándolo hacia adentro de la cavidad del molde. (Tomado de la referencia [1]).

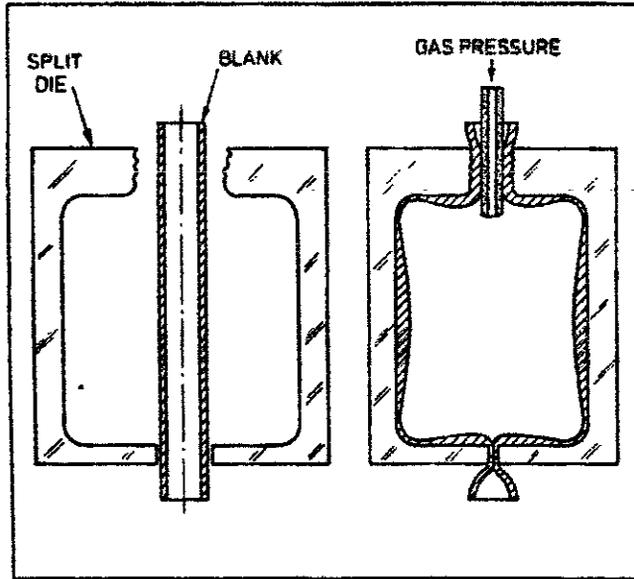


FIG. 9 Moldeado por soplado. Un tubo globular de polimero o vidrio caliente es expandido por un gas a presión contra las paredes de un dado dividido en dos partes.
(Tomado de la referencia [1])

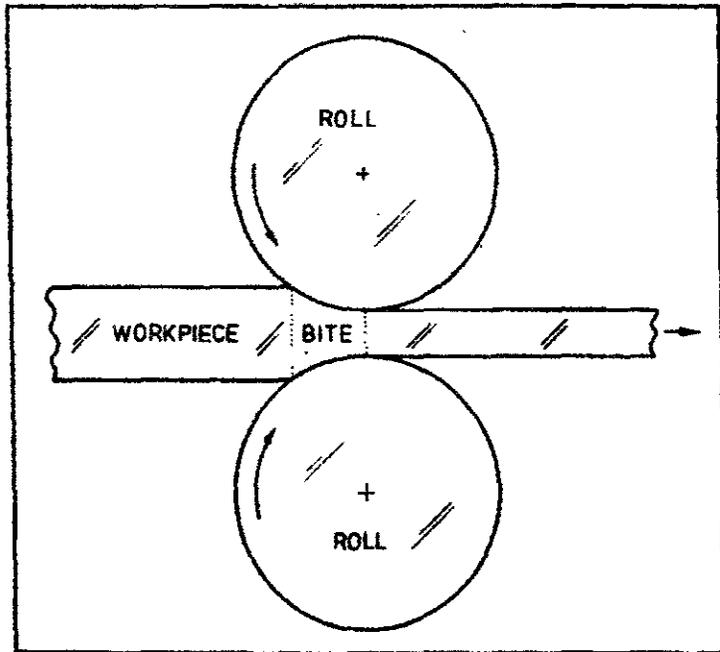


FIG.10. Rolado. Una barra es reducida a una sección por deformación por compresión entre los rodillos. El proceso puede ser caliente ($T > 0.85T_m$), en tibia ($0.55T_m < T < 0.85T_m$) o frío ($T < 0.35T_m$). (Tomado de la referencia [1]).

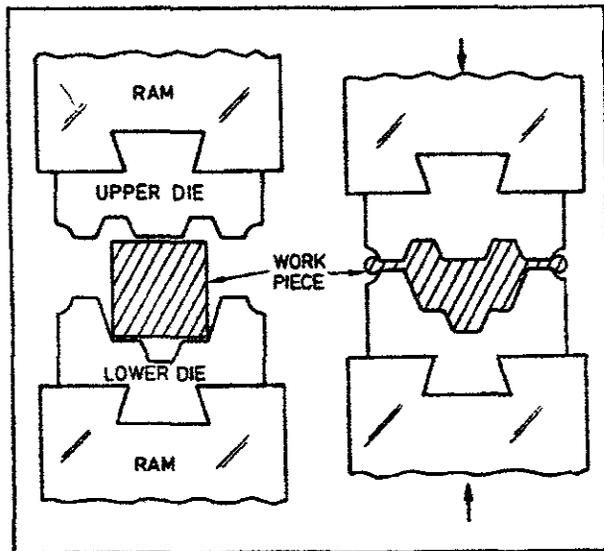


FIG. 11 Forjado. Un tocho es modificado a la forma deseada entre un dado endurecido. (en forma similar al rolado) el proceso puede ser caliente, tibio o frío. (Tomado de la referencia [1])

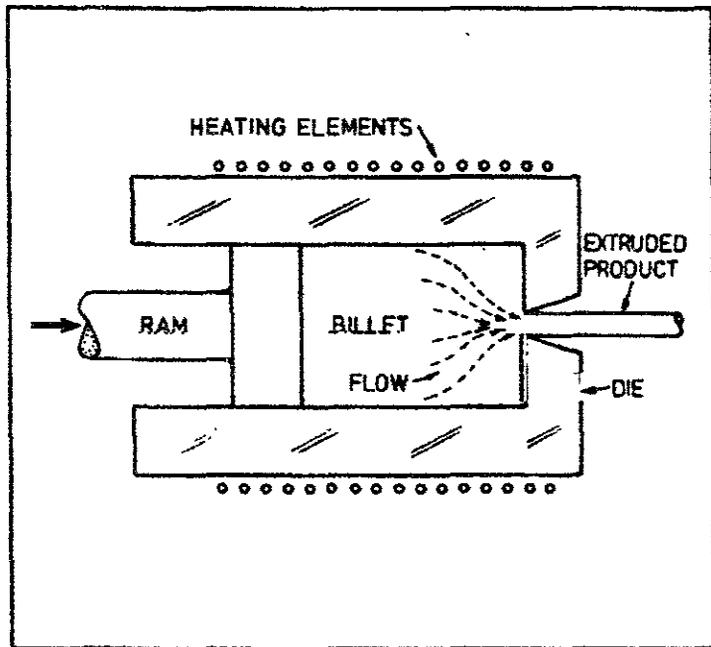


FIG. 12. Extrusión. El material es forzado a fluir a través de la abertura de un dado para darle una forma prismática continua. La extrusión caliente es transportada fuera a una temperatura superior a $0.9T_m$ y el enfriamiento se lleva a cabo en una habitación de enfriamiento. (Tomado de referencia [1]).

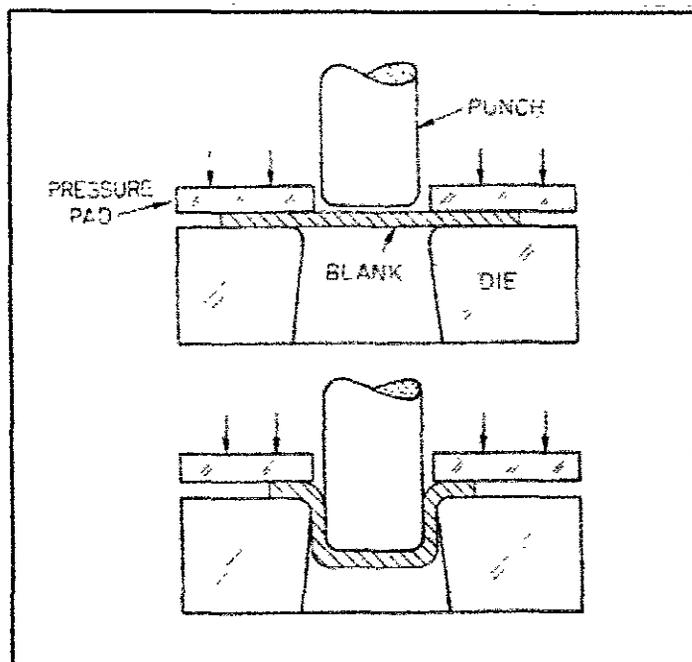


Fig. 13. Embutido. Una barra de metal sujeta en sus bordes, es estirada a una forma determinada por un punzón formador. (Tomado de la referencia [1]).

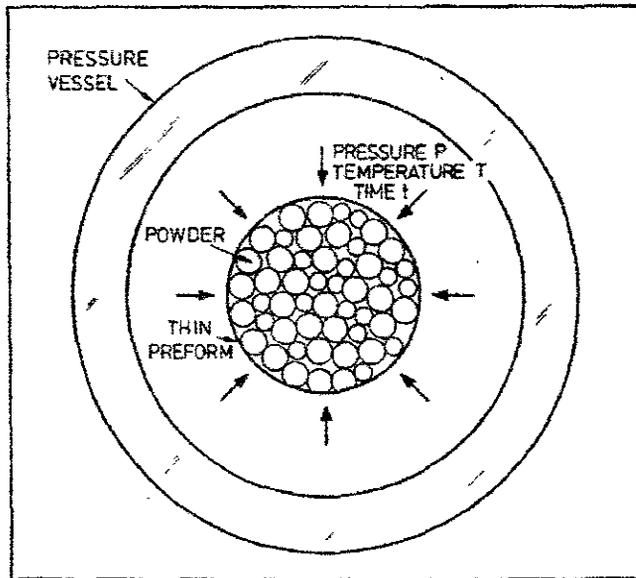


FIG. 14. Presionado isostático Caliente. Un polvo fino se deposita en un molde y se calienta por compresión con un gas externo a presión. (Tomado de la referencia [1]).

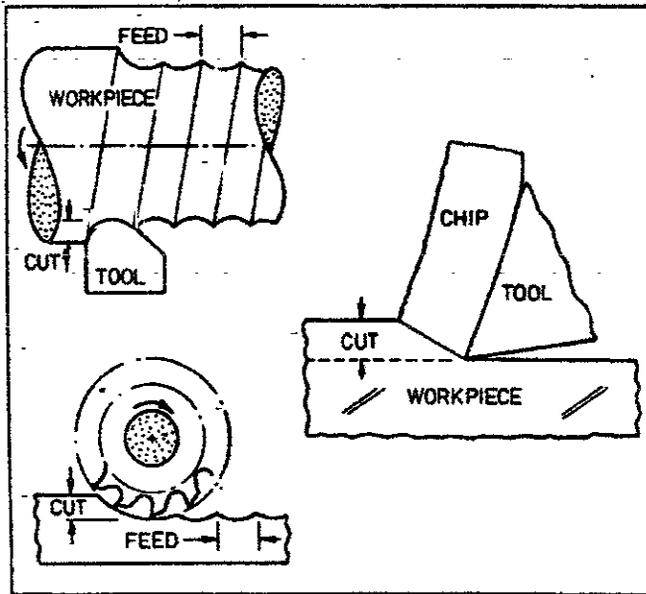


FIG. 17. Maquinado: torneado (izquierda arriba), fresado (abajo) la herramienta de corte debe tener la información del filo y dureza para desprender viruta la superficie de la pieza de trabajo. (Tomada de la referencia [1]).

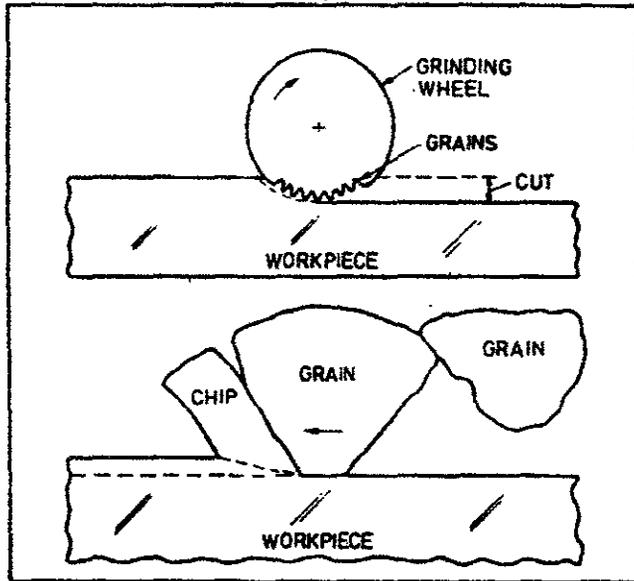


FIG. 18. Rectificado. La herramienta realiza el corte con el filo de la superficie del grano abrasivo; el proceso es de un tipo de micromaquinado.
(Tomada de la referencia [1]).

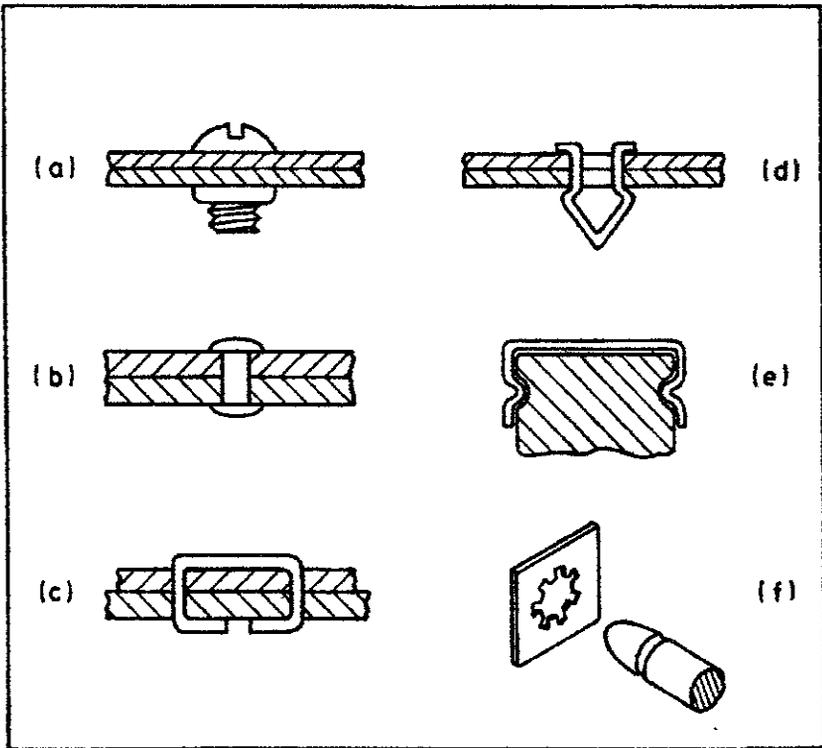


FIG.19. Cierres Rápidos. a) atornillado; b) remachado; c) engrapado; d) empuje directo cierre instantaneo; e) empujar sobre el cierre; f) introducir barra dentro de la hoja y cierre instantaneo. (Tomada de la referencia [1]).

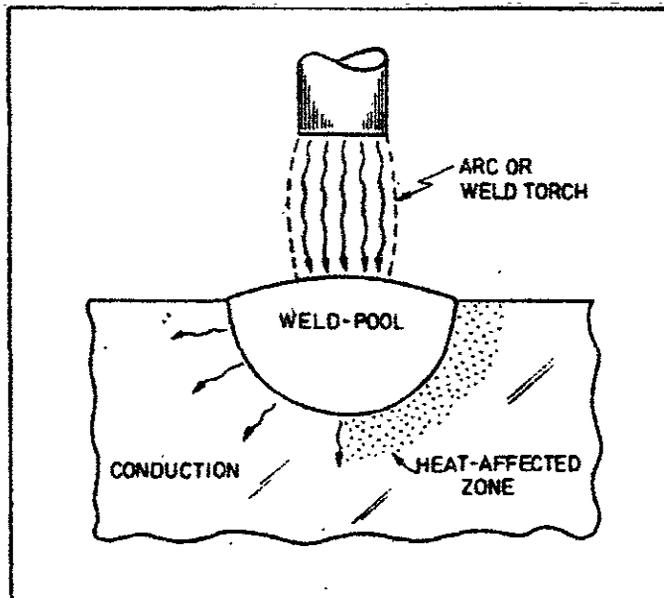


FIG. 20. Soldadura. Una antorcha funde ambas piezas a trabajar, agregando soldadura de metal la cual al ser depositada es cubierta por una pequeña cascara. (Tomada de la referencia [1]).

2.3 ATRIBUTOS DEL PROCESO Y SU SELECCIÓN.

Un proceso tiene ciertos atributos, que describen las piezas que pueden hacerse con él. Los atributos del proceso son: los materiales, que pueden ser sujetos o manejados, el rango del tamaño de las piezas a fabricar, su forma, complejidad, calidad de acabado, así como la velocidad y tiempo que tarda en realizarse dicho proceso, en la tabla 1 se enumeran y definen los atributos de un proceso, estos pueden considerarse como sus propiedades, de la misma manera que: la resistencia, conductividad y otras propiedades son atributos de los materiales. El diseño de un componente o ensamble requiere de un cierto perfil de estos atributos, no para un cierto proceso en particular; en consecuencia, el problema es hacer que los perfiles de atributos de los procesos disponibles, coincidan con aquellos especificados por el diseño.

El método del proceso de selección, utiliza estos atributos para vincular el diseño con el proceso, por medio de un grupo de gráficas. Los ejes de una gráfica indican la medida de dos de los atributos; tamaño y complejidad, por ejemplo. Cada proceso ocupa una área particular de la gráfica la cual permite hacer componentes en cierto rango del tamaño y complejidad. La figura 21 muestra el esquema de dicha gráfica. El eje horizontal es el tamaño (medido aquí por el peso) en una escala logarítmica, recorrida desde un nanogramo (10^{-12} Kgs.) a 1000 toneladas (10^6 kgs.). El eje vertical establece la complejidad de la pieza que va a ser fabricada, utilizando el contenido de la información, en "bits", considerando a estos como las unidades más simples posibles requeridas para su fabricación, con pocos bits de información; para las estructuras complejas se requiere de

muchos. Los procesos convencionales de fundición, permiten hacer componentes con un rango de tamaño de cerca de un gramo a 250 toneladas, y con un volumen de información hasta cerca de 1000 bits. El procesamiento por deformación, cubre un rango ligeramente menor. El maquinado le suma precisión a la información respectiva: su rango de complejidad es grande. La fabricación, - unión de muchas unidades pequeñas - obviamente sobrepasa el rango de ambas, tamaño y complejidad. Los métodos especiales de fabricación utilizados en electrónica para la elaboración de microchips, nos permiten obtener piezas de gran complejidad con un menor tamaño.

La selección sobre la gráfica se logra, mediante la superposición del grupo de atributos especificados por el diseño, como se muestra en la figura 22. Algunas veces el diseño marca los límites superior e inferior de los atributos del proceso, definiendo una caja cerrada como aquella de la región de búsqueda en el cuadro sombreado número 1 de la figura 22. Algunas veces, en lugar de los dos límites, solamente proporciona límites superiores como la región de búsqueda número 2. Los procesos que caen dentro o están ligados por el grupo de búsqueda son los candidatos; son la pequeña lista inicial. El procedimiento se repite utilizando otras gráficas - aquellas que muestran los atributos de la relación superficie- volumen, precisión, acabado superficial y demás, haciendo más pequeña la lista hasta llegar a un pequeño grupo del inicio de los procesos, capaz de llegar al objetivo de diseño.

Existen algunas dificultades obvias. Los atributos del proceso pueden ser difíciles de cuantificar: la "forma", por ejemplo, no es fácil de definir y medir. Ciertos procesos se

han desarrollado para tratar las necesidades especiales y naturalmente no aparecen en ninguna de las gráficas, a pesar de esto, el procedimiento tiene sus méritos, ya que introduce un elemento sistemático dentro del procesos de selección, nos lleva fácil y rápidamente a una pequeña lista inicial de posibles procesamientos y se integra de una forma natural, con el procedimiento y selección de los materiales.

Tabla 1. Atributos del proceso

Clase de materiales:	Cuando los procesos de los materiales pueden ser aplicados por sus características del punto de fusión T_m y dureza H medida en conjunto máxima y mínima, medida por volumen V o Peso W .
Forma:	Relación de aspecto; espesor, relación de profundidad, relación de superficie y volumen.
Complejidad:	Contenido de información, simetría, etc.
Tolerancia:	Exactitud dimensional o precisión, T .
Rugosidad:	Acabado de superficie medida por RMS, rugosidad de superficie R .
Detalles de superficie:	Pequeños radios de curvatura en las esquinas.
Medida de lote mínimo:	Número mínimo de componentes que pueden hacerse en un lote.
Valorar el costo de producción	Tiempo para producir un componente; ciclo de tiempo. Costo por componente.

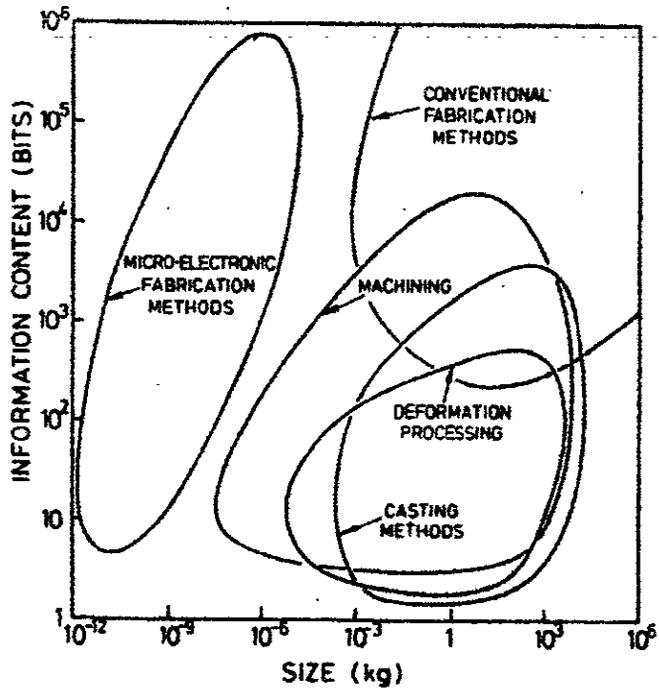


FIG. 21. El esquema es una idea ilustrativa de la carta de selección de un proceso. Las cartas tienen en los ejes los atributos del proceso; los procesos ocupan en cierto momento una característica del campo. (Tomada de la referencia [1]).

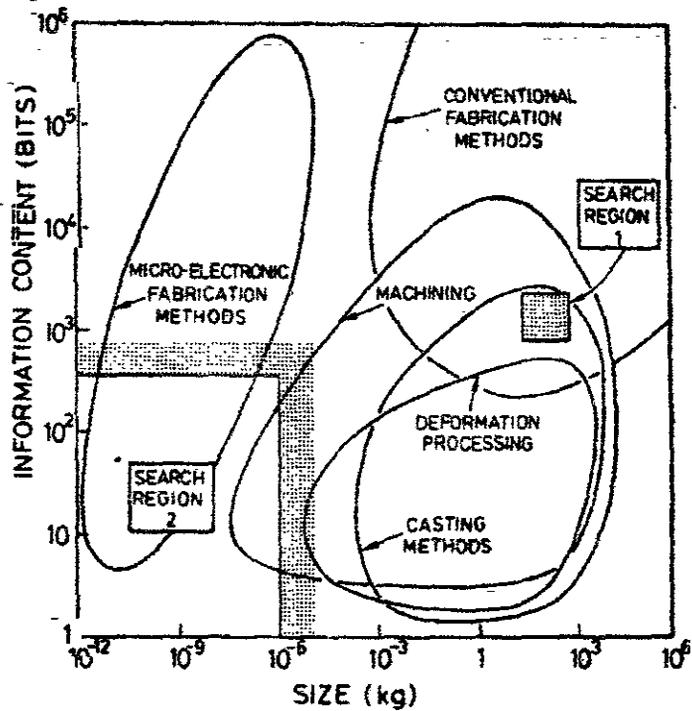


FIG. 22. Un diseño exige seguridad de los atributos de los proceso, aislando una caja ("Buscar Area 1") o un subcampo (buscar Area 2) de la carta. Suponen que las areas buscadas son los procesos, candidatos apropiados para su selección. (Tomada de la referencia [1]).

2.4 LAS GRAFICAS DEL PROCESO DE SELECCIÓN.

La Gráfica Tamaño - Forma (Carta P1, P1 (a) y P1 (b)).

Con este antecedente, examinamos la figura 23 la cual nos muestra, esquemáticamente, la primera de las gráficas de los procesos. En el eje horizontal se indica el espesor mínimo (t) de la sección y en el eje vertical el área (A) de la superficie. Las otras escalas logarítmicas miden el tamaño y la forma —o ciertos aspectos de la forma: la relación superficie- volumen, y la relación pequeñez - aspecto. EL volumen (V), para secciones uniformes, esta dentro de un factor de 2.

$$V = At$$

Los contornos del volumen se muestran como una familia de líneas diagonales, el volumen puede ser convertido aproximadamente en un valor “promedio” del peso utilizando de la densidad del material de $5\,000\text{ kg/m}^3$ —muchos de los materiales en ingeniería tienen densidades dentro de un factor de 2 de este valor (los polímeros son la excepción, sus densidades son alrededor de $1\,000\text{ kg/m}^3$). La pequeña relación λ se mide por t/l , donde l es el largo de la dimensión de la forma: para las formas delgadas, es cerca de $A^{1/2}$, para las formas cilíndricas es de $A/\pi t$: así λ se sitúa en el rango.

$$\frac{t}{A^{1/2}} > \lambda > \frac{\pi t^2}{A} \quad (1)$$

Solamente parte de este espacio es accesible, no es posible crear formas con relaciones de superficie – volumen más pequeños que el de una esfera. La banda sombreada llamada “LIMITE DE FORMA” $A = (3\sqrt{2} \pi^{1/2})^{2/3}$, o aproximadamente en una relación de aspecto de uno, como se muestra en la figura 23, nos da una vista general de la carta. Las figuras 24 y 25 muestran estos detalles. En ellas se tienen los mismos ejes, pero cubren un rango más pequeño. El primero (figura 24) nos muestra datos para fundición y técnicas especiales; el segundo (figura 25) nos proporciona datos para deformación de maquinado y métodos de moldeo de polímeros.

Los procesos de fundición ocupan un campo característico de este espacio. La tensión superficial, y el flujo de calor, limitan la sección mínima y la rigidez de las piezas de fundición por gravedad. El rango puede ser extendido hasta un punto determinado para aplicar presión, como fundición por centrifugado y fundición a presión en dado o por precalentamiento del molde. Pero en este permanece definido el límite superior y un límite inferior para las formas y tamaños factibles para fundición.

Los procesos de deformación en frío, tibio y caliente, cubren una amplia variedad. Los límites sobre presión de forja fijan un límite inferior sobre el espesor y esbeltez, pero este no es tan severo como en fundición. La lámina, el alambre y la barra pueden ser fabricados de muy grandes longitudes, entonces el área de la superficie es enorme.

Los métodos de formado con polvos ocupan un campo más pequeño, que es cubierto por métodos de formado por fundición y por deformación; pero pueden ser usados para cerámica y metales muy duros los cuales no pueden ser formados por otros métodos.

Los Métodos de formado con polímeros, moldeo por inyección, estampado, moldeo por soplado, etc., también forman parte de este régimen pero incluyen técnicas especiales como son: electroformado, spray de plasma y diversos métodos de depósito de vapor tales como los que se usan en la fabricación de microcircuitos y componentes mecánicos en miniatura. Nanotecnología, en el extremo inferior izquierdo que se refieren a las técnicas nuevas para deposición submicrofresado químico o por haz de electrones.

Técnicas secundarias de formado - maquinados y uniones – incrementan los rangos de fabricación por unión (métodos de fabricación) y pueden en principio, dar acceso a cualquier parte del espacio permisible de la carta.

Un diseño real demanda ciertos valores específicos de volumen (V), área superficial (A) y espesor mínimo de la sección (t), dando esta información un subgrupo de procesos posibles que pueden ser leídos mas adelante; ejemplos de estos son los que se dan en la próxima sección.

Carta de Información contenida – Tamaño (Carta P 2)

La forma puede ser medida de otra manera: con la información que contenga o por su grado de complejidad; esto, tiene al menos tres aspectos. El primero es obvio, es el número n de dimensiones independientes y debe ser especificado para describir la forma. Para una esfera es 1 (El radio), para un cilindro es 2 y para un tubo es tres. Una fundición compleja puede ser de 100 ó más dimensiones especificadas. Segundo punto la precisión

para la cual dichas dimensiones han sido especificadas. Una esfera con un radio $r = 10 \text{ mm} \pm 0.01 \text{ mm}$ es, en el mismo sentido mas complicada, que una con un radio $r = 10 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$. Ciertamente es más difícil de hacer y este es el aspecto de complejidad que tratamos de capturar aquí, finalmente la simetría o falta de ella. Formas asimétricas pueden ser torneadas, extruidas o estiradas. Las formas con amplias ramificaciones no podrán llevarse a cabo tan fácilmente. Los primeros dos aspectos de la complejidad se obtienen aproximadamente por la cantidad (C).

$$C = n \log_2 \left[\frac{\bar{I}}{\Delta \bar{I}} \right] \quad (2)$$

Donde n es el número de dimensiones y $\bar{\Delta I}$ es la tolerancia media geométrica (\pm la dimensión) y $\log_2 (X) = \log_{10} (X) / \log_{10} (2)$. Esto esta derivado como sigue. Una definición común y usual del contenido de información medida en bits y viene dada por:

$$C = \log_2 \left[\frac{1}{s} \right] \quad (3)$$

Donde S es la probabilidad de éxitos. Si se Considera un componente el cual tiene n dimensiones y cada una especificada a una precisión de ΔI_n . La probabilidad de éxitos de

conseguir la primera dimensión l_1 vendrá dada por $\Delta l_1 / l_1$ para la segunda dimensión l_2 será:

$\Delta l_2 / l_2$ y así sucesivamente.

La probabilidad condicional de conseguir todas ellas es:

$$S = \left(\frac{\Delta l_1}{l_1} \frac{\Delta l_2}{l_2} \frac{\Delta l_3}{l_3} \dots \frac{\Delta l_n}{l_n} \right) \quad (4)$$

Sustituyendo dicha ecuación en la antes descrita se tendrá que:

$$C = \log_2 \left(\frac{l_1}{\Delta l_1} \frac{l_2}{\Delta l_2} \dots \frac{l_n}{\Delta l_n} \right) \quad (5)$$

Es útil para simplificar esto y dar una ecuación que es más fácil de usar aunque menos precisa. Definiendo a la dimensión media geométrica como:

$$\bar{l} = [l_1 \cdot l_2 \cdot l_3 \dots l_n]^{1/n}$$

Y la precisión media geométrica vendrá dada por

$$\bar{\Delta l} = [\Delta l_1 \Delta l_2 \Delta l_3 \dots \Delta l_n]^{1/n}$$

De las ecuaciones anteriores se obtiene:

$$C = n \log_2 \left(\frac{\bar{l}}{\bar{\Delta l}} \right)$$

El resultado tiene sentido. El contenido de la información se incrementa linealmente con el número de dimensiones n , y crecerá logarítmicamente con la precisión promedio $1 / \Delta l$. Las dimensiones cesarán para promediar si $\Delta l = 1$ entonces la información contenida tiende a cero. La figura 26 muestra una carta complejidad - tamaño construida con esta definición.

Los procesos de deformación generan formas de baja complejidad: la fundición las mejora, la fundición de un monoblok de un auto tendrá 1 000 bits de información antes de ser maquinado. El maquinado irá incrementando a "C", ya sea por agregar nuevas dimensiones o por incrementar la precisión. Estructuras muy grandes o muy complejas ($C > 10^6$ por ejemplo para el fuselaje de un avión) se elaboran para su fabricación. Estructuras pequeñas y muy complejas se hacen por métodos de micro fabricación (un chip de memoria de 1 MB, otra vez con $C > 10^6$ es correcto), son técnicas que pueden ser adaptadas para hacer también mecanismos simples.

Carta de Tamaño - Punto de fusión (Carta P3)

Los materiales imponen limitaciones a los procesos uno de ellos es el punto de fusión, los metales con bajo punto de fusión pueden ser fundidos o colados mediante una docena de técnicas de fundición, cuando el punto de fusión se eleva, el rango de técnicas de formado primario se va limitando. Estos atributos del proceso son capturados en la carta que se muestra en la figura 27. El eje horizontal representa el punto de fusión

del material, algunos de ellos son listados en la parte superior, mientras que los ejes verticales representan el tamaño, medido por el peso W en el lado izquierdo, mientras que en el lado derecho, se mide el promedio de la dimensión lineal dada por:

$$l = \left[\frac{W^{1/3}}{\rho} \right]$$

donde ρ es una densidad típica tomada como 5 000 Kgs./m³ (el amplio rango de los ejes impide que los detalles puedan ser mejor especificados), en la figura están trazados los datos para la fundición, para pulvimetalurgia y técnicas especiales de moldeo de polímeros, el límite de tensión superficial es el límite mas bajo para fundición de llenado por gravedad, en la cual la presión ρgh de un líquido con altura h es insuficiente para vencer la presión en contra $2 \gamma / h$ causada por la de tensión superficial γ . Se hace necesaria la adición de una presión como en la fundición a presión para vencer este límite. La carta debe usarse con anterioridad para encontrar el proceso disponible, para formar un material candidato con el tamaño estipulado por el diseño.

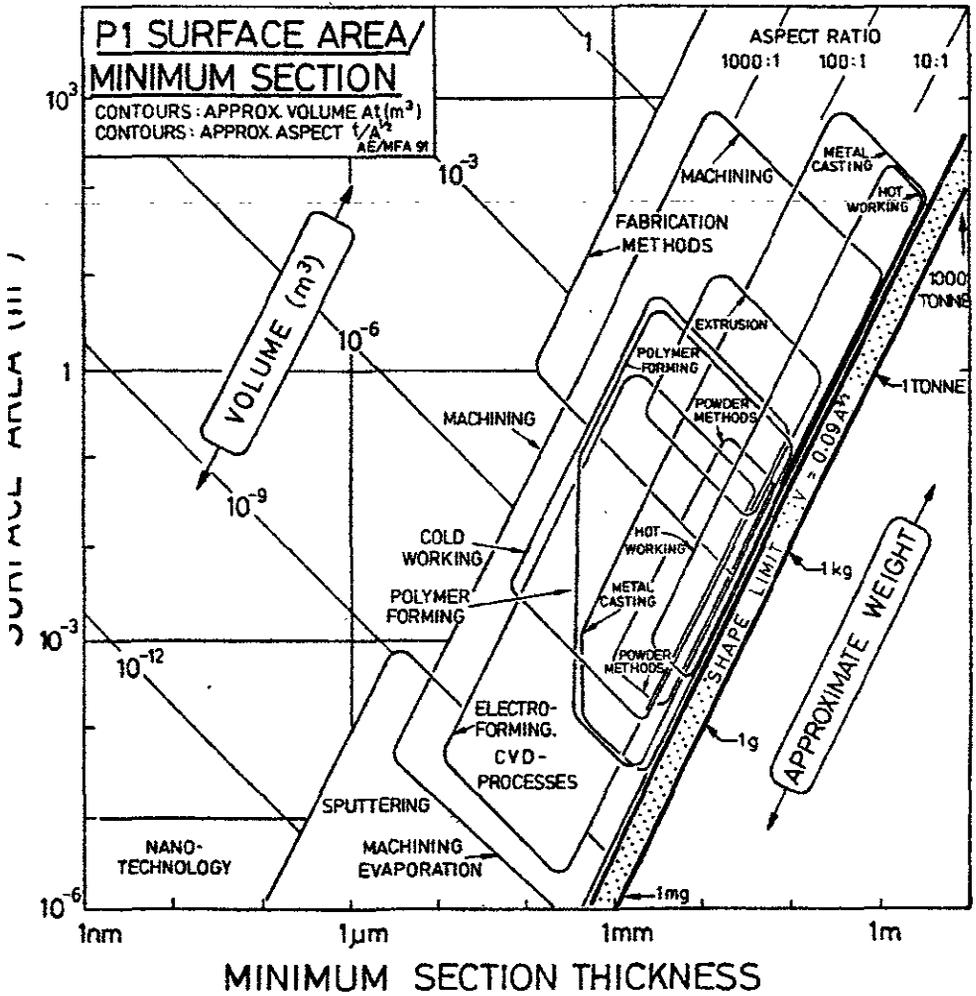


FIG. 23. Carta P1: el área superficial/sección mínima/carta volumétrica.
 (Relación de aspecto = l/λ) (Tomada de la referencia [1]).

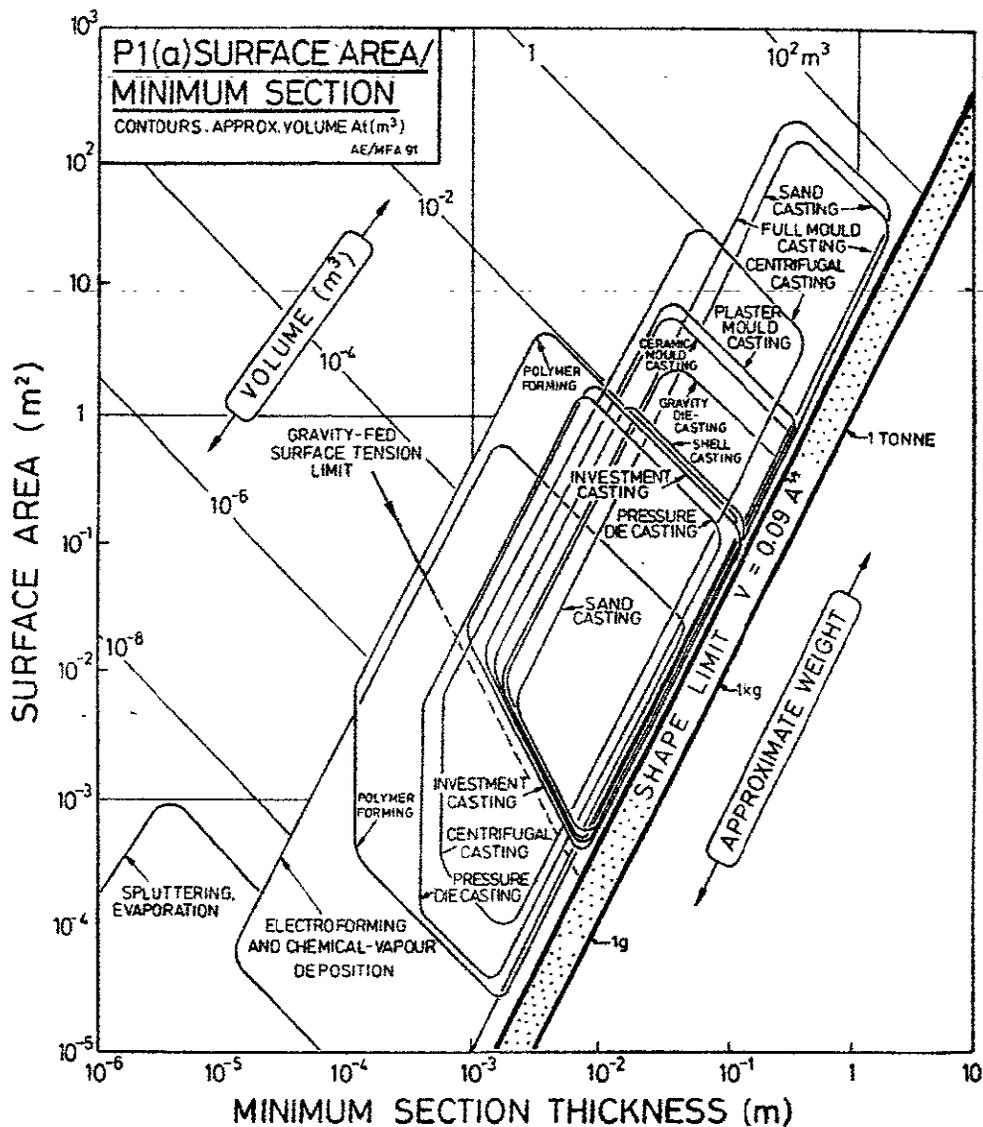


FIG. 24. Carta P1(a): una parte de la carta P1. nos da mas detalles para los procesos de fundición.

(Tomada de la referencia [1]).

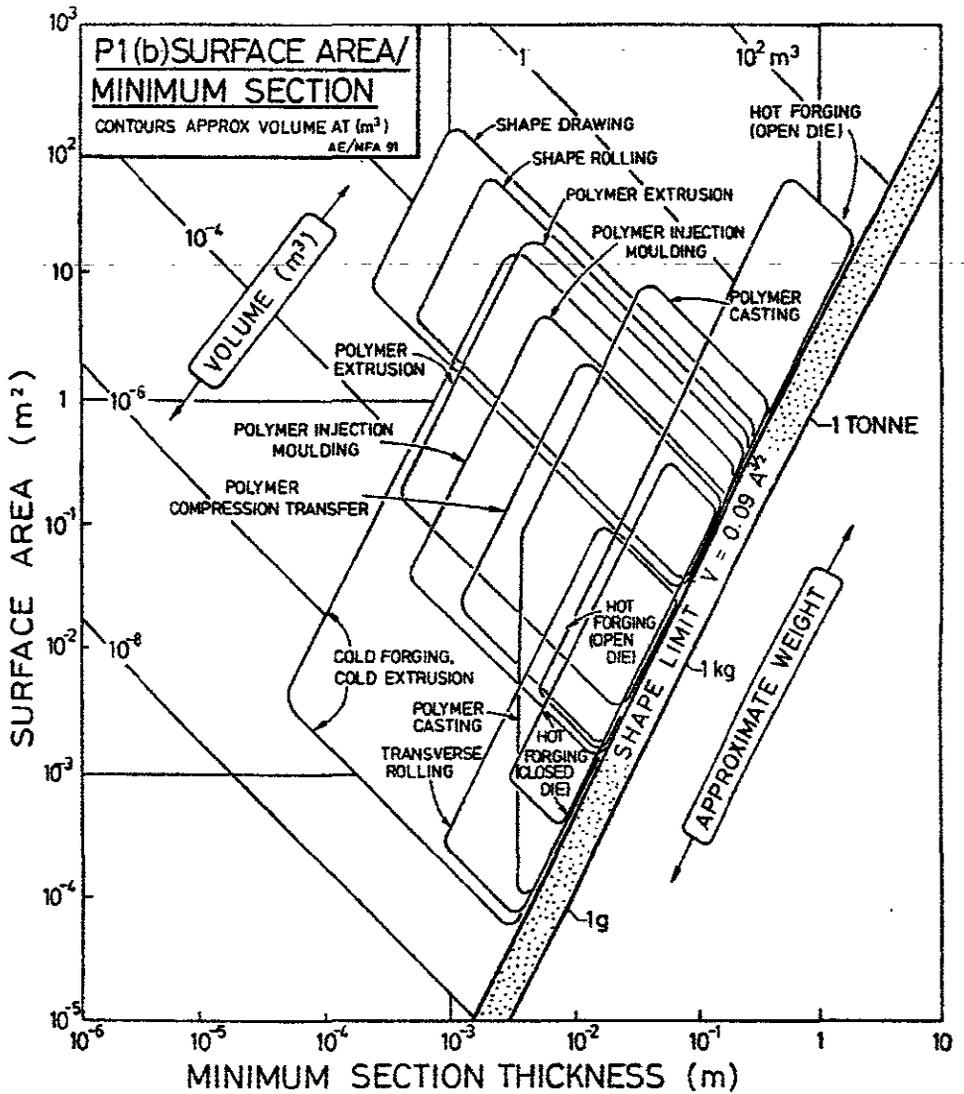


FIG. 25. P1(b): una parte de la carta P1, nos da mas detalles para los procesos de formado y deformación de polimeros. (Tomada de la referencia [1]).

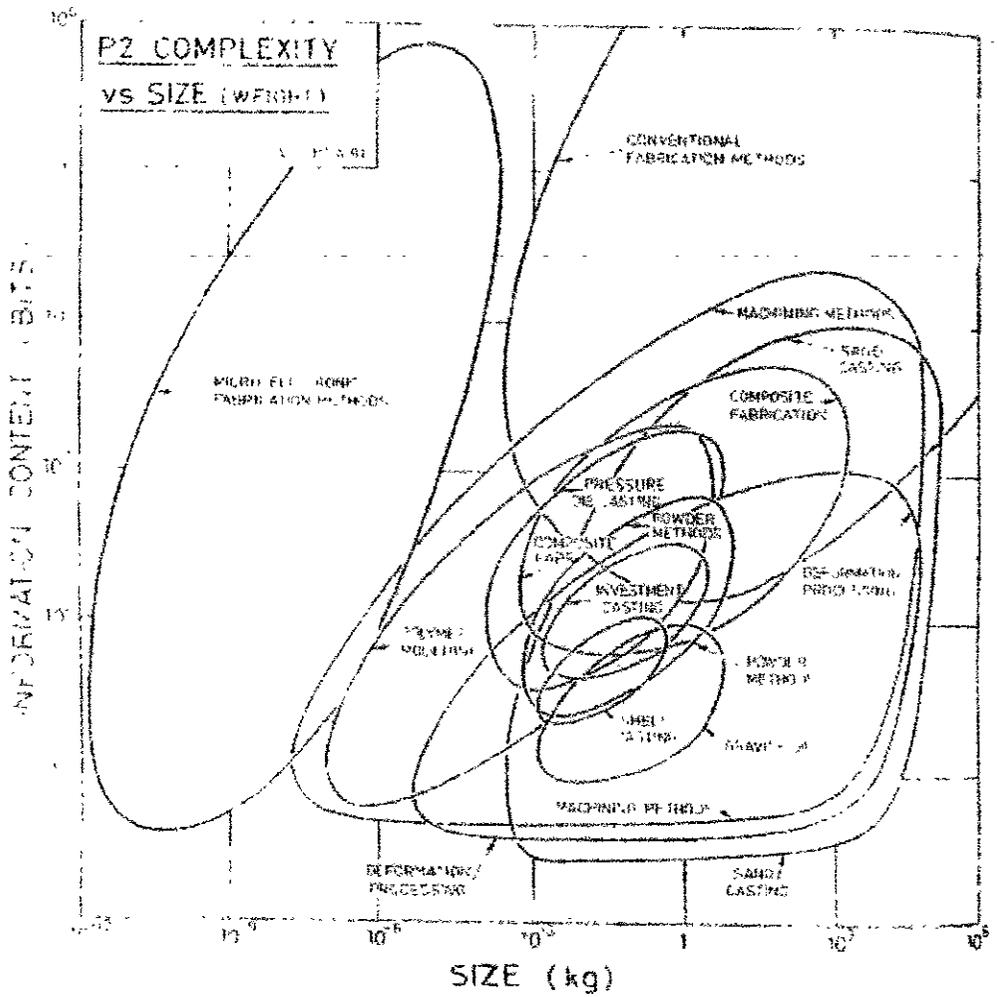


Fig. 26 Carta P2: Carta de la complejidad del tamaño.
 (Tomada de la referencia [1])

donde Ω es el volumen atómico o volumen molecular y K es la constante de Boltzmann's (1.38×10^{-26} J/K), los límites superior e inferior de esta ecuación, están definidos por las dos líneas gruesas.

La carta muestra que los métodos de fundición ordinarios son limitados para materiales con punto de fusión por debajo de los 2,000 °K y procesos de deformación, para materiales con durezas por debajo de los 3 GPa. Esto siempre mostrará la gran flexibilidad que se tienen con los métodos de polvos, los cuales pueden ser usados virtualmente para dar una forma a cualquier material. Los métodos, de depósitos de vapores químicos (CVD) se basan en la existencia de una reacción por descomposición química y la fundición por haz de electrones y electroformado puede ser aplicado solo a conductores.

Tolerancia y Acabado Superficial (Gráfica P5)

Cada proceso de manufactura tiene la capacidad de producir una pieza con cierto margen de tolerancias y acabados superficiales. La tolerancia (T) es la desviación permitida en la dimensión de una pieza y se especifica como 100 ± 0.1 mm ó $50^{+0.01}_{-0.001}$ mm. El acabado superficial (R) se mide por la raíz cuadrada de la amplitud media de las irregularidades sobre la superficie: y se especifica con $R = 10$ μ m (es la rugosidad superficial de una pieza fundida en arena) o $R = 0.05$ μ m (en una superficie pulida, ver tabla núm. 2). La figura 29 muestra la combinación de tolerancia y acabado superficial que pueden alcanzarse típicamente por las diversas clases de los procesos de deformado.

La tolerancia es obviamente más grande que $2R$ (banda sombreada), puesto que R es la raíz cuadrada de la rugosidad media, el pico de la rugosidad es más que $5R$, los procesos reales dan tolerancias en rangos que van desde $10R$ a $1\ 000R$. En los metales y cerámicos las superficies lisas pueden esmerilarse y pulirse a una alta tolerancia; Un gran reflector de telescopio tiene una tolerancia aproximada de $5\ \mu\text{m}$ sobre una dimensión de un metro o más y una rugosidad de cerca de $1/100$, pero tal precisión y acabado son muy caros, los costos de procesamiento crecen exponencialmente conforme las exigencias de tolerancia y precisión dimensional son mayores. La gráfica muestra los contornos de costos relativos, un incremento en la precisión corresponde a la separación de 2 contornos adyacentes, dando un incremento en costos de un factor de cerca de 2 en un determinado proceso. Los polímeros son diferentes a los metales y cerámicos ya que permiten superficies muy lisas (los polímeros moldeados adquieren el acabado del molde); pero tolerancias mejores que $0.2\ \text{mm}$, son mas o menos posibles debido a los esfuerzos internos provocados en el moldeo y al flujo (deformación dependiente del tiempo) causado por los esfuerzos en servicio. Un alto acabado superficial, significa un molde más caro y en general, precios más elevados.

Tabla 2. Niveles de acabado

Acabado	Procesos	Aplicación típica
R= 0.01	Lapeado	Espejo
R=0.1	Precisión rectificado o Lapeado	Alta calidad, cojinetes
R=0.2-0.5	Precisión rectificado	Cilindros, pistones, árbol de levas, cojinetes
R=0.5-2	Precisión mecanizado	Equipos, partes ordinarias de maquinaria
R=2-10	Mecanizado	Carga - ligera de cojinetes no en componentes críticos
R=3-50	Piezas de fundición sin acabado	No superficies para cojinetes

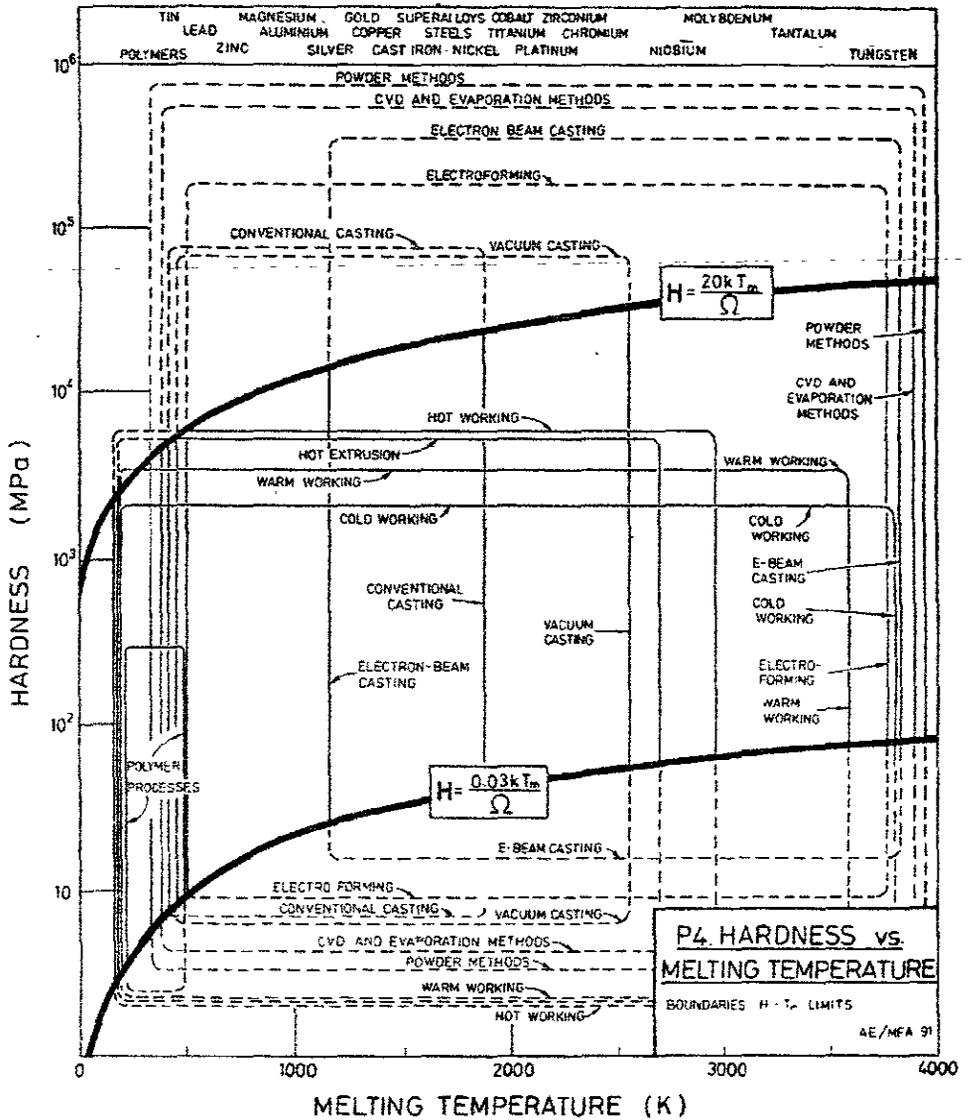


FIG. 28. Carta P4: carta de dureza del punto de fusión. (Tomada de la referencia [1]).

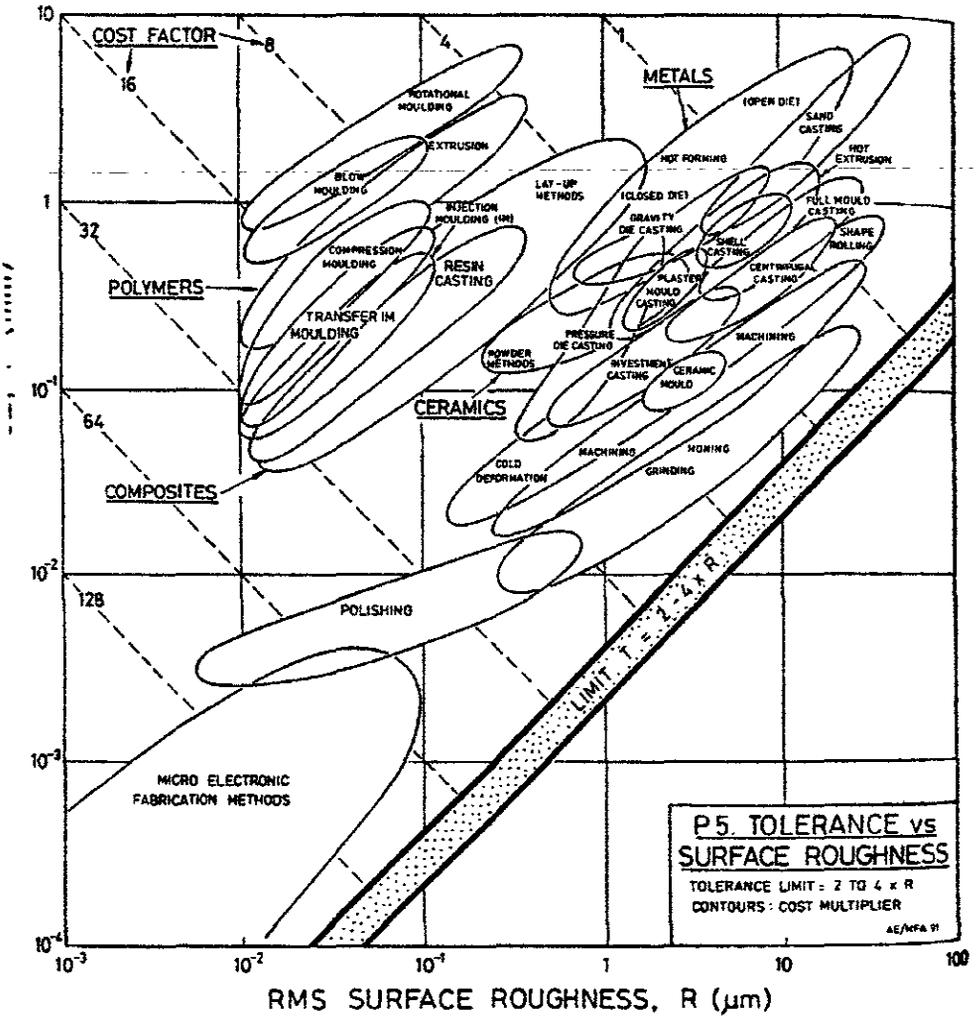


FIG.29. Carta P5: Carta de tolerancias de rugosidad. (tomada de la referencia [1]).

2.5 Costos de los Procesos.

Parte de los costos de un componente radican, en el material del cual se hacen, el resto es el costo de la manufactura, esto, es el formado de la pieza con la precisión demandada por el diseño y el ensamble con otros componentes, para dar el producto final.

Antes de ir a los detalles, es necesario mencionar que hay 2 reglas de sentido común para disminuir los costos que debe tener en mente un diseñador, y estas son:

a) ¡Preservar que las cosas comunes sean simples! Las piezas que pueden hacerse de materiales con formas convencionales (lámina, barra, tubería), son generalmente más baratas que aquellas que requieren formas no estándar, fundiciones especiales o forjas. Tratar de utilizar materiales estándar y lo mínimo como sea posible para reducir la variedad de herramientas necesarias en su fabricación. Si una pieza va a ser maquinada, deberá ser montada en ella y los costos se incrementaran con el número de veces que deba reorientarse, o montarse nuevamente, especialmente si son necesarias herramientas especiales. Si una pieza es soldada, el soldador deberá ser capaz de alcanzarla con su antorcha y ver que es lo que se está haciendo. Si se va a fundir, moldear o forjar, se tiene que recordar que tan alta es la presión necesaria para hacer que el material fluya, en cavidades de formas complicadas. Todo esto es muy obvio, pero puede ser pasado por alto fácilmente. Si se piensa hacer la pieza por uno mismo: ¿deberá ser difícil o complicada? ¿podrá rediseñarse haciéndose menos difícil?.

b) ¡No se debe especificar más funcionalidad que la necesaria!. A alta funcionalidad, mayor costo. Los metales de alta resistencia tienen mayor aleación con materiales más caros; los polímeros de alta funcionalidad son químicamente más complejos; los cerámicos de alta funcionalidad requieren mayor control de calidad en su manufactura. Cada una de las técnicas anteriores, incrementan los costos del material, adicionalmente los materiales de alta resistencia son más difíciles de fabricar. Las presiones de formado son altas (ya sea de un metal o un polímero) y el desgaste de la herramienta es más grande, la ductibilidad es menor así que el proceso de deformación puede ser difícil o imposible, esto puede llevar a que se usen nuevas rutas de los procesos; fundición de revestimiento o formado de polvos, en lugar de fundición y/o procesamientos mecánicos convencionales, equipo de moldeado más caro operando a presiones y temperaturas más altas; la mejor funcionalidad de un material de alta resistencia debe pagarse no solo por el costo más alto del material, sino también, por costos más altos de procesamiento. Finalmente, existen las preguntas de tolerancia y rugosidad. El contorno de costos de la Gráfica 5 (figura 29) nos da un aviso de la forma como estos se elevan exponencialmente con la precisión y el acabado superficial, especificar tolerancias más cerradas y superficies más lisas de las que son necesarias es un error. El mensaje es claro, la funcionalidad cuesta, por lo tanto no hay que sobre especificar.

Para hacer progresos posteriores debemos examinar las contribuciones a los costos del proceso y sus orígenes.

(Cc), de la maquinaria y la planta para hacerlo; además requiere una aportación asociada con el costo por unidad de tiempo (Cl) de esfuerzo necesario para hacer el trabajo, el costo total (C) de un componente es entonces:

$$C = C_m + \frac{C_c}{n} + \frac{C_l}{n} \quad (7)$$

Donde “n” es tamaño de la remesa y “n” la velocidad – el número de componentes por unidad de tiempo que el proceso puede producir -. La ecuación realmente nos dice: el costo tiene tres aportaciones; una es independiente del tamaño de la remesa y su velocidad, la segunda varía con el tamaño de la remesa y la tercera con la velocidad de la remesa. La primera, –el costo del material– también incluye el material consumido en la manufactura: por ejemplo las herramientas de corte, la segunda –inversión del capital- contiene el costo total de la maquinaria si se destina a la fabricación del producto o si una fracción de ésta es usada para hacer otras cosas, además se incluye una fracción- del costo de capital por el edificio y otros servicios. El último término – el que depende del tiempo – incluye el costo “directo” (salario), del encargado de operar la máquina, además el “indirecto o costos generales” asociados con la administración, mantenimiento, seguridad, y otros. Esto precisamente en algunas ocasiones es difícil de decidir como el costo que debe ser asignado en estos encabezados; diferentes compañías lo hacen de diferentes formas. Pero el punto general es claro: debemos fijar los costos de material, más el costo de capital, más los costos por mano de obra.

La ecuación fija y describe la forma de la curva, una para cada proceso. Las figuras 30 y 31 muestran la forma de las curvas que ilustran un segundo ejemplo: la manufactura de aluminio contra una barra del mismo material por dos alternativas del proceso: fundición en arena y fundición en dado. Para la fundición en arena el equipo es barato; pero el proceso es lento; en la fundición con un dado el costo del equipo es mucho mayor; pero también es mucho más rápida. Los datos terminados (en la ecuación 7), para éstos dos procesos, están listados en la tabla 3: en ellos se muestra que el costo de capital, por el equipo asignado para la fundición con un dado, es más grande por algunas 76 veces que en el de fundición en arena; pero el proceso es más rápido 40 veces, por el costo de material (1 unidad) y el costo de mano de obra por hora (20 unidades), con el mismo recorrido para ambos, la figura 31 es una gráfica de la ecuación (7) evaluada con los datos para los dos procesos, las curvas se intersecan en una remesa con un tamaño de 4,000. La fundición en arena es el proceso más económico para lotes o remesas menores que ésta y la fundición con dado para lotes más grandes. Es de notarse, que para pequeñas remesas los componentes de los costos son los dominantes para el proceso – el costo del material apenas es importante. Pero cuando el tamaño de la partida crece, la contribución del segundo término en la ecuación de costo disminuye; y si el proceso es rápido, el costo unitario cae; este es más pequeño que el del material del cual este hecho el componente La ecuación (7) es solamente el primer paso en el análisis del costo del proceso, pero aun esto es importante.

Tabla 3. Datos para la ecuación de costos.

Costo Relativo	Fundición Cadena	Fundición con dado	Comentarios
Material, Cm.	1	1	} Procesos
Mano de obra, etc., C1(hr-1) independientes	20	20	
Costo del capital, Cc.	210	16,000	} Procesos
Rapidez o velocidad, (hr-1) dependientes	5	200	

Todos los costos son normalizados al costo del material.

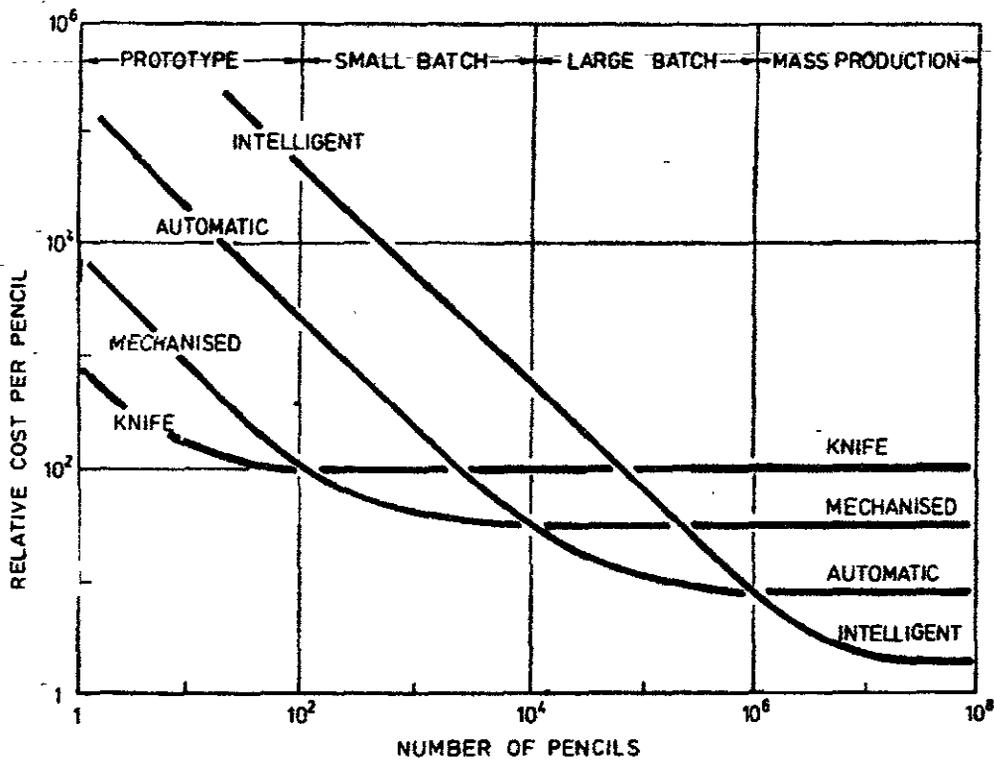


FIG. 30. El costo para sacar punta a un lápiz, planearlo contra el tamaño del lote, para cuatro procesos.

Todas las curvas tienen la forma de la ecuación 7 (Tomada de la referencia [1]).

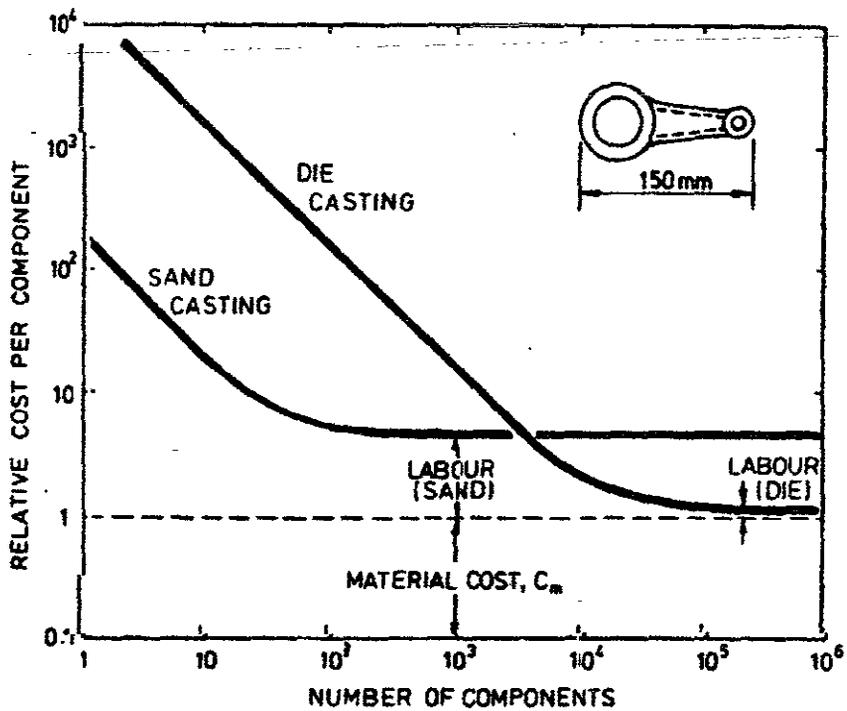


FIG. 31. La mejor elección de fundición (o maquinado o forjado) depende del tamaño del lote. La fundición en arena es barata requiere equipo barato pero el trabajo es intenso. La fundición en dado requiere equipo más caro, pero es rápido. Los datos que aquí se muestran son para una barra de conexión de un automóvil. (Tomada de la referencia [1]).

2.6 COMBINACIONES.

Las combinaciones son más fáciles y usualmente más baratas para materiales que son iguales de diseñar y hacer, unir materiales similares es sencillo, pero llevar a cabo uniones cuando sus propiedades son diferentes, generalmente es más difícil y pueden necesitar una protección de un tercer material entre ellos; pero de vez en cuando es imposible evitar emparejar mal, o por lo contrario, es económicamente atractivo vivir con esto, a pesar de ser naturalmente difícil; entonces, el emparejar mal debe ser reconocido y al hacer el diseño hay que tratar de adaptarlo. Este punto se puede ilustrar mejor con ejemplos.

El vidrio es un sólido quebradizo. El emparejar mal ocurre, cuando un vidrio es montado en el marco de metal de una ventana (en carros, trenes y aeronaves), sujetarlo directo con el metal, produce esfuerzos que pueden fracturar al vidrio, para evitar estos esfuerzos, es necesario redistribuirlos uniformemente insertando una junta de goma. Un problema similar se presenta cuando los sólidos quebradizos son vinculados con metales.

Al unir materiales con altos esfuerzos se presenta otro tipo de emparejar mal, son uniones en las que sus partes se enfrentan a altos esfuerzos internos y externos (CFRP es un ejemplo). El único gran problema es al utilizar el emparejar mal en el transporte de carga: la unión siempre va a ser la parte más débil. Considere un lienzo de CFRP, el cual es sustituido en un tablero de aluminio y remachado en una estructura de un avión (esfuerzos), el aluminio no experimenta cortes y si es remachado no causa problemas, pero el CFRP (material más resistente y de ultra alta resistencia) es sensible al corte. Las fallas

solo pueden ser remachadas antes de su carga total, alcanzando la capacidad del panel remachado. El problema se resuelve parcialmente, usando a propósito un diseño más rápido, con un revestimiento especial acoplado con adhesivos, pero esta solución es parcial. Problemas similares ocurren cuando un material débil, se une a uno fuerte, por ejemplo: un material de polímeros. Al hacer estas uniones, el polímero no es el más débil, porque él está solamente en una área pequeña sobre el soporte y la carga es concentrada allí; - éste es igual probando con carga - el último esfuerzo es estable a la tracción. La carga transferida siempre es un problema entre materiales distintos.

Esto no es solamente en cargas externas, las cuales causan problemas al emparejar mal los materiales. Diferentes expansiones térmicas y propiedades químicas, pueden provocar un fracaso por cambios de temperatura o corrosiones, cuando los materiales tienen propiedades muy separadas sobre la carta seleccionada, problemas iguales a este deben ser anticipados.

2.7 RESUMEN.

Una gran variedad de procesos: de formado y acabado se encuentran disponibles en la ingeniería de diseño, cada uno tiene características fijas que van unidas, adaptándose con seguridad al aspecto de ciertos materiales, con figuras precisas pero inadecuados para otros: el diseñador al enfrentarse a un cambio en el pasado, debía contar con la experiencia disponible, si no comúnmente en su lugar tenía que practicar haciéndolo, ninguno de estos dos se daba en una buena computadora, para ayudarse y hacer coincidir los métodos de diseño. Ultimamente excelentes sistemas pueden contener esta información pero en términos estructurados más cortos, acercamiento sistemático de este capítulo suministran una forma avanzada.

El método paralelo para seleccionar el material usando la carta del proceso de selección, incrementa la producción; los ejes de las cartas son los atributos del proceso: tamaño del producto, forma, precisión y seguridad de las propiedades del material, los cuales influyen en la operación de formado. Un producto determinado mandado a diseñar conociendo la combinación de esos atributos, muestra la información del diseño que esta dibujada dentro de la carta, identificado por un subconjunto de procesos posibles.

Hay mucho más cursos de selección de procesos, este es más bien como un primer paso sistemático, sustituyendo en forma total la confianza sobre costumbres, experiencias y prácticas pasadas. La narración del cambio nos ayuda considerablemente: esto es mucho más fácil de identificar el nacimiento correcto de conocimientos más

expertos y la publicación de esta es buena pregunta. La elección final aún depende de la economía local y sus factores de organización que únicamente pueden decidirse, básicamente caso por caso.

**CAMBIOS EN DISEÑO BASADO EN EL PROCESO DE
MANUFACTURA.**

(caso práctico "cople de Watthorímetro")

3.1. Watthorímetro o contador de vatios-hora.

El equipo que esta en proceso de cambio de diseño es el de una base para watthorimetro. Definición: Es un aparato eléctrico de medición que se utiliza en casas habitación e industrias para medir la energía en watts consumida por los diferentes dispositivos eléctricos por unidad de tiempo.

3.2. Características del watthorímetro.

Los contadores de vatios - hora o watthorímetros indican la energía total absorbida o suministrada, por un dispositivo en lugar de la energía por unidad de tiempo o potencia. En esencia, consisten en un pequeño motor cuya velocidad angular es proporcional a la potencia absorbida, esto es $\omega = kp$, siendo ω la velocidad angular instantánea, p la potencia instantánea, y k una constante de proporcionalidad.

Es la energía absorbida durante dicho intervalo de tiempo de modo que el desplazamiento angular es proporcional a esta energía.

El dispositivo de esferas del contador que se utiliza en la mayor parte de las viviendas es simplemente un tacómetro o cuenta revoluciones, sirve para registrar el desplazamiento angular total del contador. En la práctica, las esferas están agrupadas de modo que incluyen la constante de proporcionalidad e indican directamente la energía en kilo vatios – hora.

Se han mencionado las características del wathhorímetro, ya que éste va montado en la base de la cual vamos a hablar más adelante por la modificación que se propone hacer, donde hay una reducción de costo.

3.3 MATERIALES

El wathhorímetro va unido por una serie de clips o mordazas, estas a su vez, están fijadas a una base de baquelita donde están montados los clips, dicha base se encuentra dentro de una caja de lámina, todas estas piezas, están unidas sobre una base de conexiones, zapatas, cables y tornillos estándar y autorroscantes.

La base que vamos a describir aquí, es un wathhorímetro tipo trifásico, las hay para monofásicos, éstas son muy utilizadas en las casas habitación, así mismo hay una gran variedad según para el uso que es requerido y también especiales. La caja lleva un cople que sirve para unirse al tubo conduit o a la tubería, entre la caja y el cople va un empaque que sirve como sello, para evitar que se introduzca el agua.

A continuación se mencionan los materiales usados para ensamblar la base del medidor estos son los siguientes:

Lámina de acero 1018, calibre 10,12,16 y18 por 1.8 por 3.0 metros.

Baqelita F/15 de alto impacto a granel.

Cinta de cobre de 0.094, varias formas medidas y durezas.

Aluminio, varios tipos y formas.

Alambre, diámetro 0.093” de acero 1065.

Empaque de hule neopreno y cartón.

Baqelita: la baquelita es un material orgánico sintético resultado de la condensación química del fenol y formaldehído, puede ser usado en forma líquida o sólida. Líquida se emplea, para impregnar materias porosas para esmaltar bajo calor y presión y como agente de trabazón para sustancias moldeadas. En estado sólido no es atacada por el agua, vapor, aceites, ni por la mayor parte de los compuestos químicos. Ya sólido no se funde ni se ablanda a las temperaturas ordinarias de las máquinas y sólo se destruye alrededor de los 300°C. Se moldea muy bien y fácilmente.

El material **Plenco negro 7100**, es una celulosa y congrega todos los compuestos formulados para alta fuerza de impacto. Su densidad permite una buena ramificación y un fácil manejo. Las partes moldeadas tienen buen acabado.

<u>Tipo de componente</u>	<u>Propiedades de sus componentes</u>	<u>ASTM Test.</u>
Impacto	Densidad aparente	0.59 gr/cm ³ D 1895
ASTM D 700 tipo 3		
Organización U. L. de	Compuesto de	pellets
File N° E 40654	Caducidad	1-2 años

<u>Propiedades de moldeo</u>	<u>Valores típicos</u>		
<u>Nombre</u>	<u>Unidades</u>	<u>Inyección</u>	<u>ASTM Test</u>
Gravedad Especifica		1.4	D 792
Coefficiente de contracción	in/in	0.007	D 955
Resistencia a la contracción	Psi	8000	D 651
Modulo de deflexión	Psi	8.5 X 10 ⁵	D 790
Fuerza de compresión	Psi	27000	D 695
Resistencia al calor	°F	350	D 794
Temperatura de moldeo	°F	300	D 648
Absorción de agua	%	0.45	D 570

Las propiedades de especificación para compresión ver ASTM D 796, para trasferencia ASTM D 1896 y para inyección es ASTM D 3419.

Los valores de contracción pueden variar en la cavidad por la presión y la geometría.

Propiedades dieléctricas

Valores típicos

	<u>Unidades</u>	<u>Inyección</u>	<u>ASTM Test</u>
Fuerza dieléctrica	V/mil	230	D 149
Factor de disipación en un megahertz	%	4.5	D 150
Resistencia volumétrica	Ohm/cm ³	7.0 X 10 ¹²	D 257
Resistencia al arco	seg.		D 495
	Volt		D 3638

ACEROS: Fe + C. El mineral de hierro es un óxido que contiene del 35 al 65 % de hierro, oxígeno, fósforo, azufre, silicio, arena y otras impurezas, de este mineral se extrae el hierro que forma parte del acero.

Clases de acero, la palabra acero se aplica a muchas mezclas o combinaciones que difieren entre sí por sus cualidades químicas y físicas. El acero está compuesto por hierro y carbono. El acero que contiene más de 0.75 % de carbono, puede ser templado.

Aceros Normalizados SAE Composiciones, aplicaciones y tratamientos térmicos (composición normalizada de acero de la Society Of Automotive Engineers (SAE).

Especificación numeral de los aceros: se usa un sistema numérico en los índices, para la especificación de los aceros (SAE), esto hace posible la especificación que parcialmente describe la variedad a la que pertenecen los materiales, representados por tales números. La primera cifra nos indica el tipo de acero (hierro aleado con carbono): así el 1 significa acero al carbono, el 2 un acero al níquel, etc.

En el caso de aceros aleados (con otros metales), la segunda cifra indica generalmente el porcentaje aproximado del elemento de la aleación predominante. Generalmente las dos o tres últimas cifras indican el contenido medio de carbono o centésimas del 1% ejemplo: El acero 2340 significa un acero al níquel, con un 3 % aproximado de níquel y 0.4 % de carbono, en algunos casos a fin de evitar confusiones se ha hecho necesario apartarse de este sistema. Ejemplo de tal desviación son los números del acero, elegidos para varias aleaciones resistentes a la corrosión y al calor. En nuestro caso nosotros usamos el acero 1018 que es rolo en frío, equivalente como marca la tabla que a continuación mostramos:

Composición química de los aceros.

SAE Número	AISI Número (1)	Carbono (C)	Manganeso (Mn)	Fósforo (P) (máximo)	Azufre (S) (máximo)
1010	C1010	0.08 - 0.13	0.30- 0.60	0.040	0.050
1018	C1018	0.15-0.20	0.60-0.90	0.040	0.050
1036	C1036	0.30-0.37	1.20-1.50	0.040	0.050
1046	C1046	0.43-0.50	0.70-1.00	0.040	0.050

EL COBRE (C): Es un material de color rojizo que se encuentra en la naturaleza en forma de mineral (óxidos, sulfuro, etc.) se funde a 1,083° C, tiene un peso específico de 8.9 gr/cm³ según su porosidad, resistencia eléctrica de 0.017 ohm, (variable con la temperatura) y una conductividad térmica de 335 Kcal/mh°C a 20°C que a 100°C Baja a 324 Kcal/mh °C y a 1000°C desciende a 288 Kcal/mh°C es muy utilizado en la industria

debido a sus cualidades eléctricas, caloríficas y químicas, por sus características mecánicas es muy apreciado para la fabricación de conductores eléctricos, calderas radiadores y serpentines para calefacción o refrigeración. Comercialmente el cobre se clasifica (según normas DIN) como sigue:

Denominación	Composición
Cobre metalúrgico A	≥ 99% Cu con arsénico y níquel
Cobre metalúrgico B	≥ 99% Cu con poco arsénico
Cobre metalúrgico C	≥99.4 % Cu
Cobre metalúrgico D	≥ 99.6% Cu
Cobre metalúrgico E	≥solo se tiene en cuenta su conductividad eléctrica

se moldea en forma de lingotes para someterlo a tratamientos mecánicos y térmicos, que permitan laminarlo o estirarlo en caliente o en frío y se consigue darle forma de chapas, hilos, tubos, etc., pero puede estar endurecido, debido al estirado o recocido. También pueden obtenerse piezas fundidas en moldes de arena o en coquillas de cobre refrigeradas, no debiendo utilizarse para éstas ni el acero ni la fundición, debiéndose tener en cuenta que la contracción de volumen es de 4.2 %. El cobre puede soldarse por medio de estaño, plata o latón, o también por soplete de oxiacetileno y por arco eléctrico, sus características son las siguientes:

Características mecánicas del Cobre:

Características	Unidad	Fundido	Recocido			Duro		
			20° C	100 °C	300 °C	20° C	100 °C	300 °C
Resistencia a la tracción	Kg/mm ²	15-20	20	21	14.5	41	37	14.5
Alargamiento de ruptura	%	25-15	47	46	40	5.4	5.5	5.4
Límite de elasticidad	Kg/mm ²	-	9	-	-	36	-	-
Fatiga de flexión	Kg/mm ²	-	7	-	-	10	-	-
Dureza Brinell	Kg/mm ²	50	50	-	-	115	-	-

Su módulo de elasticidad varía de 12,700 Kg/mm² a la temperatura ambiente hasta 7, 100 Kg/mm² a 400 °C. Estos valores pueden cambiar dependiendo de la pureza del material, la temperatura del recocido y el grado de laminación o estirado, por lo que solo pueden tomarse como valores de orientación.

ALUMINIO Y SUS ALEACIONES: el aluminio, es un metal de color blanco brillante que se encuentra en la corteza terrestre, el mineral principal es la bauxita, se funde a 658°C su peso específico es 2.7 gr./cm³, su resistencia eléctrica es de 0.029 ohm/mm² y una conductividad térmica de 180 Kcal/mh °C. Por ser un metal con poco peso es muy utilizado en la industria (por ejemplo: para la fabricación de aviones), a

demás presenta resistencia a ciertos químicos y tiene buena conductividad eléctrica. El aluminio puede fundirse, moldearse, laminarse, estirarse, forjarse, extruirse, etc. Su contracción lineal es de 1.6% aproximadamente. El enfriamiento rápido y los tratamientos mecánicos en frío, aumentan su resistencia a la tracción y la dureza, mientras que por medio de un recocido, disminuyen ciertas características y aumenta el alargamiento. El material puede maquinarse, embutirse, estamparse, etc., y existe una gran variedad de aleaciones ligeras de aluminio, entre las cuales cabe destacar las siguientes:

Duraluminio: Es una aleación compuesta de 95 % de Al, 4% Cu, 0.5 % de Mg, 0.5 Mn, se funde a 650°C y se utiliza para forjar laminas por extrusión, puede templarse y recocerse, con lo que se alteran sus características mecánicas.

Siluminio: esta es otra aleación del aluminio; tiene un 87% de Al, 13% de Si, algunas veces se le añade algo de cobre, magnesio y manganeso pero estos modifican sus propiedades y características mecánicas, se funde a 580°C su peso específico es de 2.5 a 2.6 g/dm³. y debido a su gran fluidez se utiliza para piezas fundidas de espesores pequeños y formas complicadas, su contracción lineal es de 1.3 a 1.4 %.

Procedimiento de extrusión: a ciertos metales relativamente plásticos se les pueden dar formas variadas, al ser forzados por impulsión, generalmente son calentados y con una presión elevada, se hacen pasar a través de una abertura con la forma deseada. De esta manera se obtiene una barra continua o tubo de la sección transversal dada al pasar por la matriz correspondiente.

Diversas aleaciones no ferrosas se utilizan en el proceso de extrusión entre ellas tenemos bronces, latones, aleación de aluminio cobre estaño, etc. Las aleaciones de aluminio, normas SAE Número 20, 24, 25, 26, y 28 se utilizan para obtener perfiles extruidos, en forma de chapa, barra, varilla, alambre, etc.

La ventaja del método de extrusión radica, en que permite producir secciones raras con bajo costo y debido a la gran presión a la que se somete el metal en este proceso, su estructura resulta más compacta y aumenta su resistencia mecánica, la superficie queda plana y libre de defectos, las dimensiones pueden calibrarse con precisión y con nulo o escaso acabado adicional. Cuando se necesita un mejor acabado, el material se pasa de nuevo por otra matriz especial.

Las zapatas, utilizadas en nuestro caso se producen con este método, posteriormente las secciones se cortan a la medida requerida, quedando la pieza parcialmente terminada ya que se requieren hacer otras operaciones adicionales como son los barrenos y la cuerda.

Como ya se dio una breve explicación de los materiales y procesos, a continuación se presenta el catálogo de partes y posteriormente, se describen los procesos de cada una de ellas:

Catálogo de partes para el ensamblado (antes de la modificación).

NOMBRE	CANTIDAD
1. Envolvente	1
2. Cabecera superior	1
3. Cabecera inferior	1
4. Porta Candado inferior	1
5. Soporte para base	1
6. Cubierta exterior	1
7. Tope de seguridad	1
8. Porta candado exterior	1
9. Remache tubular	1
10. Base de baquelita	1
11. Mordaza o clip	7
12. Cable calibre 12 AWG	1
13. Zapatas	6
14. Tornillos 8-32x0.750	14
15. Tensor	7
16. conector de tierra	1
17. Cople de aluminio	1
18. Tornillo STD ¼ – 20	2

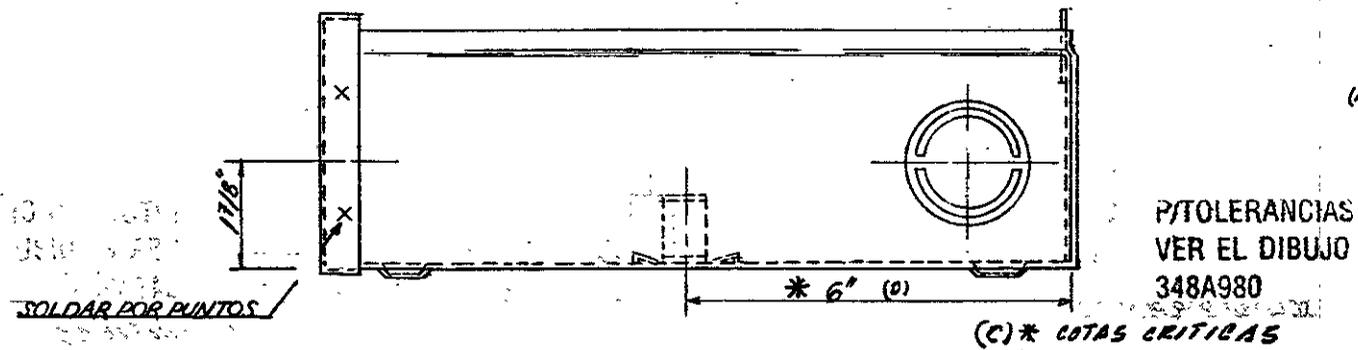
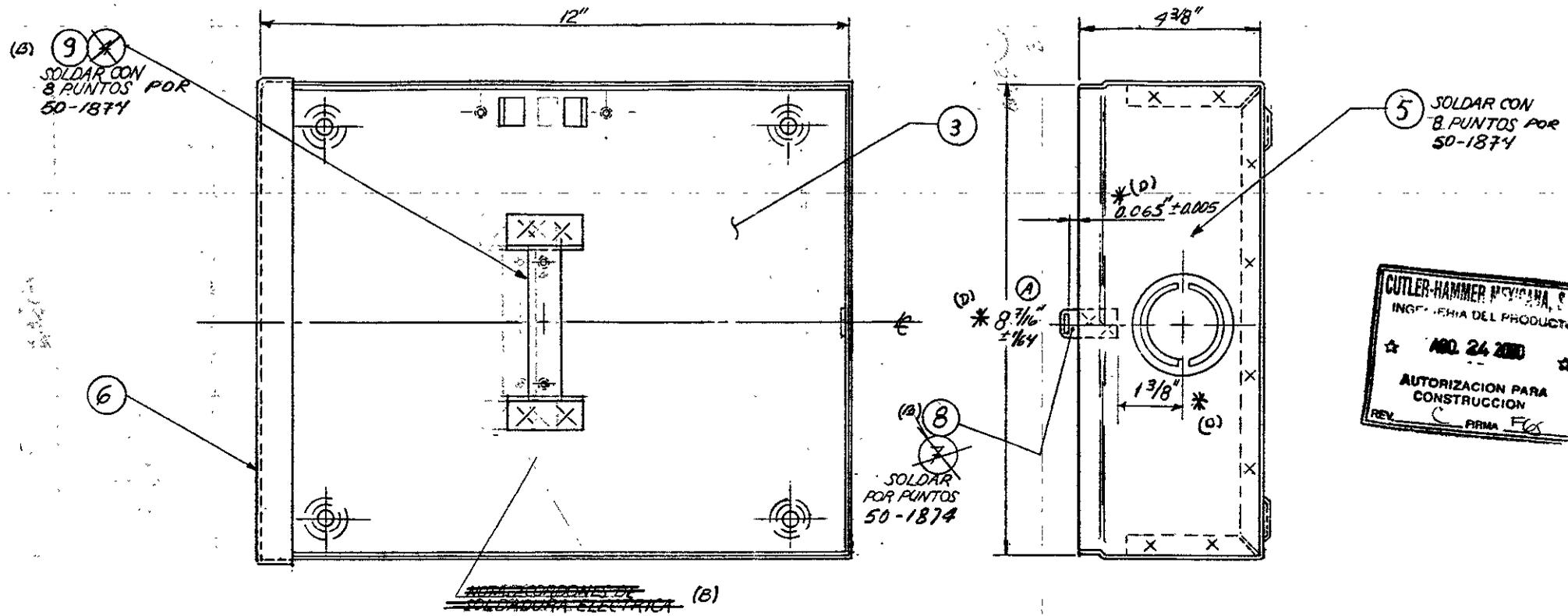
19. Tornillo hexagonal STD 10-32x1/2	4
20. Tornillo hexagonal T. 8-32x1/2	4
21. Etiquetas	4
22. Empaque o sello	1
23. Zapatas de tierra	2
24. Caja de cartón para empaque	1

Catálogo de partes para el ensamblado (después de la modificación).

NOMBRE	CANTIDAD
1. Envolvente	1
2. Cabecera superior	1
3. Cabecera inferior	1
4. Porta Candado inferior	1
5. Soporte para base	1
6. Cubierta exterior	1
7. Tope de seguridad	1

8. Porta candado exterior	1
9. Remache tubular	1
10. Base de baquelita	1
11. Mordaza o clip	7
12. Cable calibre 12 AWG	1
13. Zapatas	6
14. Tornillos 8-32x0.750	14
15. Tensor	7
16. conector de tierra	Se elimina
17. Cople de aluminio	Se elimina
18. Tornillo STD 1/4 - 20	2
19. Tornillo hexagonal STD 10-32x1/2	4
20. Tornillo hexagonal T. 8-32x1/2	4
21. Etiquetas	4
22. Empaque	1
23. Zapatas de tierra	Se eliminan
24. Caja de cartón y empaque	1
25. Zapata de tierra (se anexa)	1
26. Cople de lámina	1

A continuación, se anexan los planos de cada parte y su función, así como los dibujos de ensambles por grupos y subgrupos.



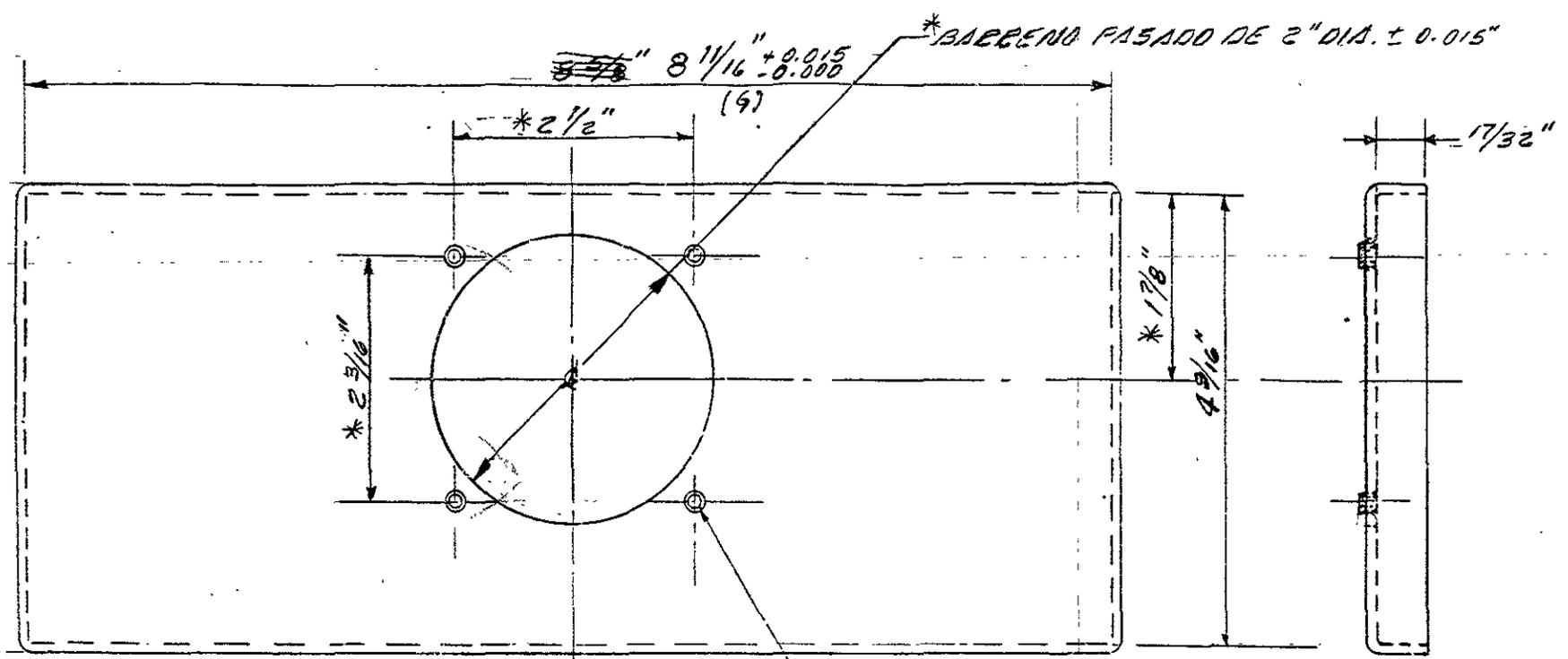
Nº	DESCRIPCION	Nº DE PARTE	CANTIDAD
9	SOPORTE	79-14524	1
8	PORTA CANDADO	52-2753	1
3	ENVOLVENTE	39-41872	1
4	SOPORTE	79-14544	1
5	CABECERA INF.	47-33821-3	1
6	CABECERA SUP.	47-33821	1
7	PORTA CANDADO	52-10504-2	1
ENS DE ENVOLVENTE P/CHMB310D			

MATERIAL	No. DE PARTE	DESCRIPCION:	FECHA	VA. BO.
ACABADO	EN PINTURA GRIS ANCI ESTANDARD	ENSAMBLE DE ENVOLVENTE		
ESCALA	SIN			
ACOTACIONES	PULGADAS		4-11-96	PAVON
TOLERANCIA	DECIM FRACC. ± 1/64 GRADOS		3-11-93	J. CRUZ
DESARROLLO			12-1-92	CRUZ
PRIMER ENS.	39-39502-2			
LET. R E V I S I O N				

DESCRIPCION:
ENSAMBLE DE ENVOLVENTE
PARA: BASE DE MEDIDOR DE 100A 3 FASES

Cutler-Hammer MEXICANA, S.A.			
DISENO	CRUZ	APROBO	LGZ
DIBUJO	GARCIA	FECHA	4/12/92
REVISO	CRUZ		
PLANO No.	39-41873	REV.	C

REV. 10/16/92



4 EXTRUIDOS DE 0.177 DIA.
(F) PITORNILLO AUTORSICANTE DE 10-32

CUTLER-HAMMER MEXICANA, S. A.
INGENIERIA DEL PRODUCTO
★ JUL. 31 2000 ★
AUTORIZACION PARA CONSTRUCCION
REV. H FIRMA FGS

* DIMENSIONES CRITICAS
(C) PARA TOLERANCIAS Ver Dib: 348A980

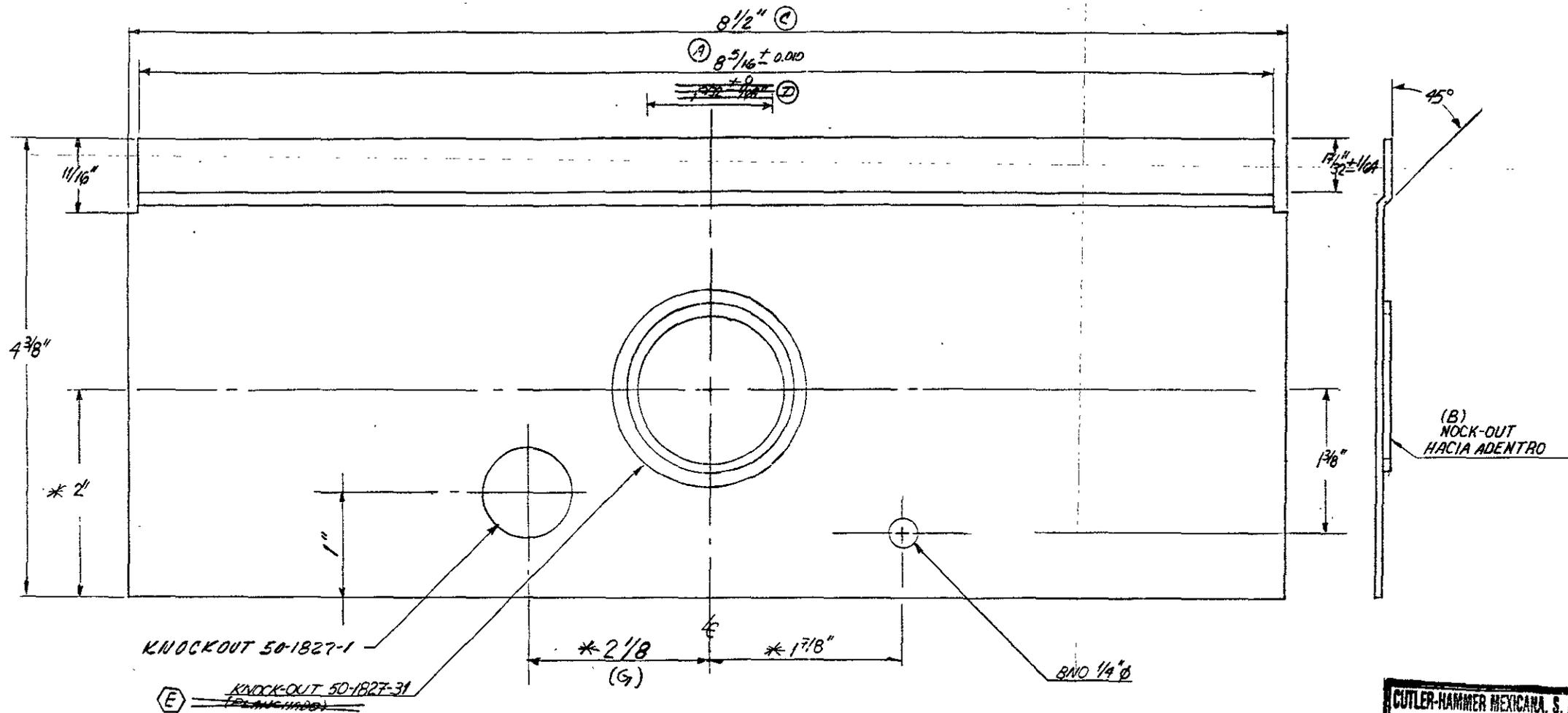
H	EXTRUIDOS DE 0.177 FUERON DE 0.173	23-V-00	J.B.H
G	SE CAMBIO 8 1/16 FUE 8 5/16 DESARROLLO	22-IV-98	PAVON
F	EXTRUIDO 0.173 FUE 0.156 DIA.	8-IX-97	PAVON
E	SE INDICARON TOLERANCIAS	5-04-97	PAVON
D	CAMINA ORS CAL 16 (0.062) FUE CAL. 18	2-IX-96	YARR
C	SE INDICARON DIMENSIONES CRITICAS	31-III-96	JARR
B	SE ELIMINO EXTRUIDO DE Ø 2"	13-VIII-92	CRUZ
A	CON REVISION (A) DEL 21-I-92	23-IV-92	J. CRUZ
A	ESTE DIBUJO CANCELA AL MISMO		
LET.	R E V I S I O N	FECHA	Vc Bo

MATERIAL	CAM. C.R.S. CAL 16	No. DE PARTE	309-16-1
ACABADO	SIN		
ESCALA	SIN		
ACOTACIONES	PULGADAS		
TOLERANCIA	DECIM ± 1/64" FRACC.	GRADOS	
DESARROLLO.	5-093 X 9-750 (G)		
PRIMER ENS.	39-41873		

DESCRIPCION: CABECERA SUPERIOR
PARA: BASE DE MEDIDOR DE 100A, 3 POLOS

Cutler-Hammer MEXICANA, S.A.			
DISEÑO	J. CRUZ	APROBO	L. G. Z.
DIBUJO	PAVON	FECHA	3-IV-92
REVISO	J. CRUZ		
PLANO No.	47-33821	REV.	H

BLU CLIP



KNOCKOUT 50-1827-1

(E) KNOCK-OUT 50-1827-31
(PLANCHADO)

BNO 1/4" Ø

* DIMENSIONES CRITICAS
(H)

PARA TOLERANCIAS VER DIB: 3484980

(CH101-1)

I	SE INDICARON TOLERANCIAS	3-04-97	DAVON
H	SE INDICARON DIMENSIONES CRITICAS	20-VII-91	I.M.R.
G	2 1/8 FUE 1 7/8	6-VI-93	CRUZ
F	SE ELIMINO SAQUE DE 1 1/8	14-XI-93	CRUZ
E	SE ELIMINO PLANCHADO	6-VIII-93	J.C.
D	SE ELIMINO SAQUE DE 1/32	3-VI-93	CRUZ
C	8 1/2 FUE 8 5/8	7-IV-93	CRUZ
B	SE INDICO POSICION DE PLANCHADO	ENE-25-93	L.G.Z.
A	8 5/16 FUE 8 13/32	12-V-92	CRUZ
LET.	R E V I S I O N	FECHA	Vo. Bo.

DESCRIPCION:
CABECERA INFERIOR
PARA: BASE DE MEDIDOR DE
100 AMP. 3F

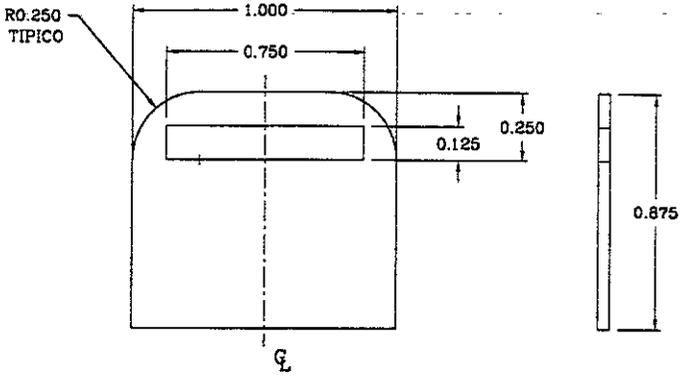
CUTLER-HAMMER MEXICANA, S. A.
INGENIERIA DEL PRODUCTO
☆ JUL. 31 2000 ☆
AUTORIZACION PARA
CONSTRUCCION
REV. I FIRMA FGS

MATERIAL	LAMINA CR C16	No. DE PARTE	909-16
ACABADO			
ESCALA	SIN		
ADOTACIONES	PULGADAS		
TOLERANCIA	DECIM ± 0.015	FRACC.	GRADOS
DESARROLLO			
PRIMER ENS.	39-4/873		

Cutler-Hammer MEXICANA, S.A.

DISEÑO	CRUZ	APROBO	L.G.Z.
DIBUJO	GARCIA	FECHA	9-XI-92
REVISO	CRUZ		
PLANO No.	47-33821-3	REV.	I

REVISIONES
 ESTE DIB. CANCELA A:
 AL MISMO CREV. "A"
 DE MAYO 1996 JUAN T.
 110500



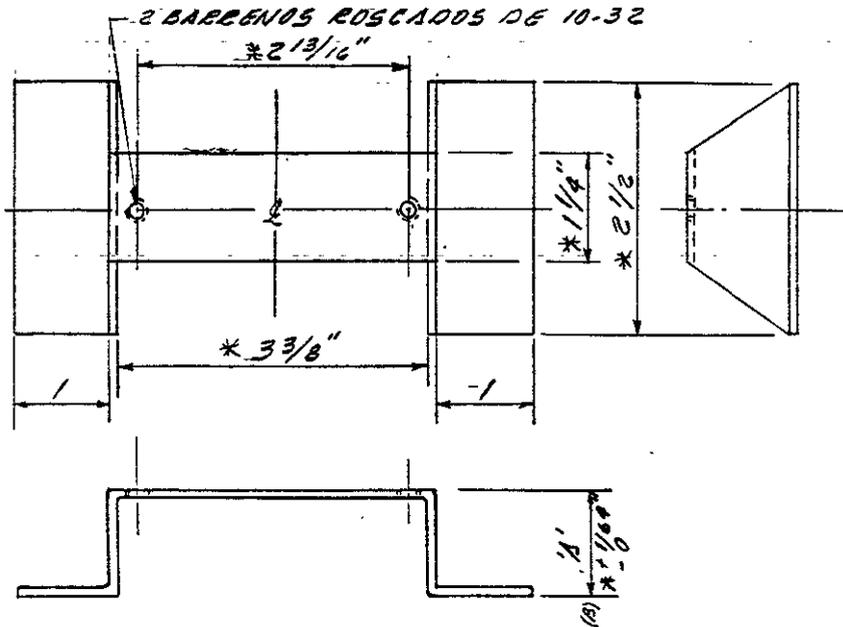
CUTLER-HAMMER MEXICANA, S. A.
 INGENIERIA DEL PRODUCTO
 JUL 31 2000
 AUTORIZACION PARA
 CONSTRUCCION
 REV. 4 FIRMA FGS

(PARA TOLERANCIAS VER DIBUJO 348A980)

MATERIAL: LAM. C. R. S. CAL 18 No. PARTE: 909-18 ACABADO: PULGADAS ESCALA: SIN.
 ACABADO: SIN. DESARROLLA: 1" X 7/8" PRIMER DIBUJO: VARIOS

LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO FUE CREADA POR CUTLER-HAMMER; SU USO ES CONFIDENCIAL Y SOLO SE PUEDE UTILIZAR CON EL PROPOSITO POR EL CUAL FUE PROPORCIONADA.		DISEÑO J. CRUZ 13/05/98	FECHA 13/05/98	Cutler-Hammer		MEXICO D.F.	
		DIBUJO I. VINESAS 13/05/98	FECHA 13/05/98	TITULO PORTACANCAUDO INTERIOR			
		REVISO J. BECERRIL 13/05/98	FECHA 13/05/98	TIPO SOPORTE	PRODUCTO BASE INTEGRAL 100 Y 200 AMPS.		
FEDERAL ID No.	CODIGO PRODUCTO	REVISION	TAMANO DIBUJO	APROBO ING. A.MARBAN 14/05/98	FECHA 14/05/98	ORDEN NUMERO PLANO NUMERO 52-2753	HOJA 1 DE 1

FORMA IP 700 18
 REV. 03



MATERIAL: CAM. C. R. S. CAL. 12 (0.104) No. DE PARTE: 909-12 (CH101-1)

ACABADO: SIN

ESCALA: 1: 3/4"

ACOTACIONES: PULGADAS

TOLERANCIA: ± 1/64"

PRIMER ENS. 39-41873 y 39-39058M-2

CUTLER-HAMMER MEXICANA, S. A.
 INGENIERIA DEL PRODUCTO
 JUL. 31 2000
 AUTORIZACION PARA CONSTRUCCION
 FIRMAS: C, FGS

(C) * DIMENSIONES CRITICAS

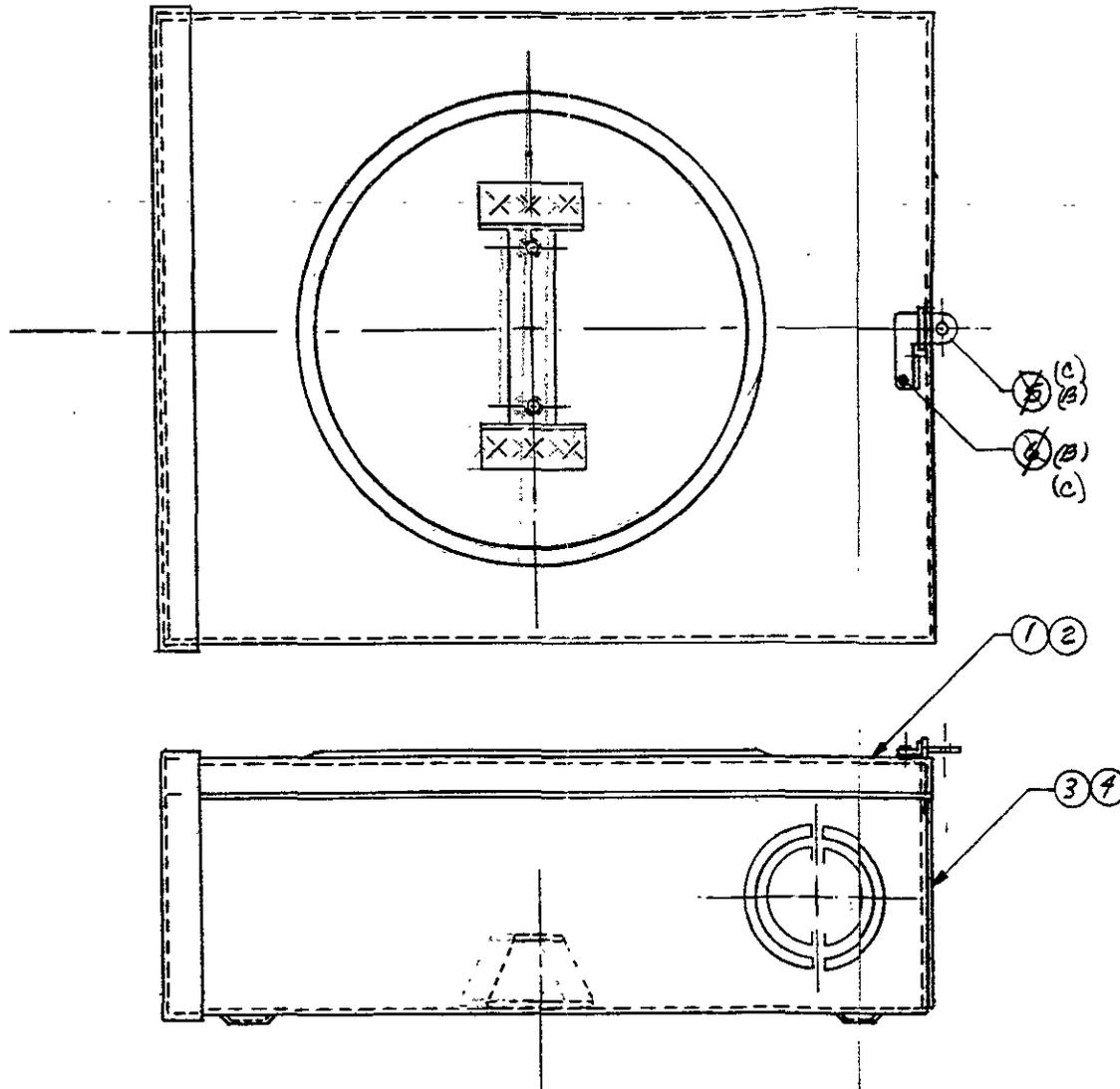
(B)	79-14524-2	1 3/8"
	79-14524	1 3/8"
	No. DE PARTE	A
		DIM.

SE INICIO DIMENSION	23-3%	F.R.P
SE ACERCAO DEL 79-14524-2	7-1X-93	J.CRUZ
79-15454M-2	5-VI-93	J. (M)
ESTE DIB CANCELA AL		
LET	REVISION	FECHA Va. Bo

DESCRIPCION:
SOPORTE
 PARA: BASE PARA MEDIDOR DE 100 Y 200 AMPS. 3 FASES

Cutler-Hammer MEXICANA S.A.

DISEÑO	J. CRUZ	APROBO	A. CRUZ
DIBUJO	PAYON	FECHA	18-VI-93
REVISO	J. CRUZ		
PLANO No	79-14524	REV.	C



CUTLER-HAMMER MEXICANA, S. A.
 REV. TÉCNICA DEL PRODUCTO
 ☆ AGO. 11 1988 ☆
 AUTORIZACION PARA
 CONSTRUCCION
 REV. C. FRMA FES

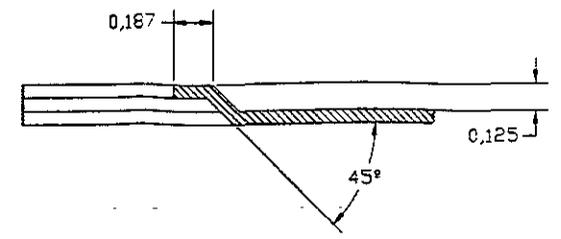
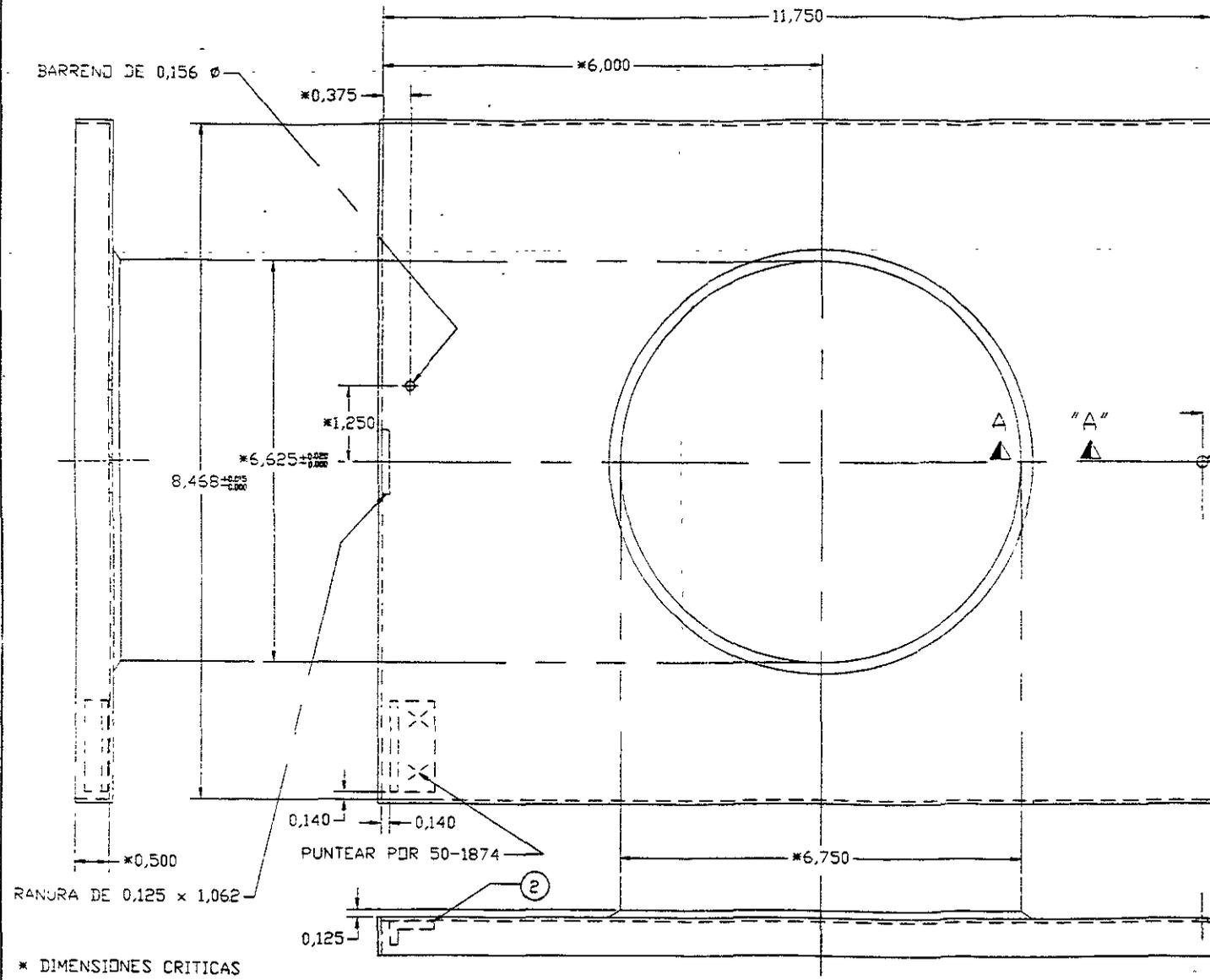
Nº	Nº DE PARTE	DESCRIPCION	CANT.
5	12-2681	RENDONES	17
5	52-2752	PARTE CAMBIO	17
4	39-41873	ENS. DE ENVOLVENTE	1
3	39-39058M-2	ENS. DE ENVOLVENTE	1
2	47-33822	CUBIERTA	1
1	47-27098M-4	CUBIERTA	1
	39-39502	ENS. DE CAJA PICHM300	
	39-39502-2	ENS. DE CAJA PICHM3100	

ATERIAL	No. DE PARTE							
CABADO								
SCALA								
COTACIONES				C	SE ESTIMÓ LOS Nos 5 Y 6	11-VI-78	PANDN	
OLERANCIA	DECIM	FRACC.	GRADOS	B	SE AGREGARON LOS Nos 5 Y 6	8-IV-93	U. CRUZ	
ESARROLLO					REVISION 7ª DEL 4-VI-87	21-I-92	CRUZ	
RIMER ENS.	96-1783M-2			A	ESTE OBJETO CANCELA AL MISMO	CON		
				LET.	R E V I S I O	N	FECHA	Va. Bo.

DESCRIPCION:
 ENSAMBLE DE CAJA
 PARA: MEDIDOR DE 100 Y 200A
 3 FASES.

**Cutler-Hammer
 MEXICANA, S.A.**

DISENO	CRUZ	APROBO	LSZ
DIBUJO	GARCIA	FECHA	16/1/92
REVISO	CRUZ		
PLANO No.	39-39502	REV.	C



SECCION A-"A"

0,155" BARREND DE 3/16" DIA
(B)

47-33822 ENSAMBLE DE CUBIERTA P/CHM3100				
CANTIDAD	No. DE PARTE	No.	DESCRIPCION	TAM. DIB
1	18-2539	2	TOPE DE SEGURIDAD	A
1	47-33822-2	1	CUBIERTA EXTERIOR	ESTE DIB
4	3	2	0	

* DIMENSIONES CRITICAS

(TOLERANCIAS VER DIBUJO 348A980)

MATERIAL: LAMINA CRS CAL. # 16 (0,059)	No. DE PARTE: 909-16 (CH101-1)				
ACABADO: PINTURA GRIS ANSI 61					
ESCALA: SIN					
ACOTACIONES: PULGADAS					
DESARROLLO: 9,468 x 12,125	B	SE AGREGO BARREND 3/16" DIA.	26-07-99	PAVDN	
PRIMER ENS: 39-39502-2	A	ESTE DIBUJO CANCELA AL MISMO CON REV. "A" (14-01-98)	26-01-99	PAVDN	
	LET	REV./DESCRIPCION	FECHA	Vo.Bo.	

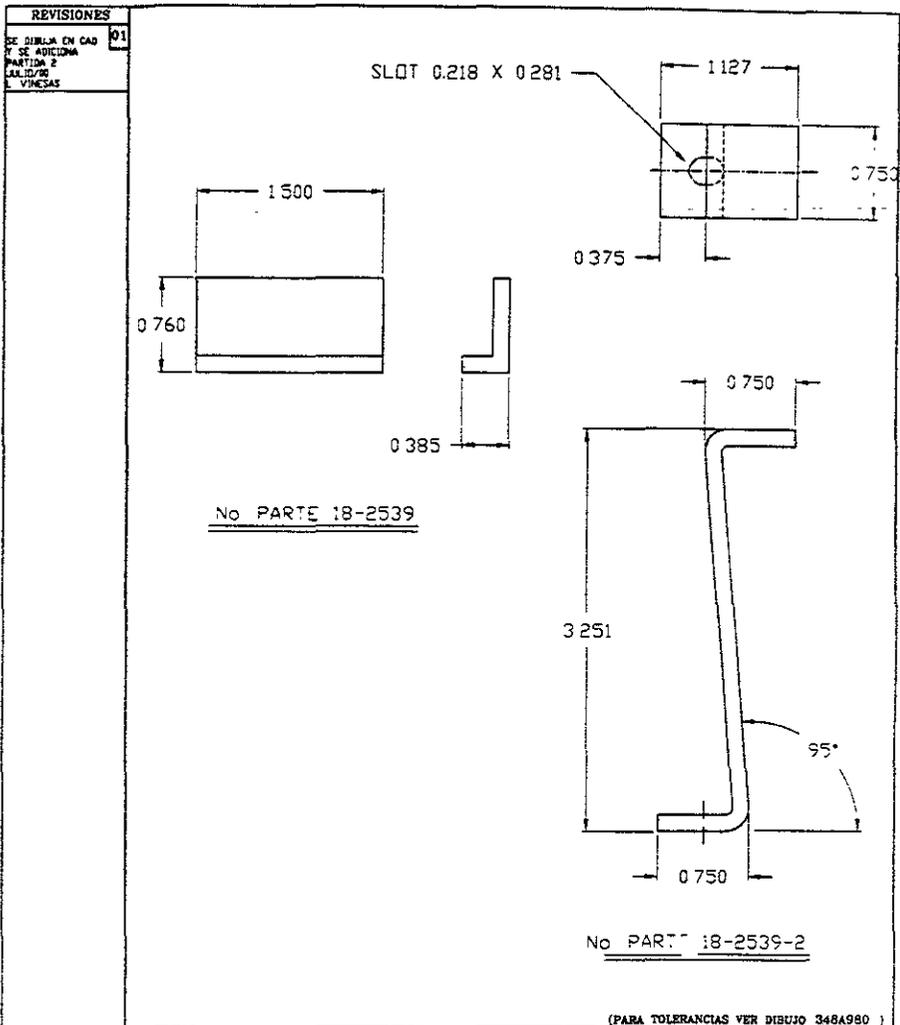
DESCRIPCION:
ENSAMBLE DE CUBIERTA EXTERIOR

PARA:
BASE DE MEDIDOR CHM3100 DE 100 A, 3 FASES

Cutler-Hammer CHMEX
EATON CORPORATION

DISEÑO.	J.C.H.	APROBO	AMARBAH F
DIBUJO.	LMR.	FECHA	14-09-98
REVISO.	PAVDN	TAMANO	B
PLANO No.	47-33822		REV. 1

LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DIBUJO ES PROPIEDAD DE EATON CORPORATION. SU USO ES PERMITIDO SIN REPRODUCCION, USUO O EXPOSICION, EXCEPTO

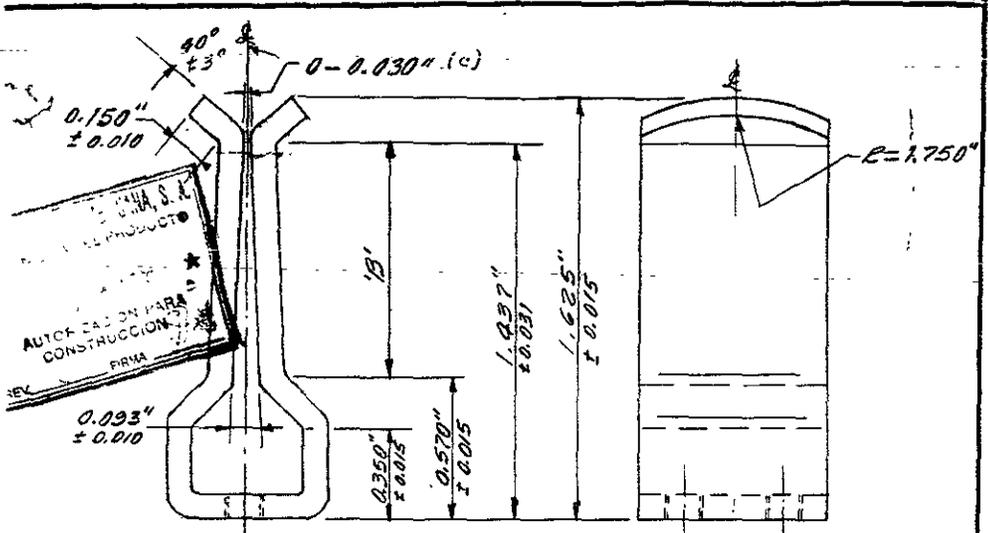


(PARA TOLERANCIAS VER DIBUJO 348A980)

NORMA: LAM. CRS CAL 10 (0134)	NO. PARTE:	INDICADO EN RUTAS:	ACTIVACION: PULGADAS	ESCALA: SIN
ACABADO: SIN	DESARROLLO:	INDICADO EN HOJA DE RUTA:	PRIMER DESMBLE:	"

LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO FUE CREADA POR CUTLER-HAMMER SU USO ES CONFIDENCIAL Y SOLO SE PUEDE UTILIZAR CON EL PROPOSITO POR EL CUAL FUE PROPORCIONADA	DISEÑO JOSE B	FECHA JULIO/00	Cutler-Hammer	MEXICO D.F.
	DIBUJO L. VINESAS	FECHA JULIO/00	TITULO TOPE Y SEGURO INTERNO	
	REVISO JOSE B	FECHA JULIO/00	TIPO BASE DE MEDIDOR	
REVISION 01	APROBADO INC. A. MARBAN	FECHA JULIO/00	PLANO NUMERO 18-2539	HOJA 01 DE 2

FORMA IP 700 18
REV 03



NOTAS

- 1.- LOS BARRENOS ROSCADOS 8-32 DEBERAN ESTAR ALINEADOS CON RESPECTO A ± 0.005
- 2.- AL INSEERTAR UNA NAVAJA DE 0.093" DE ESPESOR, EN LA SUPERFICIE 'B' SE DEBERA TENER MINIMO EL 75% DE AREA DE CONTACTO.

MATERIAL: SOLERA DE COBRE 3/32" X 3/4"
 No. DE PARTE: (1396-759)

ACABADO: ESTAÑO BRILLANTE

ESCALA: 2:1

ACOTACIONES: PULGADAS

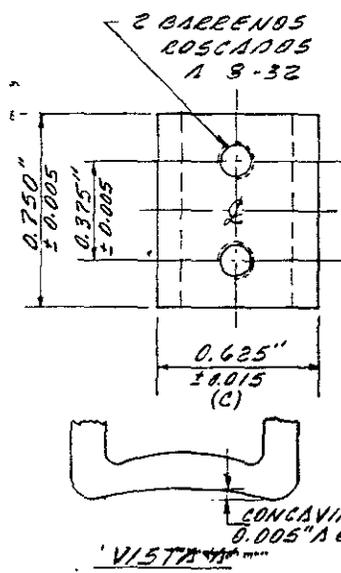
DUREZA: ROCKWELL 30T (43-57)
 No. CH 221-2

PRIMER ENS. 17-16513M-4

TOLERANCIAS

VER EL DIBUJO

348A980

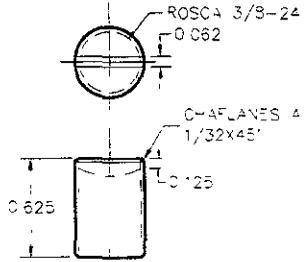
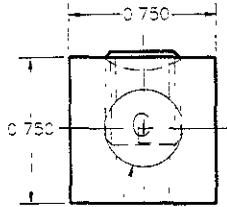
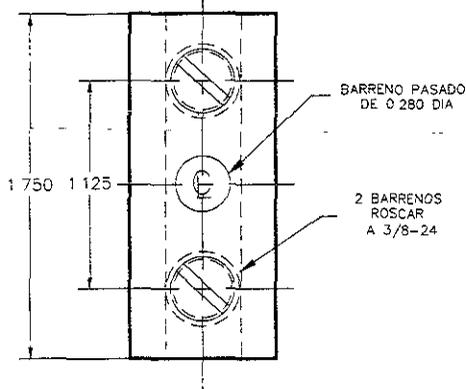


VISTA

		DESCRIPCION:	Cutler-Hammer	
		MORDAZA	MEXICANA S.A.	
CON TOLERANCIAS	7-12-97	IMR	DISEÑO	J. CRUZ
SE INDICÓ TOLERANCIAS	2-DIMENSIONES	7-12-97	APROBÓ	L. G. Z.
23-542DM-3 y -4	5-11-95	LABOR	DIBUJO	PAVON
ESTE DIB. CANCELA AL			FECHA	17-V-93
			REVISÓ	V. G. L. ?
			PLANO No	22-CA22AD-2
			REV.	#

PARA: BASE PARA MEDIDOR 100 Y 200

REVISIONES



OPRESOR

MATER AL FREE CUTING
ACABADO ESTAÑO BRILANTE

NOTA IMPORTANTE
SE DEBERA ELIMINAR REBABA DE LAS ARISTAS Y DE LOS BARRENES

(PARA TOLERANCIAS VER DIBUJO 346A980)

MATERIAL	ALUMINIO 6061-T6	No PARTE	ACOTACION	PULGADAS	ESCALA	5:1
ACABADO	ESTAÑO BRILANTE	DESARROLLO	N/A		PRIMER ENSAMBL	

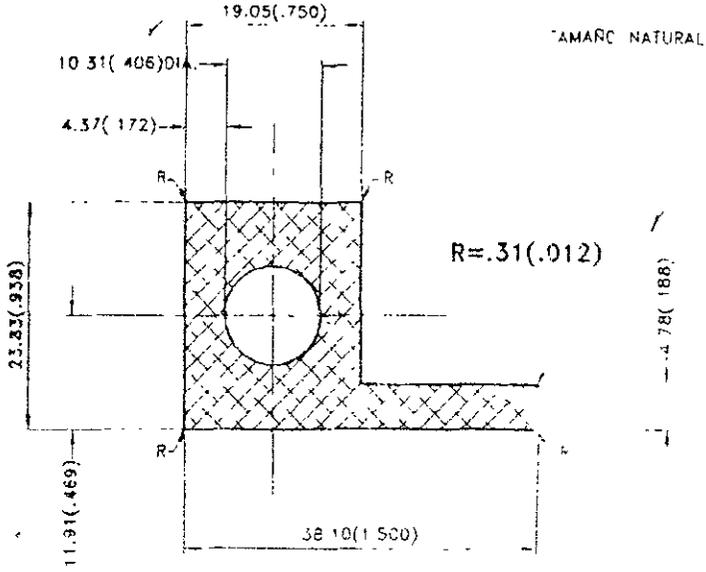
LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO FUE CREADA POR UNO DE LOS INGENIEROS DE DISEÑO Y NO SE DEBE USAR PARA OTROS PROPOSITOS SIN EL PERMISO ESCRITO DE CUTLER-HAMMER.		DISEÑO RAYON FECHA 29-06-00	FECHA 29-06-00	Cutler-Hammer MEXICO D.F.
		DIBUJO JUAN TORRES FECHA 13-03-00	FECHA 13-03-00	Z-PATA DE TIERRA
		REVISO J BECERRIL FECHA 13-03-00	PRO PRODUCTO CHV3 00 Y CHV3200	
ESPECIAL NO DIBUJO REVISO FECHA A	MANO DIBUJO APROBADO N.S. A MARBAN FECHA 13-03-00	ORDEN NUMERO 80-7236	PLANO NUMERO 80-7236	FECHA 13-03-00

FORMA IP 700 18
REV. 03

NO HAY SUPERFICIE EXPUESTA.

07 FEB 2000

NO CONTROLADA



MATERIAL: 6061-T6

ALCOMEX, S.A. DE C.V. MEXICO, D.F.

CLIENTE NOMBRE DE SECCION: ZAPATA CLIENTE NUM DE SECCION: 2 1

DIRTJO J.L.C. Arol en MM (Pig) ESCALA: P.A. (4 850) P.P. FECHA: 5-FEBRERO-2000

PERFIL: HUECO II

SON APLICABLES LAS TOLERANCIAS STANDARD A A O ASTM SI NO SE ESPECIFICAN DE OTRA FORMA

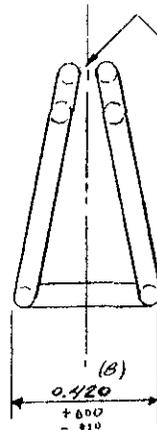
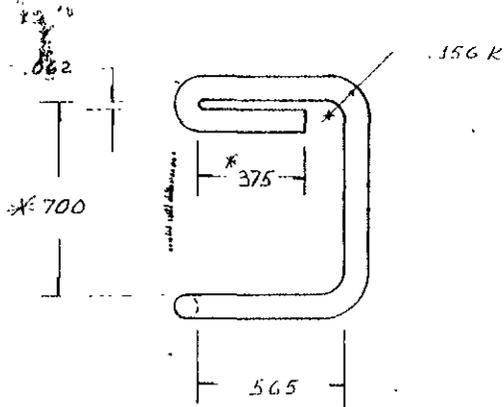
Area	194.5	4.812	Cm ²
Peso	844	1.256	Kg/m
Perimetro	6.125	15.558	Cm
Modulo Ctr.	1.8	4.6	Cm
Torsor	7		

SC2000/28476

DIBUJO MECANICO



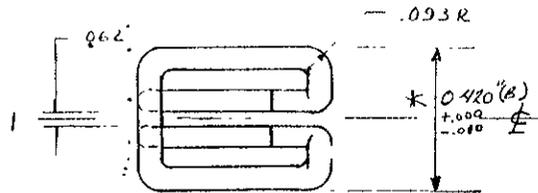
ALCOMEX S.A. DE C.V.



(A) (B)
AL APLICAR UNA CARGA DE 15-18 LBS DEBE SUFRIR UNA ELONGACION DE 0.300" Y VOLVER A SU POSICION ORIGINAL SIN PERDER SU BRIO

(A)
MATERIAL: ACERO AL CARBON 1065 O SU EQUIVALENTE, DE Ø 0.043" RECOBER Y TEMPLAR A UNA DUREZA DE R. C 35-40

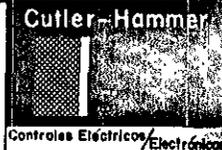
(C)
ACABADO: ~~PAYONADO~~ ZINCADO DESHIDROGENADO
COTAS: PULGADAS.
ESCALA: SIN
TOL: ±.015, 1°



P/TOLERANCIAS
VER F: DIBUJO
348A00

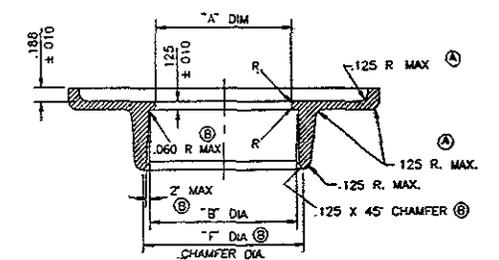
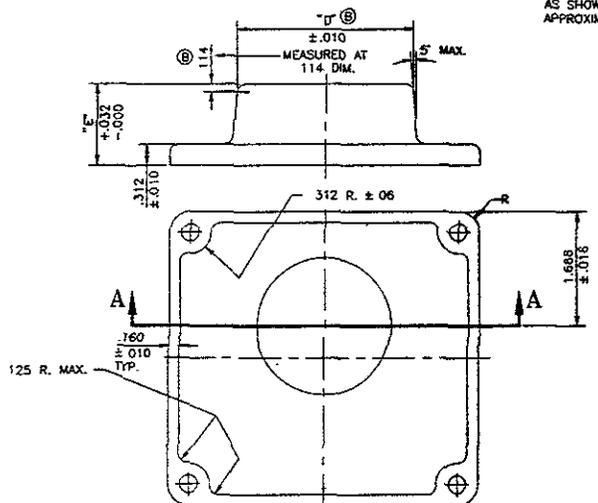
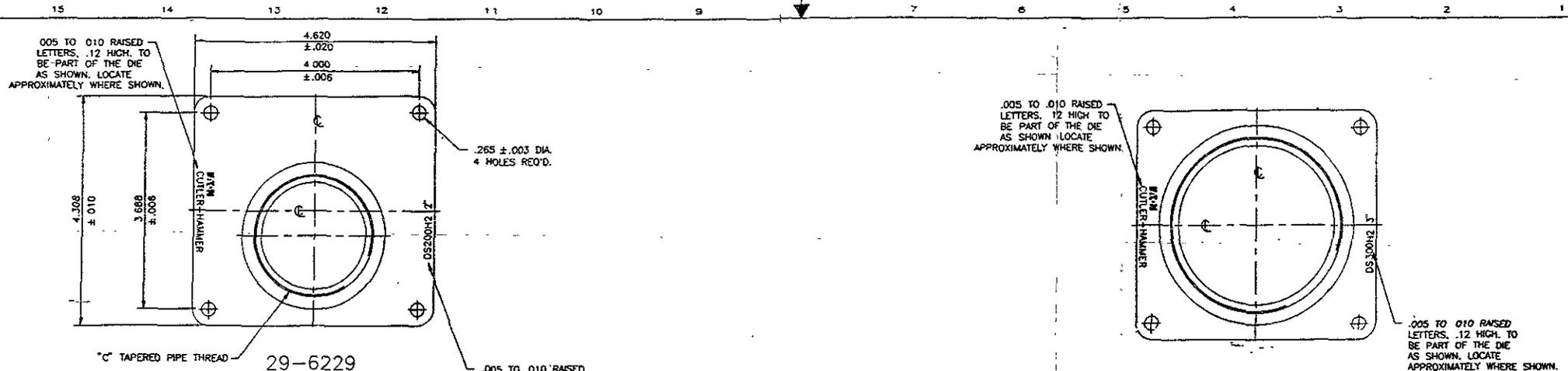
2)
DIMENSIONES CRITICAS 3R/11/20:

			DESCRIPCION: TENSOR
SE INDICARON DIMENSIONES CRITICAS	25-11-87	IMR	
SE CAMBIO (CARGA)	1-11-87	CRUZ	
15-18 lbs. Y DE 14 lbs	8-11-85	CRUZ	PARA BASE INTEGRAL PARA MEDIDOR
SE APLICÓ 0.420" DE 4.20" CAMBIO DE			
SE INDICÓ DUREZA Y MATERIAL	7-11-84	CRUZ	
R F V I S I O	AVe Ba		



DISEÑO	DIBUJO	REVISO	APROBADO	FECHA
S P G	Borraz	Guillem	AUSA	13-11-83

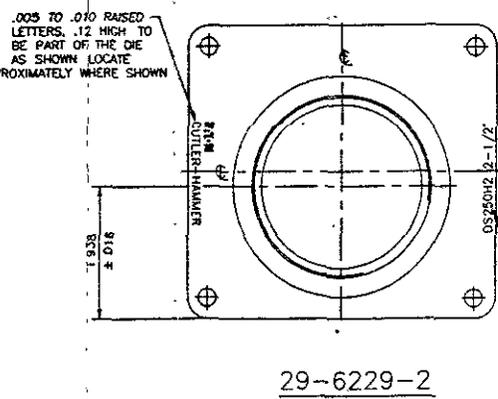
55-1144M-2 REV. 2



SECTION A-A
BEFORE TAPPING OPERATION

⑥ MANUFACTURING AND TAP SPECIFICATIONS:
TAP SO THAT TAPER PLUG GAUGE FITS
5 1/2 FULL TURNS MINIMUM. CHECK WITH TAPER
THREAD GAUGE FURNISHED BY EATON

TORQUE TEST REQUIREMENTS
SAMPLES OF EACH LOT, RECEIVED FROM VENDOR SHOULD BE CHECKED
AT TORQUE VALUES SHOWN BELOW.
TEST TO BE CONDUCTED WITH A STANDARD PIPE (PROPERLY THREADED
TO FIT PIPE GAUGE) ASSEMBLED TO HUB
3/4" HUB - 800 INCH-POUNDS
1" THRU 1 1/2" HUBS - 1,000 INCH-POUNDS
2" AND LARGER HUBS - 1,600 INCH-POUNDS
THERE SHALL BE NO STRIPPING OF THREADS OR SPLITTING OF HUB
WALLS AFTER THIS TEST.



① NOTE, UNLESS OTHERWISE STATED BREAK ALL SHARP EDGES .032R. MAX.

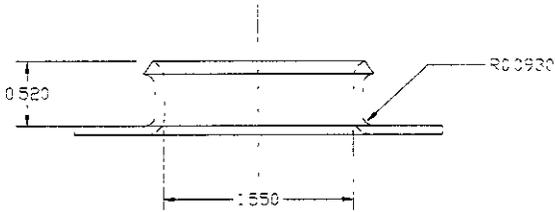
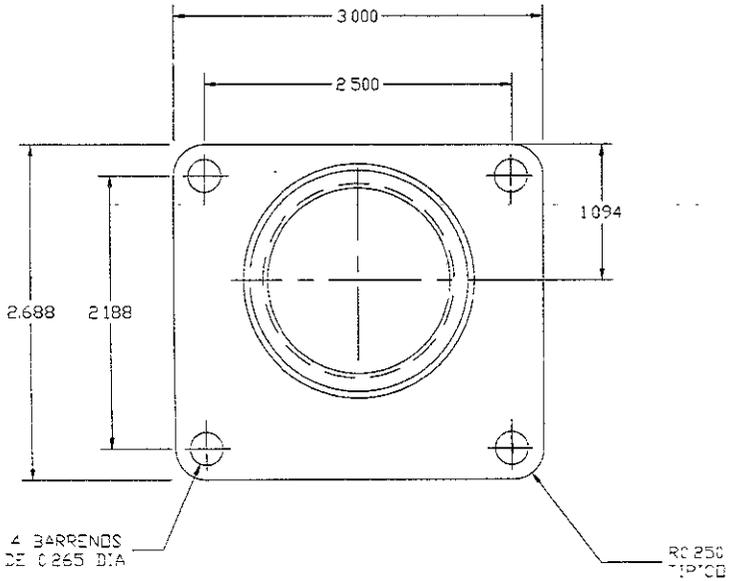
PART NO.	"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"
29-6229-3	2.915 - 3.068	3.250	3 - 8	3.75	1.813	3.520
29-6229-2	2.346 - 2.469	2.625	2 1/2 - 8	3.12	1.813	2.902
29-6229	1.964 - 2.067	2.218	2 - 11 1/2	2.63	1.280	2.394

NOTE:
THIS IS A COMPUTER
GENERATED TRACING.
REFER ALL CHANGES
TO DEPT. H-56.

ORDER NO.	DC34-55363-10	REV.	DATE	BY	CHK	APP	DATE	BY	CHK	APP
ADDED 125R. MAX. 3 PLACES & ADDED NOTE										
CHG 10 7 1/2 DIA. HUBS TO 1 1/2 DIA. HUBS										
CHG 10 1 1/2 DIA. HUBS TO 2" DIA. HUBS										

TITLE RAINTIGHT HUBS	BASIC SPEC. SUMMARY	⑤ ALUMINUM DIE CASTING
DO NOT SCALE DRAWING. WORK ACCORDING TO DIMENSIONS	SCALE: FULL	SURFACE FINISH: CH206-1
REQUIREMENTS OF 30-2500 SHALL APPLY TO THIS DRAWING UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.	DR: J. SWEDOWSKI	DEPT. H-56
DIMENSIONS BEFORE COATING ARE SPECIFIED UNLESS OTHERWISE NOTED FOR COATING DIMEN. ON THROATS.	CHK: R.A. REMER	29-6229
Cutler-Hammer E.I.C.M.		DUPLICATE AT C.T.N. FILE IN H-65

REVISIONES



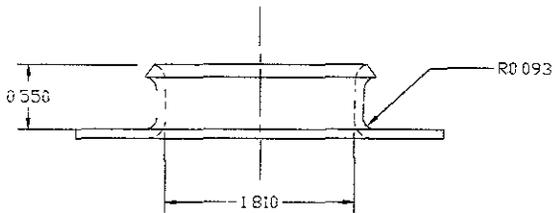
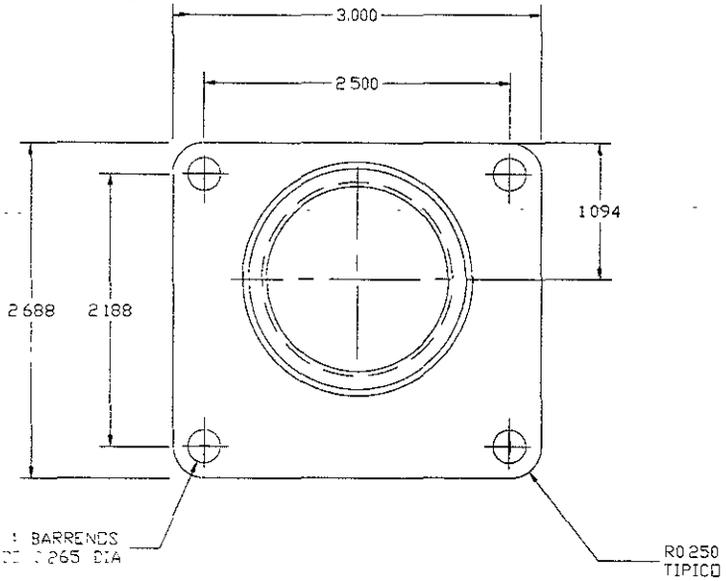
(PARA TOLERANCIAS VER DIBUJO 348A980)

MATERIAL	JAVINA CAL 14	Nº PARTE	ACOTACION	PULGADAS	ESCALA	1:1
DESARROLLO	PRIMER ENSAMBLE					

FORMACION	CONTENIDA EN	DISEÑO	FECHA	Cutler-Hammer		MEXICO D.F.
ESTE DISEÑO FUE CREADA POR	P. PAVON	P. PAVON	12/04/00	TRUO		
ESTE DISEÑO FUE CREADA POR	JUAN TORRES	JUAN TORRES	19/04/00	COPL DE 1 1/4"		
ESTE DISEÑO FUE CREADA POR	P. PAVON	P. PAVON		PRODUCTO		
APROBADO	ING. MARBAN	FECHA	ORDEN NUMERO	PLANO NUMERO	29-4686	H02A 07 DE 01

FORMA IP 700 18
REV 03

REVISIONES

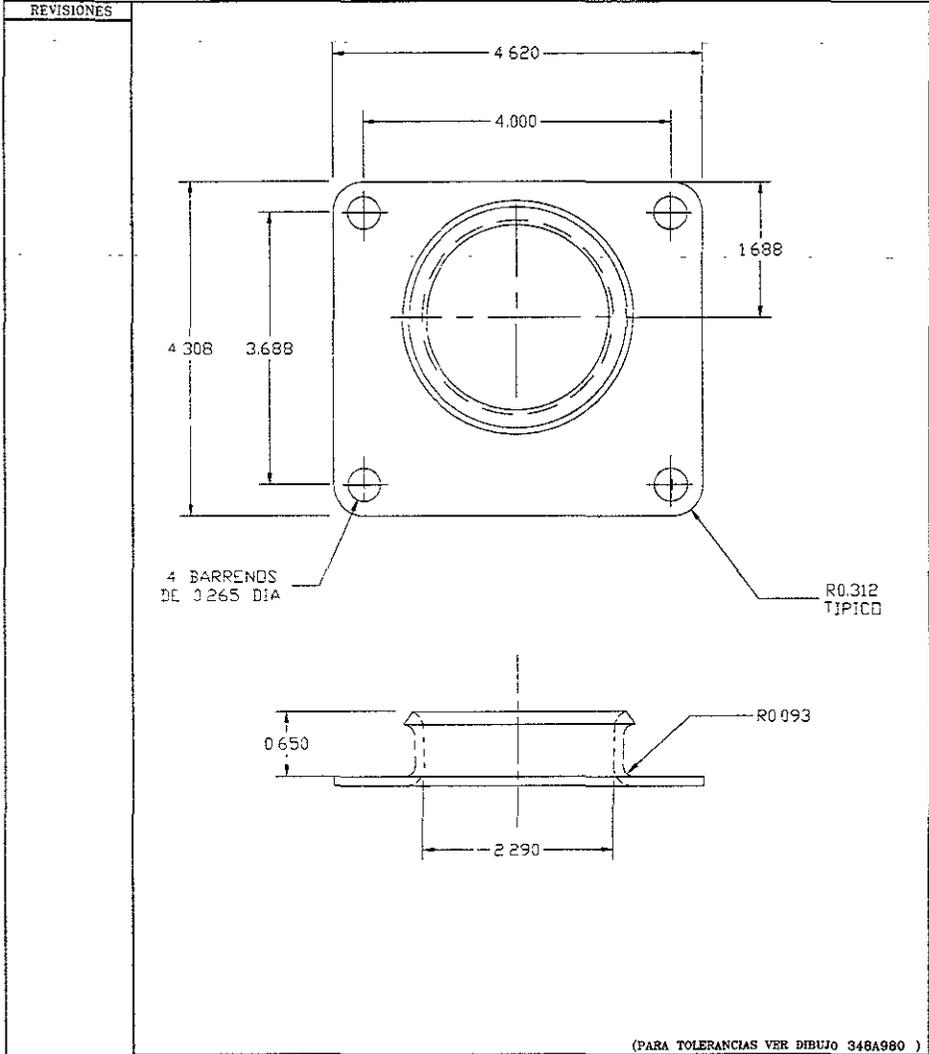


(PARA TOLERANCIAS VER DIBUJO 348A980)

MATERIAL	LAMINA CAL 14	NO PARTE	ACOTACION	PULGADAS	ESCALA	1 1
ACABADO		DESARROLLO		PRIMER ENSAMBLE		

LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO FUE CREADA POR CUTLER-HAMMER SU USO ES CONFIDENCIAL Y SOLO SE PUEDE UTILIZAR CON EL PROPOSITO POR EL CUAL FUE PROPORCIONADA		DISENO P. PAVON	FECHA 12/04/00	Cutler-Hammer		MEXICO D.F.					
		DIBUJO JUAN TORRES	FECHA 19/04/00	TITULO COPLER DE 1 1/2"							
		REVISO P. PAVON	FECHA	TIPO	PRODUCTO						
FEDERAL	20000	PRODUCTO	REVISION	TAMANO DIBUJO	APROBO ING. AMARBAN	FECHA	ORDEN NUMERO	PLANO NUMERO	29-4686-2	HOJA	01 DE 01

FORMA IP 700 18
REV. 03



4 BARRENDOS
DE 0.265 DIA

R0.312
TIPICO

R0.093

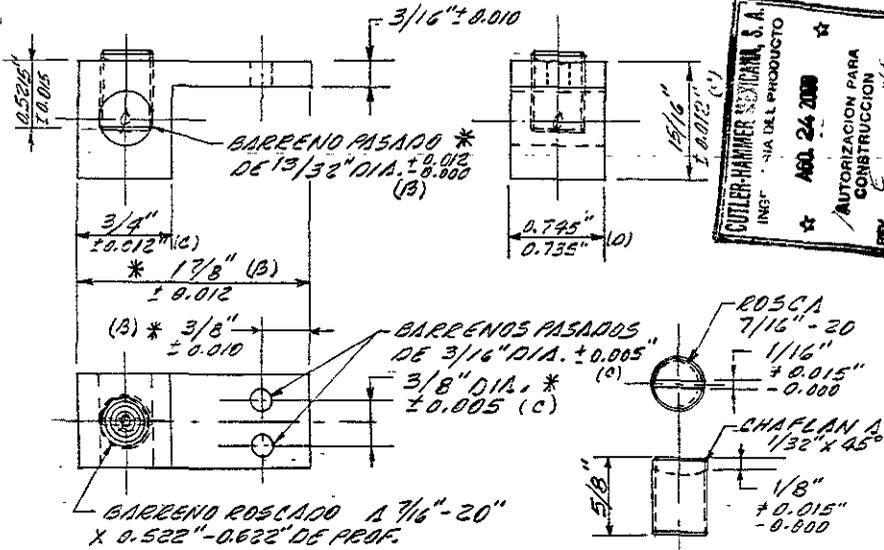
(PARA TOLERANCIAS VER DIBUJO 348A980)

MATERIAL	LAMINA CAL 14	No PARTE	ACOTACION:	PULGADAS	ESCALA:	SIN
ACABADO:		DESARROLLO:		PRIMER ENSAMBLE:		

Toda la INFORMACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO FUE CREADA POR CUTLER-HAMMER SU USO ES CONFIDENCIAL Y SOLO SE PUEDE UTILIZAR CON EL PROPOSITO POR EL CUAL FUE PROPORCIONADA		DISEÑO P PAVON FECHA 12/04/00	TITULO Cutler-Hammer MEXICO D.F.					
		DIBUJO JUAN TORRES FECHA 19/04/00	TITULO COPLER DE 2"					
		REVISO P PAVON FECHA	TIPO PRODUCTO					
FEDERAL P. No	CODIGO PRODUCTO	REVISION	TAMANO DIBUJO	APROBADO	FECHA	ORDEN NUMERO	PLANO NUMERO	HOJA
		A		ING A MARBAN			29-4686-3	01 DE 01

FORMA IP 700 18
REV. 03

TODOS LOS BARRENOS DEBERAN ESTAR ALINEADOS CON RESPECTO A \pm HOR. & VERT. DENTRO DE 0.015 (C)



MATERIAL: ALUMINIO 6061-T6

ACABADO: ESTAÑO BRILLANTE

ESCALA: NATURAL

TOLERANCIAS: INDICADAS

NOTACIONES: PULGADAS

RANGO DEL CABLE 8-40 AL/CU.

SE DEBERA GRABAR EN BAJO RELIEVE

OPRESOR

MATERIAL: FREE CUTTING

ACABADO: ESTAÑO BRILLANTE

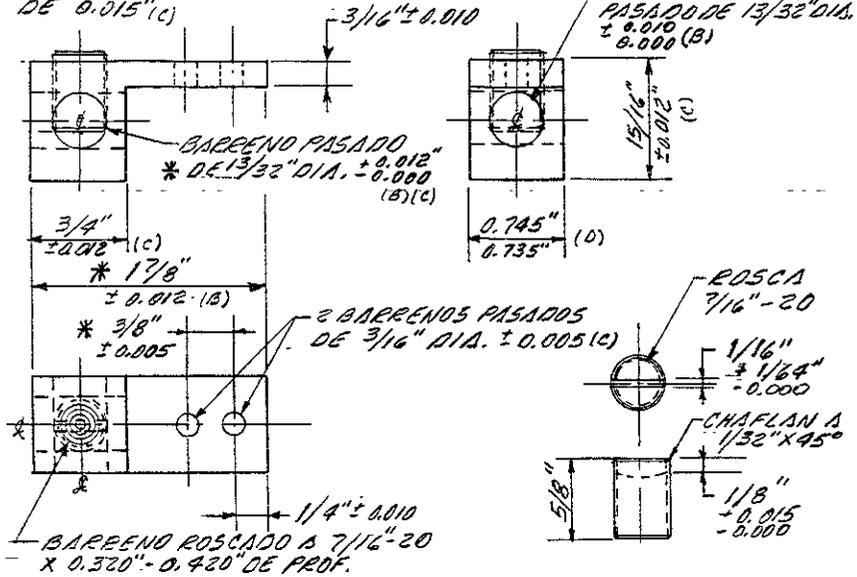
NOTA IMPORTANTE:
(E) SE DEBERA ELIMINAR REBABA DE LAS ARISTAS Y DE LOS BARRENOS

~~NOTA: TODOS LOS BARRENOS DEBERAN ALINEARSE~~
(E) CHAMFLAN DE 1/32" X 45°

* COTAS CRITICAS

E	SE MODIFICARON LAS MEDIDAS	5-11-98	RAYON	DESCRIPCION:	Cutler-Hammer MEXICANA, S.A. DISEÑO J. CEVEZ APROBO L. G. Z. DIBUJO RAYON FECHA 29-11-93 REVISO J. HAVIZ PLANO No 80-4709-8 REV. E
D	0.165/0.25 FUE 3/16" Ø DIA	4-11-97	RAYON	TERMINAL	
C	SE MODIFICO TOLER.	28-2-92	RAYON	LATERAL	
A	SE AGREGO LEYENDA *	26-08-90	RAYON	PARA: BASE DE	
B	SE MODIFICO TOLER.	29-11-93	J. HAVIZ	MEDIDOR 100 AMP.	
A	ESTE DIB. CONCERTE AL				
LET.	REVISION	FECHA	Yo. Do.		

LOS BARRENDOS DEBERAN ESTAR ALINEADOS
CON RESPECTO A E. HAR. & VERT. DENTRO
DE 0.015" (c)



TERMINAL

MATERIAL: ALUMINIO 6061-T6
ACABADO: ESTAÑO BRILLANTE
ESCALA: NATURAL
COTACIONES: PUEGLDAS
TOLERANCIAS: INDICADAS
KINCO DEL CABLE: 8-110 AL/QU.
SE DEBERA GRABAR EN BAJO
RELIEVE

OPRESOR

MATERIAL: FREE CUTTING
ACABADO: ESTAÑO BRILLANTE
NOTA IMPORTANTE:
(E) SE DEBERA ELIMINAR REBABA DE
LAS ARISTAS Y DE LOS BARRENDOS

~~NOTA: TODOS LOS BARRENDOS
(E) DEBERAN SER
CANTIDAD 100 ± 0.015~~

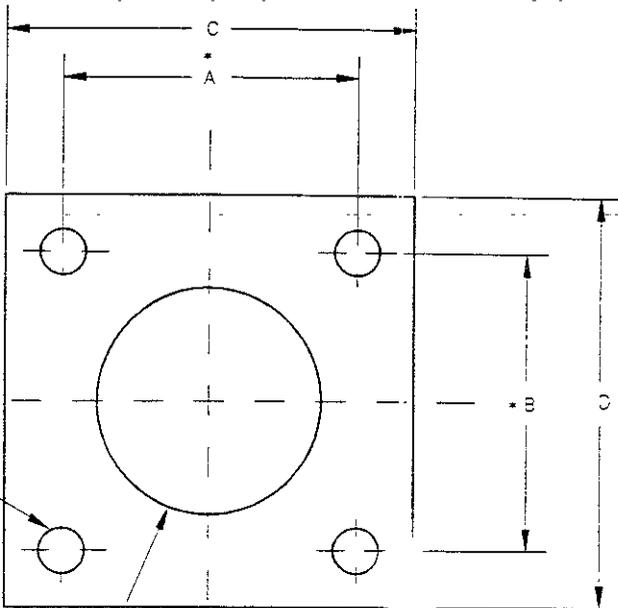
CUTLER-HAMMER MEXICANA, S. A.
INGENIERIA DEL PRODUCTO
* COTAS EN INCHAS *
AUTORIZACION PARA
CONSTRUCCION

E	SE MODIFICÓ NOTA PARA FOR. UTILIZ.	5-XI-90	REVISA	DESCRIPCION:	Cutler-Hammer MEXICANA, S.A. DISEÑO J. CRUZ APROBO C. G. Z. DIBUJO TAYAN FECHA 29-VI-93 REVISO J. CRUZ PLANO No 80-4709-9 REV. E
D	0.74576.755 POR 0.745 ± 0.010	4-VI-87	PROY. J.	TERMINAL	
C	SE MODIFICÓ TOLER.	20-III-84	PROY. J.	CENTRAL	
B	Y AGRREGO COTAS * 1/8 ± 0.015 ± 0.000	26-08-84	PROY. J.	PARA: BASE DE	
A	SE MODIFICÓ TOLER.	29-IV-83	PROY. J.	MEDIDA DE 100 AMP.	
LET.	REVISION	FECHA	Va.Bo.		

CUTLER-HAMMER MEXICANA, S. A.
 INGENIERIA DEL PRODUCTO
 JUL. 31 2000
 AUTORIZACION PARA CONSTRUCCION
 B. FIRMA FGS

4 BARRENCOS DE Ø 270"±

1 BARRENO DE (E)±



NO DE PARTE	A	B	C	D	E
32-493M	4.000"	3.688"	4.620"	4.312"	3.000"
32-493M-2	2.500"	2.188"	3.000"	2.688"	2.000"

MATERIAL: FILE NEOPRENO, NO DE PARTE 2702-93-2 (B)

ACABADO: EN

NOTAS OPTICAS

(TOLERANCIAS VER DIBUJO 348A980)

DESCRIPCION EMPAQUE			 Cutler-Hammer EATON CORPORATION	
PARA GABINETE NEMA 4 TIPO C799			DISEÑO J VICTORIA APROBO A MARELLI DIBUJO J IMP FECHA 25/12/97 REVISO J VICTORIA TAMAÑO ESCALA S/N ACOT. PUNTO	PLANO No 32-493M 1
B 2702-93-2 FILE 2702-93	11/VI/97	1/MA	IP 700 18	
FECHA	19 80			

3.4. PROCESO DE MANUFACTURA.

En este inciso se desarrollan los procesos de cada una de las partes antes mencionadas y su ruta de trabajo:

Pieza: Envolvente.- (Lámina calibre. No. 16)

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina</u>
10	Cortar en tiras	Cizalla
20	Cortar a la medida	Cizalla
30	Troquel de dos estaciones, troquelar blanco en una estación y doblar a forma en la segunda estación	Prensa
40	Machuelear dos extruidos a 1/4 -20 hilos	Taladro

Pieza: Cabecera superior: (lámina calibre N°16)

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina</u>
10	Cortar en tiras	Cizalla
20	Cortar a la medida	Cizalla
30	Troquel de dos estaciones, troquelar blanco en una estación (4 esquinas y agujero de 2"), doblar a la forma en la segunda estación y hacer cuatro extruidos para 10-32	Prensa
40	Machuelear cuatro extruidos a 10-32	Taladro

Pieza: Cabecera inferior.- (lámina calibre N°.16)

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina</u>
10	Cortar en tiras	Cizalla
20	En un troquel progresivo, troquelar konockouts, formar y cortar	Prensa

Pieza: Portacandado interior.- (lámina calibre No. 16)

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina</u>
10	Cortar en tiras	Cizalla
20	Troquelar forma en un troquel progresivo de tres pasos	Prensa

Pieza: Soporte para base del medidor.- (lámina calibre No. 12)

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina</u>
10	Cortar en tiras	Cizalla
20	Troquelar a forma en troquel progresivo de cuatro pasos	Prensa
30	Machuelear dos agujeros a 10-32	Manual

Piezas: Ensamble de envolvente.- (cinco piezas)

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina</u>
10	Puntear un portacandado a cabecera inferior	Punteadora
20	Puntear un soporte a base de envolvente	Punteadora
30	Puntear dos cabeceras superior e inferior a envolvente	Punteadora
40	Acabado con pintura de color gris	Compresora

Pieza: Cubierta exterior - (lámina calibre N° 16)

<u>No.</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina</u>
10	Cortar tiras a la medida	Cizalla
20	cortar a la medida el rectángulo	Cizalla
30	Troquelar en un golpe (2 esquinas, una ranura para porta candado, un saque central previo y un agujero de 5/32 de diámetro)	Prensa
40	Troquelar embutido central del agujero previo y hacer tres dobleces.	Prensa

Pieza: Tope de seguridad - (lámina calibre N° 10)

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina</u>
10	Cortar en tiras	Cizalla
20	Cortar a la medida	Cizalla
30	Doblar a la forma	Dobladora

Piezas: Ensamble de la cubierta - (2 piezas)

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina</u>
10	Puntear un tope de seguridad (2 puntos)	Punteadora
20	Acabado con pintura de color gris	Compresora

Pieza: Portacandado exterior.- (lámina calibre N° 16)

10	Cortar en tiras	Cizalla
20	Troquelar a la forma en un troquel progresivo de 4 pasos	Prensa
30	Acabado tropicalizado con proveedor.	Proveedor

Piezas: Ensamble de cubierta.- (2 piezas)

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Maquina</u>
10	Remachar un portacandado exterior al ensamble de la cubierta en prensa (remache tubular)	Prensa

Pieza: Base de baquelita.- (Baquelita negra F/15 de alto impacto)

10	Hacer las pastillas de 3/4 X 2" de diámetro	Pastilladora
20	Moldear a la forma, en un molde de inyección a presión, con cuatro cavidades.	Prensa
30	Rebabeear.	Manual

Pieza: Mordaza o clip.- (cinta de cobre de 0.094" X 0.750")

10	Troquelar a forma de gaviota, troquel progresivo de dos pasos.	Prensa
20	Troquelar a la forma cerrándola	Prensa
30	Machuelear dos agujeros a 8-32	Taladro
40	Acabado: estafiado brillante	Con proveedor.

Piezas: Ensamble de base.- (varias piezas)

10	Ensamble de base, con 7 mordazas,6 zapatas y Cable conector Y fijar con 14 tornillos de 8-32 X 0.750"	Manual
20	Revisar y ensamblar 7 tensores en clip y base.	Manual

Pieza: Ensamble del cable conector.-

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina.</u>
10	Cortar y pelar puntas	Cortadora
20	Remachar dos zapatas de ojal en los extremos	Prensa

Pieza: Conector de tierra.- (cobre electrolítico de 0.125" X 0.750", recocido con una dureza 36 en la escala Brinill)

10	Cortar tramos de 4.037"	Cizalla
20	Punzonar dos agujeros a 0.265" de diámetro	Prensa
30	Acabado estañado brillante	Proveedor

Pieza Cople de aluminio.- (material: "siluminio" Aluminio al Silicio al 87%, SAE No.

33). Este proceso lo realiza el proveedor y nos entrega las piezas totalmente terminadas.

10	Calentar en crisol.	Crisol
20	Moldear a forma en un molde de inyección a presión, con 4 cavidades.	Prensa
30	Rebabear en troquel	Prensa
40	Hacer cuerda.	Torno
50	Verificar cuerda con gauge.	Gauge.

Pieza: Empaque o sello para evitar que se introduzca el agua - (Material Neopreno)

10	Suajar (4 barrenos de 0.265", un agujero de 2") y blank de 3" x 2.677" -	Suajadora
20	Desprender.	Manual

Piezas: Ensamble de caja y cople - (3 piezas).

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina</u>
10	Ensamble de empaque en cople y este en caja, fijar con 4 tornillos de ¼"-20 hilos	En línea

Pieza: Zapatas.- (material: "Duraluminio Aluminio al 95%)

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina</u>
10	Su proceso es por extrusión.	Extrusora
20	Cortar	Cortadora
30	Barrenar a 0,265" y 0.437"	Taladro
40	Machuelear a ½ " a 12 Hilos	Torno
50	Verificar cuerda	Gauge

Diagrama de bloques de ensamble (Ens.) de caja 39-39 502-2.

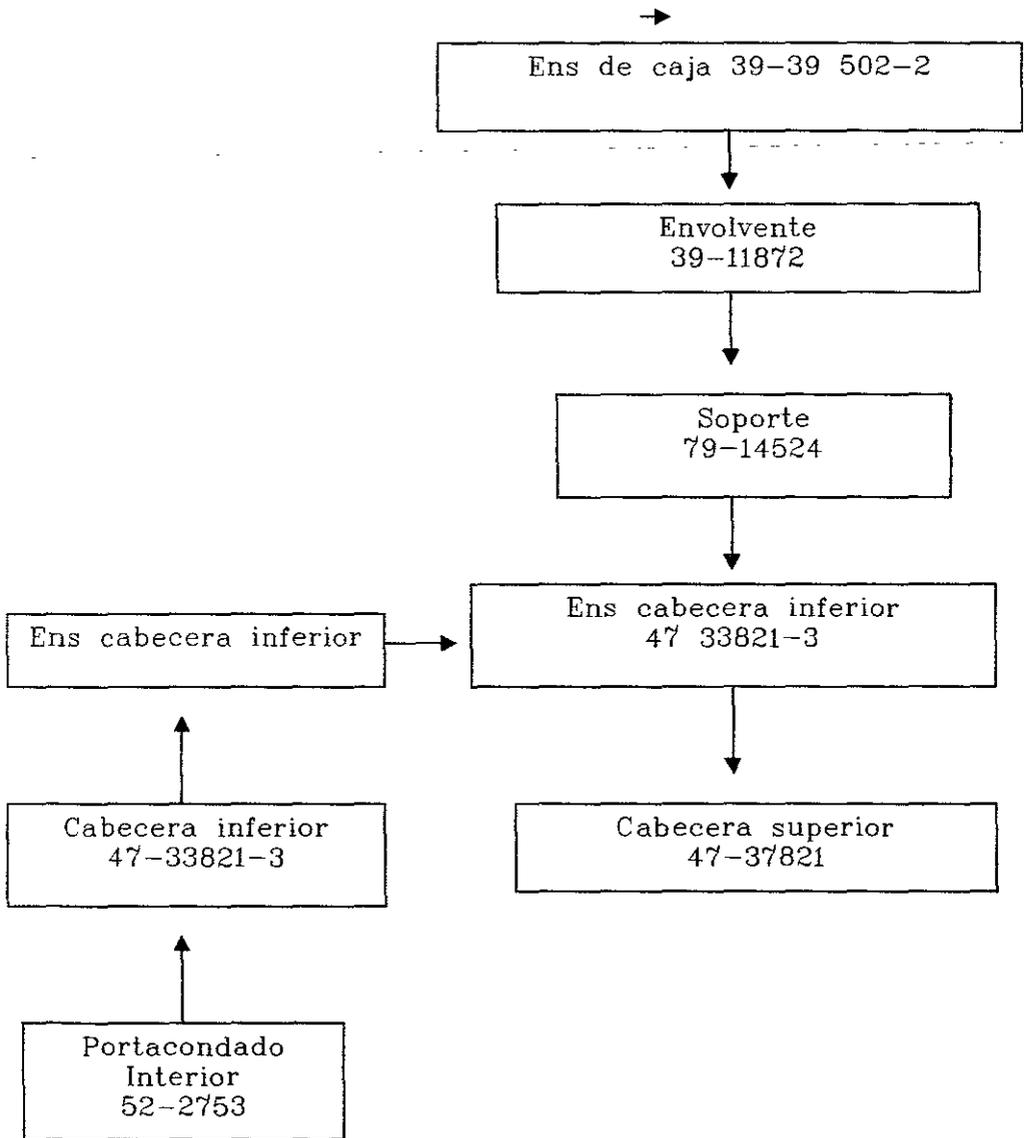
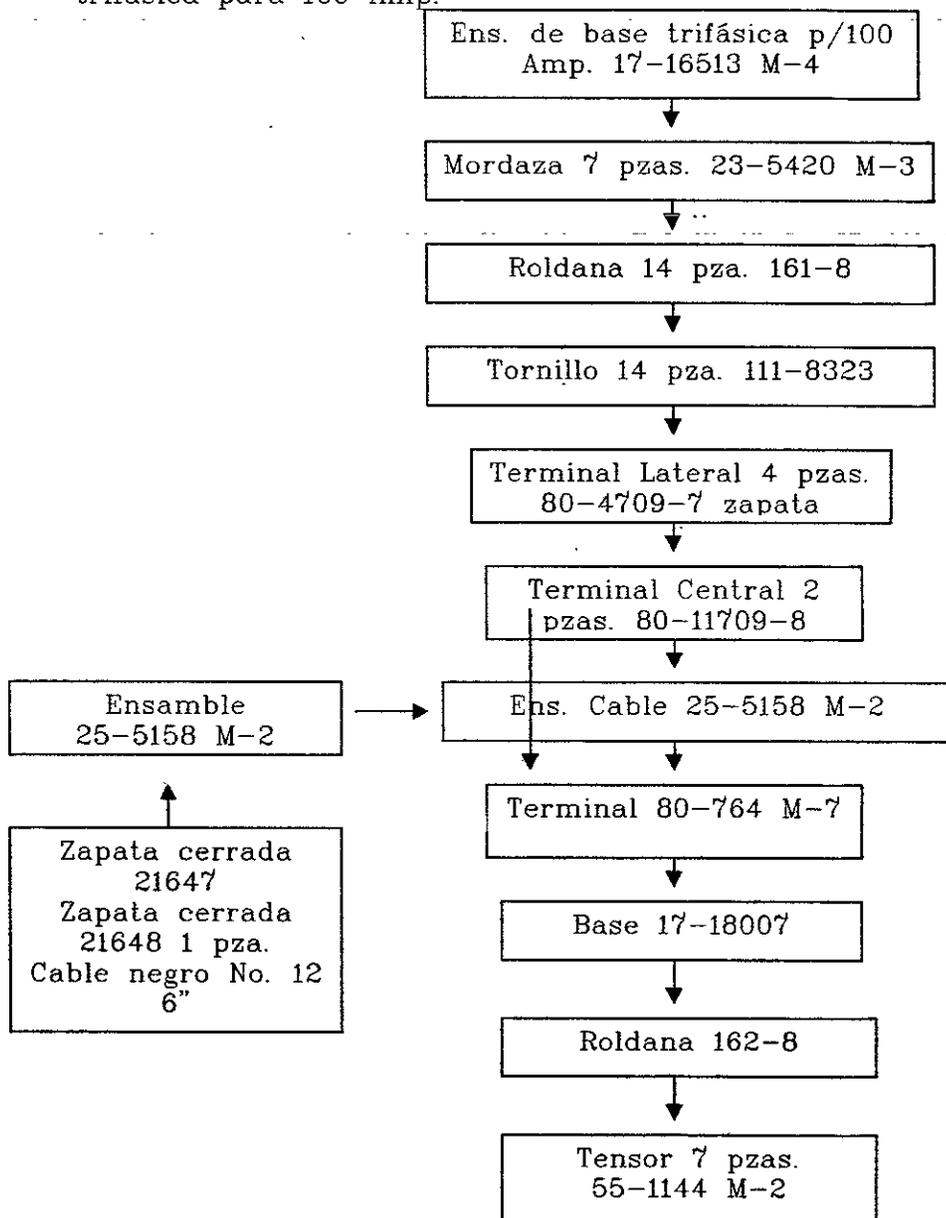


Diagrama de bloques de ensamble (Ens.) de base trifásica para 100 Amp.



Diagramas de bloques de ensamble (Ens.) de cubierta exterior para 100 Amp.

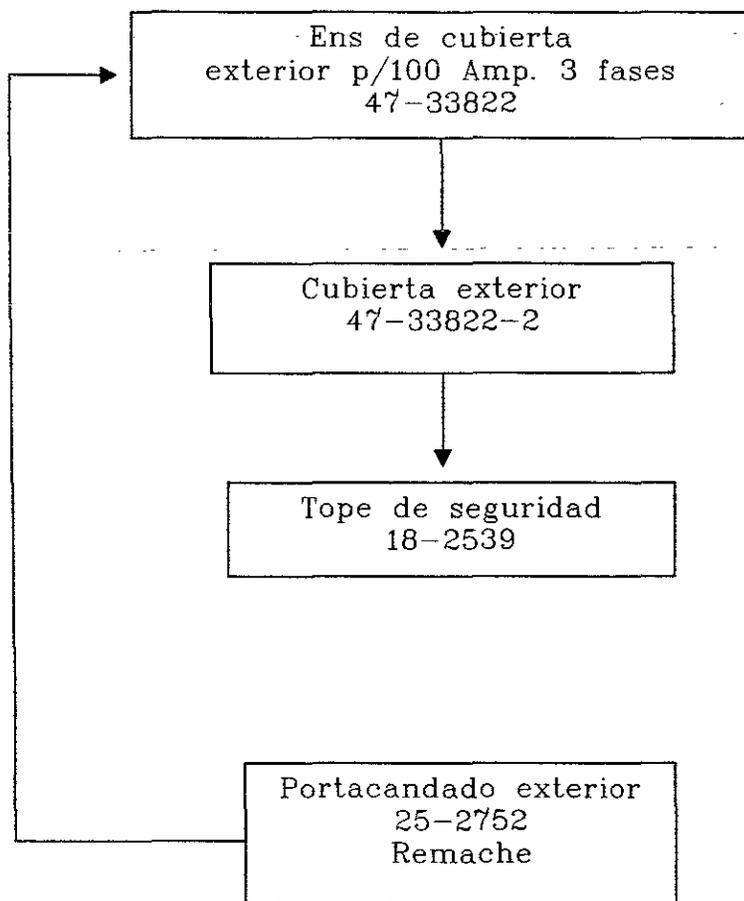
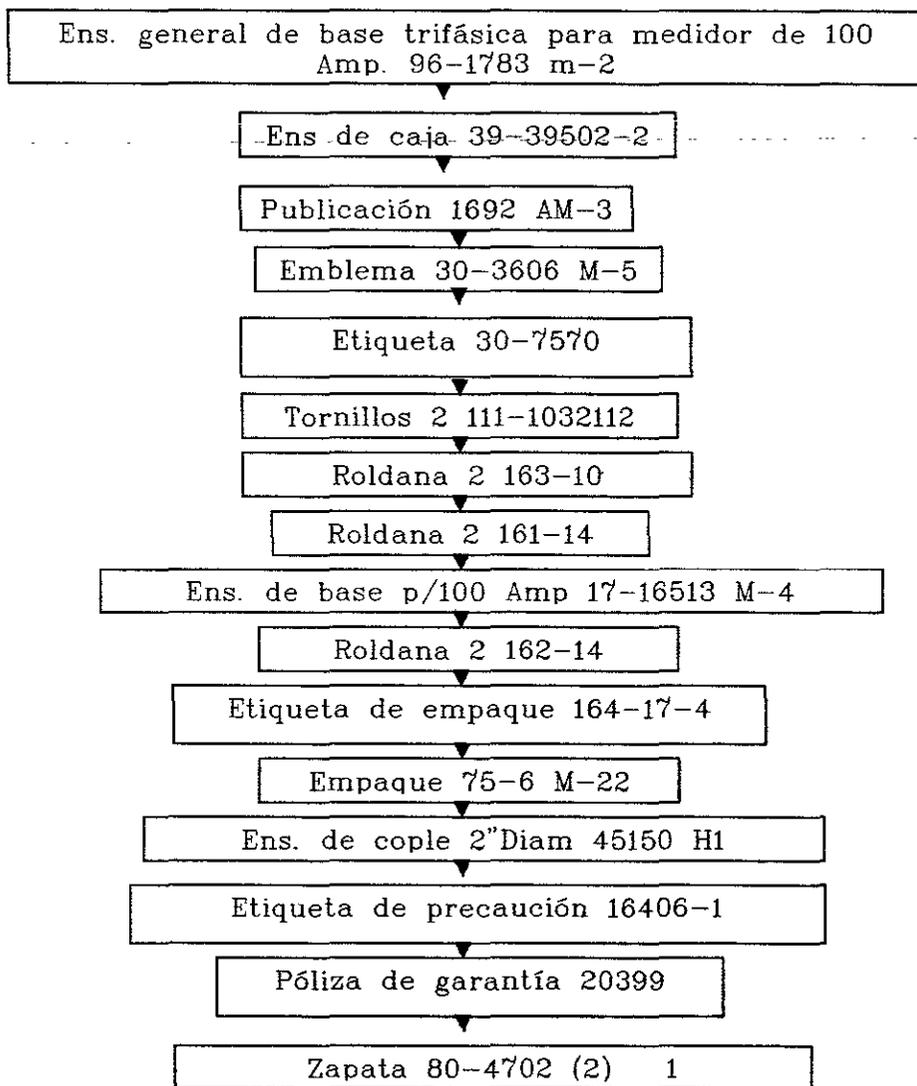


Diagrama de bloques de ensamble (Ens.) general de base trifásica para medidor de 100 Amp.



3.5. PROPUESTA, VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

a)- Ventajas: La ventaja primordial radica en el costo, ya que normalmente se está comprando con un proveedor local y el costo de las piezas, de la más pequeña a la más grande es la que aparece en la tabla siguiente:

Diámetro del tubo conduit (NPT), número de hilos por pulgada y costo en pesos.

¾" - 14	hilos (NPT)	6.50	(pesos)
1" - 11 ½	hilos "	6.67	(pesos)
1 ¼" 11 ½	hilos "	15.91	(pesos)
1 ½" 11 ½	hilos "	14.86	(pesos)
2" 11 ½	hilos "	17.10	(pesos)
2 ½ 8	hilos "	67.85	(pesos)
3" - 8	hilos "	85.40	(pesos)

Actualmente con el cambio de material, las piezas de aluminio (que nos surtía un proveedor), se substituyeron por otras de lámina de cold rolled (que surte otro proveedor), de calibre 14 (se utiliza este calibre porque hay que hacerle cuerda, con calibre mas delgado esto no es posible), que es más económico como se muestra en la tabla 2 capítulo 4 ("Tablas comparativas") donde se detallan los costos de las piezas.

La manufactura de la pieza, cumple con las siguientes especificaciones que marcan las normas para tubos conduit, en ellas se indica que debe tener una cuerda con cuatro y media vueltas como mínimo.

Y así mismo se debe cumplir con especificaciones siguientes de torque:

Díámetro de tubo conduit	Torque requerido
3/4"	800 lb-pulg.
1"	800 lb-pulg.
1 1/4"	1000 lb-pulg.
1 1/2"	1000 lb-pulg.
2"	1000 lb-pulg.
2 1/2"	1600 lb-pulg.
3"	1600 lb-pulg.

La presentación cambia un poco; pero no es relevante, ya que al cliente se le da la explicación, indicándole que la calidad es la misma, anexo a este viene un instructivo. Aquí lo importante es la cuerda y como la lámina es mas dura, soporta mayor torque, la durabilidad es mayor ya que es más factible que la cuerda del cople de aluminio se barra antes, que en la pieza hecha de lámina, después de varias veces de usar un cople; pero normalmente este cople ya no se quita de la caja del wattthorímetro.

Cabe hacer notar que se buscaron proveedores no localizando ninguno, fue hasta que nosotros hicimos el prototipo cuando estos se presentaron. Posteriormente hablamos con ellos llegando a un acuerdo y más adelante se dará una explicación en la metodología.

Anteriormente se hizo un estudio económico para ver la posibilidad de fabricar un molde en la empresa, pero como se menciona en el capítulo 2; intentar fabricar un molde con las características requeridas es muy costoso, y era difícil amortizar la inversión, por la cantidad de piezas requeridas por la compañía, además, era necesario buscar otro proveedor que hiciera el proceso de fundición.

El conector de tierra se fabricaba en la planta y al hacer la integración de los cambios se suspende su fabricación, por lo tanto, observamos que la maquinaria tiene más capacidad para otras operaciones que puedan presentarse, así mismo el troquel o partes de este pueden ser utilizadas para fabricar otras herramientas, hay ahorro de espacio ya que este se puede ocupar para almacenar piezas terminadas en lugar de materiales de transformación, etc. Existen otras ventajas adicionales que no son muy visibles.

b)- Desventajas: Una de ellas como ya se mencionó es la presentación, como sabemos siempre hay una resistencia al cambio, solo que aquí la calidad se conserva, aunque la pieza se observe más frágil, soporta y tiene mayor torque que el requerido. La oxidación del hierro es otra desventaja; pero en nuestro caso, el acabado que le estamos

dando incremento a la resistencia a la oxidación, lo que se comprueba por medio de un laboratorio certificado.

CAPITULO 4.

PROPUESTA: METODOLOGICA.

Cambios en Diseño Basados en el Procesamiento del Waththorimetro.

4.1.- Necesidades de reducción de costos.

Una necesidad en cualquier proceso es la reducción de costos al producto (constantemente esto está sucediendo), llamado reingeniería, optimización, etc., o rediseñar al hacer un prototipo de lámina. Se hizo el estudio económico de la inversión para su fabricación en planta y posteriormente se investigó con los proveedores que fabrican troqueles si había un proyecto que se ajustara a nuestras necesidades. Como el presupuesto era muy elevado se habló con el proveedor, indicándole que se suspendía la fabricación de estos troqueles.

Una persona que conoce los procesos de las piezas, hizo su estudio económico y nos propuso que ella hacía la inversión de los troqueles con la condición de que se le pagara por adelantado, el equivalente a cuatro meses del material requerido para su fabricación, además solicitó firmar un contrato, con el compromiso de compra de las piezas durante cinco años, para que amortizara el costo de la inversión de las herramientas, para hacer el cople en lámina de cold rolled de calibre 14, la empresa aceptó firmar y el proveedor nos entregó la copia del proceso de fabricación de las piezas, se verificó que se ajustaban a las necesidades de la compañía y a las normas que la rigen (este estudio fue elaborado por el proveedor) quedando el proceso de la siguiente manera:

Pieza: Cople (lamina calibre 14)

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina</u>
10	Cortar en tiras	Cizalla
20	Hacer agujero previo, embutir y cortar	Prensa
30	Troquelar a forma haciendo los cuatro barrenos y el estampado	Prensa
40	Hacer cuerda	Torno
50	Verificar cuerda	Gauge
60	acabado	Manual

El dibujo del cople fabricado por medio de un par de troqueles se encuentra anexo en el capítulo 3.

4.2.- Norma de Control de Calidad para la Fabricación de Gabinetes para Equipos Eléctricos de Control y Distribución.

Los cambios en la base del medidor, se pueden observar en el catálogo de ensamble de partes después de la modificación (punto 3.3), el cople que era de aluminio, se substituye por uno de lámina de cold rolled, además podemos ver, que las piezas marcadas con los números 16 y 23 son eliminadas, agregándose la zapata de tierra (pieza número 25) la cual sigue siendo de aluminio. De la nueva zapata a tierra a continuación describimos el proceso realizado por el proveedor, entregando las piezas terminadas.

Pieza: Nueva zapata a tierra.- (material: duraluminio)

<u>No</u>	<u>Operación</u>	<u>Máquina.</u>
10	Extrusión.	Extrusora
20	Cortar a la medida.	Cizalla
30	Barrenar un agujero a 0.265" de diámetro.	Taladro
40	Barrenar dos agujeros a 0.437" de diámetro.	Taladro
50	Avellanar cuatro barrenos, dos por ambos lados	Taladro
60	Machuelear dos barrenos a 1/2" -12 hilos	Taladro

El proceso es realizado por el proveedor y al entregar la pieza terminada en lámina representa un costo de \$ 5.50. (Cinco pesos con cincuenta centavos), además nos surte piezas de las diferentes medidas previamente establecidas y totalmente terminadas al costo que aparece en la siguiente tabla: (más adelante se establece una tabla comparativa de precios de las piezas con los dos materiales: aluminio y fierro)

Tabla de costos unitarios de las piezas de lámina de cold rolled.

Descripción	Costo \$
Cople 1" de diámetro	4.70
Cople 1 ¼" de diámetro	4.70
Cople 1 ½" de diámetro	4.70
Cople 2" de diámetro	5.60
Cople 2 ½" de diámetro	5.60

A continuación, se hace una introducción de las normas que utilizamos para la fabricación de nuestros productos, en este caso, el cambio de la pieza cumple con las normas establecidas.

En el intervalo de fabricación de los troqueles para la elaboración de piezas en serie, se mandaron los prototipos para hacerle varias evaluaciones de control de calidad necesarias, antes de empezar a producir, requeridas por las normas que nos rigen. Además, la compañía tiene sus propias normas que rigen los procesos de fabricación en toda la corporación. Además existen normas nacionales que en nuestro caso tenemos que cumplir y es la siguiente: CCONNIE "Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica".

Norma: Gabinetes para equipos eléctricos de control y distribución. NOM-J-235

4.6.2.- Pruebas de Calidad de Chorro de Agua. Método Alternativo.

4.6.2.1.- Procedimiento. La prueba se hace aplicando un chorro de agua con una manguera que tiene una boquilla de 12.5 mm de diámetro interior, sobre el equipo en todas direcciones correspondiente a una carga de cerca de 10 m de agua, la boquilla deberá ser sostenida a una distancia de 3 m del equipo sujeto a prueba. La duración de esta prueba es de 15 minutos.

4.6.2.2.- Evaluación del resultado. El gabinete se considera hermético si al terminar la prueba no se encuentra agua (o humedad) en su interior.

4.7.- Prueba de Resistencia al Enmohecimiento.

4.7.1.- Aparatos y Equipo de Prueba.

a) El equipo consiste de una cámara de prueba, un recipiente con solución salina, un suministro de aire comprimido en condiciones apropiadas, boquillas atomizadoras, soporte para el gabinete, aparatos para calentar la cámara y medios de control.

b) El equipo, no debe permitir que haya acumulación de gotas sobre el techo o cubierta de la cámara y que puedan caer sobre el gabinete que está a prueba.

c) El equipo, no debe permitir que las gotas de solución que se formen en el gabinete, caigan dentro del recipiente con solución salina.

d) El equipo debe construirse con materiales que no se vean afectados por la corrosión del ambiente.

4.7.2.- Solución Salina. La sal para la solución salina debe ser cloruro de sodio que esté prácticamente libre de cobre y níquel, y que estando seca no contenga más del 0.1% de yoduro de sodio y no más de 0.3% de impurezas totales. La solución debe prepararse disolviendo 5 ± 1 partes en peso de sal en 95 partes de agua destilada o agua que no contenga más de 200 partes por millón de sólidos totales.

4.7.3.- Alimentación de Aire. La alimentación de aire comprimido a la(s) boquilla(s) para atomizar la solución salina, debe estar libre de aceite y polvo y mantenerse entre 70 y 180 KPa (0.7 y 1.8 Kgf/cm²).

4.7.4.- Condiciones en la Cámara para el Rocío Salino. La temperatura de la cámara de rocío salino debe mantenerse a 35°C ó -2°C. La(s) boquilla(s) debe(n) dirigirse o desviarse de tal manera que ninguna parte del rocío pueda incidir directamente sobre el gabinete que se está probando.

4.7.5.- Continuidad de la prueba. La prueba debe realizarse en forma continua durante 24 horas, esto es, la cámara debe estar cerrada y el rocío debe operar continuamente, excepto

durante cortas interrupciones necesarias para inspeccionar, reacomodar, o retirar los especímenes de prueba, para verificar y reabastecer la solución en el surtidor y para efectuar los registros necesarios.

4.7.6.- Limpieza o Inspección del Gabinete de Prueba. Al finalizar la prueba, los especímenes deben retirarse de la cámara y lavarse en agua corriente y limpia, cuya temperatura no exceda de 38°C, para quitar los depósitos de sal de su superficie e inmediatamente deben secarse. Los productos que causen corrosión pueden retirarse por medio de un abrasivo ligero cuando se requiera observar los efectos en el metal del gabinete.

4.7.7.- Evaluación del Resultado. El gabinete o las partes representativas de él se consideran resistentes a la herrumbre, si al final de la prueba ésta no existe.

4.8.- Prueba de Resistencia a la Corrosión.

4.8.1.- Procedimiento. La prueba de resistencia a la corrosión es similar a la prueba de resistencia al enmohecimiento descrita en el inciso 4.7 con excepción de que el tiempo de exposición es de 200 horas.

4.8.2.- Evaluación del Resultado. Un gabinete se considera resistente a la corrosión si no muestra picaduras, fracturas u otros deterioros en el metal.

4.3.- NORMAS DE ACEPTACION DEL PRODUCTO.

Ahora que conocemos las normas establecidas a las que se deben someter nuestros equipos, lo primero que hacemos es mandar prototipos con diferentes acabados a un proveedores externos que tengan un laboratorio certificado y por lo tanto, que manejen todas las normas IOS 9000, de esta manera ellos nos mandan los resultados de cada una de las piezas que nosotros enviamos a prueba. Si se requiere mandar más piezas se envían, dependiendo del resultado que nos presenten. En nuestro último reporte se muestran cuatro pruebas realizadas por el proveedor "DUPONT" a los equipos del prototipo y a continuación presentamos los resultados obtenidos siendo estos muy satisfactorios. Tomándolos como base por ser los mejores, decidimos continuar con estos procesos de acabado para mantener la calidad de nuestros productos.

SERVICIO A VENTAS

PT-201

REPORTE DE PRUEBA DE CORROSION EN CAMARA SALINA

SOLICITUD: CHAS-0004
ING. CESAR RUIZ

EMPRESA: CUTLER HAMMER
OBJETIVO: EVALUAR OXIDACION, ADHERENCIA Y AMPOLLAMIENTO

REPORTE # RCS-0143 99
REFERENCIA: ASTM B-117

REPORTE FINAL

DESCRIPCION:

- 3 PANELES Y 1 PIEZA
- RECUBRIMIENTO: PIEZAS 1 y 2 - PINTURA LIQUIDA
PL 3 PRIMER + PINTURA LIQ / PZ 4 GRIS 312 03
- TRATAMIENTO: EL UTILIZADO EN CUTLER HAMMER
- ESPESOR: PL 1 55 a 74 mils / PL 2 46 a 52 mils
PL 3 66 a 78 mils / PZ 4 41 a 17 mils

ESPESORES:
MINIMO 20 MILS
MAXIMO 25 MILS
PROMEDIO 23 MILS

FECHA DE INICIO: 09-Sep-99
FECHA DE TERMINO: 23-OCT-99

DURACION
PL 1 y PZ 4: 1056 HRS
PZ 3: 576 HRS
PL 2: 672 HRS

RESULTADOS

3 PANELES Y 1 PIEZA CON CORTE TRANSVERSAL AVANCE DE OXIDACION SOBRE CORTE TRANSVERSAL ASTM D 1654 PROC A/7 2 ADHERENCIA ASTM D 3359/B AMPOLLAMIENTO ASTM D 714	768 HRS	864 HRS	960 HRS	1056 HRS	1152 HRS	1248 HRS
	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
	CLASIFICACION					
	B, --, B	B, --, B	B, --, B	B, --, B	--	--
	5B, --, 4B	4B, --, 4B	4B, --, 4B	4B, --, 4B	--	--
	D, --, F	D, --, F	D, --, MD	D, --, MD	--	--
CLASIFICACION - ADHERENCIA	RANGOS DE FALLA - OXIDACION			AMPOLLAMIENTO		
5B = 100% 4B = 95% 3B = 95 a 85%	2B = 85 a 65% 1B = 65 a 35% 0B = 35 a 0%	1 = 15 a 25 mm 2 = 10 a 13 mm 4 = 5 a 7 mm	6 = 2 a 3 mm 8 = 5 a 1 mm 10 = sin ataque	VF = Muy Poco F = Poco MD = Medio Denso M = Medio NB = No Blister D = Denso		

CONDICIONES DE OPERACION DE CAMARA SALINA

CONDENSACION 15 ml. por cada 24 HRS TEMP DE CAMARA SALINA 94.4' a 95.6'F TEMP DE TORRE DE SATURA 99.9' 10.5'F PRESION 13.5 PSI	pH SOLUCION SALINA 7.00 pH AGUA DESTILADA 5.85	DENSIDAD SOL. SALINA 1.050 gr/ml DENSIDAD AGUA DEST 1.000 gr/ml
---	---	--

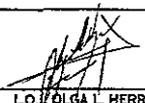
Corrosion Testing Equipment and Systems - Proveedor Singleton Corporation

OBSERVACIONES

EL PANEL 3 PERDIO EN LAS 576 HORAS DE EVALUACION UN 20 % DE ADHERENCIA POR LO QUE TERMINO SU PRUEBA
EN LAS 672 HORAS DE PRUEBA EL PANEL 2 REGISTRO MAYOR AVANCE DE OXIDACION EN LA ZONA DE CORTE Y PERDIDA
DE UN 20 % DE ADHESION POR LO QUE CONCLUYO SU EVALUACION
EN LAS 960 HORAS DE PRUEBA EL PANEL 1 REGISTRO MAYOR AVANCE DE OXIDACION Y VARIAS AMPOLLAS A LO LARGO
DE LA CRUZ DE CORTE Y LA PIEZA 4 EN ESTE MISMO PERIODO PERDIO UN 5 % DE ADHESION APROXIMADAMENTE
FINALMENTE EN LAS 1056 HORAS DE PRUEBA EL PANEL 1 REGISTRABA MINIMA PERDIDA DE ADHERENCIA AVANCE
DE OXIDACION DE 2 mm Y AMPOLLAS A LO LARGO DE LA CRUZ DE CORTE EN TANTO QUE LA PZ 4 PERDIO CASI TOTALMENTE
LA ADHERENCIA CONCLUYE LA EVALUACION DE ESTAS PIEZAS

CONCLUSIONES:

SE RECOMIENDA CUIDAR LOS ESPESORES DE APLICACION, ASI COMO LAS CONDICIONES DE L TRATAMIENTO DE SUPERFICIE
YA QUE ESTOS FACTORES SON DETERMINANTES PARA LA PERMANENCIA EN CAMARA SALINA DE LAS PIEZAS
COMO SE OBSERVA LOS PANELES Y LA PIEZA NO CUMPLEN SATISFACTORIAMENTE LA EVALUACION DE 1000 HORAS
SOLICITADAS


L. OLGA L. HERRERA
SERVICIO A VENTAS / CLIENTES
EVALUO

NF/03 REV3

HOJA 2 DE 2



DuPont Powder Coatings México
Una División de DuPont Performance Coatings

SERVICIO A VENTAS

REPORTE DE PRUEBA DE CORROSION EN CAMARA SALINA

PT - 207

SOLICITUD: CRA9-0090
ING CESAR RUIZ

EMPRESA: CUTLER HAMMER
OBJETIVO: EVALUAR OXIDACION ADHERENCIA Y AMPOLLAMIENTO

REPORTE # RCS-0143-99
REFERENCIA: ASTM B-117

REPORTE FINAL

DESCRIPCION:

- * 3 PANELES Y 1 PIEZA
- * RECUBRIMIENTO PIEZAS 1 y 2 PINTURA LIQUIDA
 - PL 3 PRIMER + PINTURA LIQ / PZ 4 GRIS 312-03
- * TRATAMIENTO EL UTILIZADO EN CUTLER HAMMER
- * ESPESOR PL 1 3.5 a 7.4 mils / PL 2 4.6 a 5.2 mils
 - PL 3 6.6 a 7.8 mils / PZ 4 4.1 a 1.7 mils

ESPEORES.
MINIMO 2.0 MILS
MAXIMO 2.5 MILS
PROMEDIO 2.3 MILS

FECHA DE INICIO: 09-Sep-99
FECHA DE TERMINO: 23-OCT-99

DURACION
PL 1 y PZ 4 1056 HRS
PZ 3 576 HRS
PL 2 672 HRS

RESULTADOS

3 PANELES Y 1 PIEZA CON CORTE TRANSVERSAL AVANCE DE OXIDACION SOBRE CORTE TRANSVERSAL ASTM D-1654 PROC A/7 2 ADHERENCIA ASTM D 3359/B AMPOLLAMIENTO ASTM D 714	192 HRS		288 HRS		384 HRS		480 HRS		576 HRS		672 HRS													
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
	C L A S I F I C A C I O N																							
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8	8	8	8	8	8				
	5B	5B	5B	5B	5B	5B	5B	4B	5B	4B	4B	4B	5B	3B	1B	4B	5B	3B	4B	4B				
	NB		NB,NB,NB		VF,VF		VF,NB		VF		F,F,NB		F		MD,MD		VF		MD		MD		VF	
CLASIFICACION - ADHERENCIA	RANGOS DE FALLA - OXIDACION																							
5B = 100%	2B = 85 a 65%				1 = 15 a 25 mm				6 = 2 a 3 mm				VF = Muy Poco				F = Poco							
4B = 95%	1B = 65 a 35%				2 = 10 a 13 mm				8 = 5 a 1 mm				MD = Medio Denso				M = Medio							
3B = 95 a 65%	0B = 35 a 0%				4 = 5 a 7 mm				10 = sin ataque				NB = No Buster				D = Denso							

CONDICIONES DE OPERACION DE CAMARA SALINA

CONDENSACION 15 ml por cada 24 HRS	pH SOLUCION SALINA 7.00	DENSIDAD SOL SALINA 1.050 gr/ml
TEMP DE CAMARA SALINA 94.4° a 95.6°F	pH AGUA DESTILADA 5.85	DENSIDAD AGUA DEST 1.000 gr/ml
TEMP DE TORPE DE SATURACION 99.9° 101.5°F		
PRESION 1.5 PS		

Corrosion Testing Equipment and Systems - Proveedor Singlenton Corporation

OBSERVACIONES

EL PANEL 3 PERDIO EN LAS 576 HORAS DE EVALUACION UN 20% DE ADHERENCIA POR LO QUE TERMINO SU PRUEBA
EN LAS 672 HORAS DE PRUEBA EL PANEL 2 REGISTRO MAYOR AVANCE DE OXIDACION EN LA ZONA DE CORTE Y PERDIO
DE UN 20% DE ADHESION POR LO QUE CONCLUYO SU EVALUACION
EN LAS 960 HORAS DE PRUEBA EL PANEL 1 REGISTRA MAYOR AVANCE DE OXIDACION Y VARIAS AMPOLLAS A LO LARGO
DE LA CRUZ DE CORTE Y LA PIEZA 4 EN ESTE MISMO PERIODO PERDIO UN 5% DE ADHERENCIA APROXIMADAMENTE
FINALMENTE EN LAS 1056 HORAS DE PRUEBA EL PANEL 1 REGISTRABA MINIMA PERDIDA DE ADHERENCIA AVANCE
DE OXIDACION DE 2 mm Y AMPOLLAS A LO LARGO DE LA CRUZ DE CORTE EN TANTO QUE LA PZ 4 PERDIO CASI TOTALMENTE
LA ADHERENCIA CONCLUYE LA EVALUACION DE ESTAS PIEZAS

CONCLUSIONES.

SE RECOMIENDA CUIDAR LOS ESPESORES DE APLICACION ASI COMO LAS CONDICIONES DE EL TRATAMIENTO DE SUPERFICIE
YA QUE ESTOS FACTORES SON DETERMINANTES PARA LA PERMANENCIA EN CAMARA SALINA DE LAS PIEZAS
COMO SE OBSERVA, LOS PANELES Y LA PIEZA NO CUMPLEN SATISFACTORIAMENTE LA EVALUACION DE 1000 HORAS
SOLICITADA



 L. OLI: OLGA L. HERRERA
 SERVICIO A VENTAS / CLIENTES
 EVALUO

FROM : HPCM CUAUTITLAN

PHONE NO. : 52 5 8728375

MAR 29 2000 10:01AM P1



DuPont Powder Coatings México

Post-It® Fax Note	7671	Date	29 III 2000
To	LUKESTE HERRERA	From	ESCC Ruiz
Cc./Dest	MANUFACTURERO	Cc	DISCAST
Phone n°		Phone n°	654-22-54
Fax n°	5804-81326	Fax n°	649-9926

CLIENTE : CUTLER HAMMER
 PARA : Ing. Cesar Ruiz
 DE : L. Q. Olga Herrera

Marzo 23, 2000

SOLICITUD : CARMEN 9 - 2000

ASUNTO : Pruebas realizadas a 2 coples, identificados como 1 y 2 respectivamente;
 los cuales fueron proporcionados por el cliente para su evaluación en cámara salina.
 Ambas piezas fueron tratadas y aplicadas con el proceso del cliente

RESULTADOS :

- DURACION :
- A 96 Horas presentan óxido color rojo en la parte de "rosca", no hay desprendimiento ni presencia de ampollas.
 - A 192 Horas presentan mas óxido color rojo en la parte de "rosca", no hay desprendimiento ni presencia de ampollas.
 - A 288 Horas presentan aun mas óxido color rojo en la parte de "rosca" no hay desprendimiento ni presencia de ampollas
 - A 384 Horas presentan aun mas óxido color rojo en la parte de "rosca", no hay desprendimiento ni presencia de ampollas
 - A 480 Horas presentan mucho mas óxido color rojo en la parte de "rosca" no hay desprendimiento ni presencia de ampollas
 - A 576 Horas presentan la misma cantidad anterior de óxido color rojo en la parte de "rosca" no hay desprendimiento ni presencia de ampollas
 - A 672 horas presentan abundante óxido color rojo en la parte de "rosca", no hay desprendimiento ni presencia de ampollas

2 piezas

Termina la evaluación de estas piezas a las 672 horas de evaluación

COMENTARIOS : La evaluación se realizo en Cámara salina marca SINGLETON
 Las condiciones de operación fueron:

Temperatura de Torre de Saturación : 98.7° - 101.5°F
 pH Solución Salina : 6.80 - 7.10
 Densidad Solución Salina : 1.030 - 1.042 gr./ml
 Condensación : 15 ml / 24 hrs.

Temperatura de Cámara Salina : 91.7° - 95.5°F
 PH Agua Desblanca : 5.90 - 6.00
 Densidad Agua Destilada : 1.000 gr/ml
 Presión : 13.5 psi

Esperando que esta información le sea de utilidad, quedo de usted para dudas y/o aclaraciones

Nota - Se anexan las piezas evaluadas.

L.Q. Olga Herrera
 Servicio a Ventas
 Evaluó

FROM : HPCM CUAUTITLAN

PHONE NO. : 52 5 8728375

MAR. 29 2000 10:21AM P2



SERVICIO A VENTAS

P1 - 202

DuPont Powder Coatings Mexico
Una División de DuPont Performance Coatings

REPORTE DE PRUEBA DE COPROSION EN CAMARA SALINA

HOJA 1 DE 2
SOLICITUD : CARMEN9 - 2000
ING. CESAR RUIZ A

CLIENTE : CUTLER HAMMER MEXICANA
OBJETIVO : EVALUAR OXIDACION AMPOLLAMIENTO Y ADHERENCIA

REPORTE # RCS - 0024 - 00
REFERENCIA : ASTM B - 117

REPORTE PRELIMINAR

DESCRIPCION:

- 4 PANELES IDENTIFICADOS DEL 1 AL 4
- PL 1: PLACA STD PARKER
- RECUBRIMIENTO GRIS 312 03
- SUSTRATO LAMINA DE FIERRO
- TRATAMIENTO EL QUE SE UTILIZA EN CUTLER HAMMER
- ESPESESORES PL 1 1.65 a 2.0 mils / PL 2 1.3 a 2.6 mils
P. 3 1.5 a 2.0 mils / PL 4 1.15 a 1.55 mils

ESPECIF. ESPESORES:

MINIMO: 2.00 MILS
MAXIMO: 2.50 MILS
PROMEDIO 2.30 MILS

FECHA INICIO : 14 FEB-00
FECHA TERMINO : 16 MARZO-00

DURACION
PLS. 1, 2, 3 y 4
576 HORAS
PL 1 CONTINUA EN EVALUACION

RESULTADOS

	96 HRS	192 HRS	288 HRS	384 HRS	480 HRS	576 HRS
	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
4 PANELES CON CORTE TRANSVERSAL						
AVANCE DE OXIDACION SOBRE CORTE TRANSVERSAL ASTM D 1654 PROC A/7 2.	8 8 8 8	6 6 6 6	6	6	6	6
ADHERENCIA ASTM D - 3359/B	5B 4B 4B 4B	5B 0B 0B 0B	5B	5B	5B	5B
AMPOLLAMIENTO ASTM D - 714	NB F F F F	NB V M M M	NB	NB	NB	NB
CLASIFICACION - ADHERENCIA	RANGOS DE FALLA - OXIDACION		AMPOLLAMIENTO			
5B = 100%	2B = 85 a 65%	1 = 15 a 25 mm	6 = 2 a 3 mm	VF = Muy Poco	F = Poco	
4B = 95%	1B = 65 a 35%	2 = 10 a 13 mm	8 = 5 a 1 mm	MD = Medio Densio	M = Medio	
3B = 95 a 85%	0B = 35 a 0%	4 = 5 a 7 mm	10 = sin etapa	NB = No Blister	D = Densio	

CONDICIONES DE CAMARA SALINA

CONDENSACION 15 m por cada 24 HRS	pH SOLUCION SALINA 6 70	DENSIDAD SOL SALINA 1 045 gr/ml
PRESION 13 5 PSI	pH AGUA DESTILADA 6 20	DENSIDAD AGUA DESTILADA 1 000 gr/ml
TEMP DE CAMARA SALINA 94 1 94 3°F		
TEMP TORRE DE SATURACION 100 0 101 9°F		

Equipo : Corrosion Testing Equipment and Systems - Proveedor : Singleton Corporation.

OBSERVACIONES:

LOS PANELES IDENTIFICADOS COMO 2, 3 y 4 PRESENTAN ALGUNAS AMPOLLAS A LO LARGO DE LA ZONA DE CORTE Y UN AVANCE DE OXIDACION DE 2 mm APROXIMADAMENTE. ADEMÁS, PERDIERON TOTAL ADHERENCIA A LAS 192 HORAS DE PRUEBA, POR LO QUE CONCLUYO SU EVALUACION EN ESTE PERIODO. EN TANTO QUE EL PANEL 1 AUN A LAS 576 HORAS DE EVALUACION, PRESENTA UN BUEN COMPORTAMIENTO, NO HA PERDIDO ADHERENCIA, NI PRESENTA AMPOLLAS, SOLO 2mm DE AVANCE DE OXIDACION SOBRE LA CRUZ DE CORTE.

CONCLUSIONES:

ES RECOMENDABLE VERIFICAR LA LIMPIEZA DE LOS SUSTRATOS (LIBRE DE IMPUREZAS) PARA GARANTIZAR EN UN PRINCIPIO UN BUEN FOSFATIZADO Y DESPUES UN BUEN ANCLAJE DEL RECUBRIMIENTO SIN PERDER DE VISTA LAS CONDICIONES REALES DE TIEMPO Y TEMPERATURA A LAS CUALES SON SOMETIDOS ESTOS SUSTRATOS PARA SU CURADO.

NOTA : SE ANEXAN LOS PANELES IDENTIFICADOS COMO 2, 3 y 4

L. C. OLGA HERRERA
SERVICIO A VENTAS
EVALUO

NF/03 REV3

IV.- TABLAS COMPARATIVAS EN LA REDUCCION DE COSTOS.

Para tener una mejor visión, a continuación se muestra una tabla del estudio de reducción de costos para bases de medidor, esta nos sirve como comparativo de lo que estamos haciendo.

MANUFACTURA EN CHMEX. (Cutler Hammer Mexicana).

Tabla 1

Cople No.	Tiempo Estimado (cortar y troquelar)	Materia Prima (\$)	Mano de Obra (\$)	Proveedor (machuel. y acabado) (\$)	Gastos Indirectos (\$)	TOTAL (\$)
29-6228-2 1" D.	0.0005 + 0.0030	1.34	0.06	2.30 + 0.38	0.62	4.70
29-6228-3 1 ¼" D.	0.0005 + 0.0030	1.34	0.06	2.30 + 0.38	0.62	4.70
29-6228-4 1 ½" D.	0.0005 + 0.0030	1.34	0.06	2.30 + 0.38	0.62	4.70
29-6229 2" D.	0.0005 + 0.0030	1.88	0.06	2.50 + 0.54	0.62	5.60
29-6229-2 2 ½" D.	0.0005 + 0.0030	1.88	0.06	2.50 + 0.54	0.62	5.60

BASE CHMEX 3200 MANUFACTURA EN CHMEX. (Cutler Hammer Mexicana).

Descripción	Tiempo Estimado	Materia Prima \$	Mano de Obra \$	Gastos	Total \$
				Indirectos \$	
Conector de Tierra	0.058	2.44	0.184	2.179	4.803
Zapatitas 2 piezas		6.20	-----	-----	6.20

Costo Total de Ambas Piezas = \$ 11.003 Pesos.

BASE CHMEX 3100 MANUFACTURA EN CHMEX. (Cutler Hammer Mexicana).

Descripción	Tiempo Estimado	Materia Prima \$	Mano de Obra \$	Gastos	Total \$
				Indirectos \$	
Conector de Tierra	0.075	3.192	0.184	2.179	5.555
Zapatitas 2 piezas		6.20	-----	-----	6.20

Costo Total de Ambas Piezas = \$ 11.755

Manufactura en CHMEX (\$)	Compra local de zapata de tierra (\$)	Consumo anual de piezas	Ahorro anual (\$)
11.003	6.18	7,713.00	37,200.00
11.755	6.19	10,409.00	57,926.00

Manufactura – Compra local, por consumo anual = Ahorro anual.

Total de Ahorro \$ 95,126.00

Después de analizar las tablas se puede observar que el cambio no nos cuesta nada, pero tenemos un buen ahorro que se refleja de manera importante en el consumo anual de piezas.

CAPITULO 5.

RESULTADOS .

En Ingeniería es importante destacar, que los resultados esperados permiten reducir: costos, tiempos de operación, peso (con materiales ligeros) y el número de piezas que se utilizan.

El fabricante del equipo principal debe considerar, que es necesario mantener un control muy estricto sobre los proveedores, sin descuidar nunca el objetivo primordial de su producto, ya que en el mercado, pueden existir otras empresas que los fabriquen similares al nuestro y no debe haber posibilidades de que compitan con la calidad y precio de los equipos que nosotros elaboramos.

Las piezas que requieren acabados especiales: con pintura gris, se deben someter a dicho proceso dentro de la planta, conservando las normas de calidad establecidas para cada una de ellas, efectuando las pruebas requeridas.

La zapata a tierra, se le comprará al proveedor de la empresa: “Metal Mecánica Aries”, S. A., con el acabado final, únicamente para ser ensamblada.

Una vez teniendo el conjunto de elementos y piezas principales dentro de la planta y con el control necesario de los procesos secundarios, se analizará si es factible que alguno de nuestros proveedores lleve a cabo el ensamble, porque conocen nuestras necesidades y con ellos,

la mano de obra nos puede resultar más económica, sin que el producto pierda la precisión y calidad que debe caracterizarnos.

CAPITULO 6.

CONCLUSIONES.

Lo descrito en los capítulos anteriores de esta tesis, nos permite obtener las siguientes conclusiones: es de suma importancia en la vida práctica de una empresa, aplicar los conocimientos de ingeniería de procesos y actualizarse periódicamente, para poder reducir los costos de operación, que puede consistir en cambiar los materiales por otros que sean más económicos; reducir el peso en los equipos; minimizar el número de partes e incrementar y mejorar su resistencia a los fenómenos naturales del medio ambiente; optimizar el uso de los materiales sin afectar la calidad y el acabado final del producto. En nuestro caso, se tomó la decisión de hacer el cambio del material del cople (pieza número 17 del catálogo de partes, antes de la modificación), que se hacía de aluminio que es más costoso, por uno de lámina de fierro que es más económico (pieza número 26 del catálogo de partes después de la modificación) y que al ser substituidas arrojan un ahorro monetario importante a la empresa (\$ 392,582.93 pesos por año) sin tener que hacer inversiones adicionales: en maquinaria y equipo, espacio, construcciones y mano de obra, ya que su fabricación la realiza el proveedor "Manufacturera de Moldes y Troqueles ", al que se le solicita que nos proporcione las piezas, con el acabado estipulado en el contrato y él, se compromete a cumplir con el proceso y normas de calidad establecidas (si no las cumple, existe una cláusula de penalización por incumplimiento). Además nos permite establecer una mejor competencia con el precio en el mercado.

Otras piezas que se substituyen, son el conector a tierra (número 16) y dos zapatas de tierra (número 23) del catálogo de partes, antes de la modificación, por una zapata de tierra (número 25) después de la modificación, que nos permiten hacer una reducción en los costos, sin que el nuevo diseño altere el funcionamiento eléctrico ni la calidad del cople en la base del waththorimetro. Como ya se mencionó, a la empresa le conviene en este caso mandar hacer la pieza que fabricarla en la planta.

Finalmente cabe mencionar, que cuando se presente un proyecto de esta naturaleza, se deben hacer los estudios e investigaciones necesarias que permitan llevar acabo las comparaciones pertinentes y tomar la decisión mas adecuada, que proporcione los mayores beneficios a la empresa y a los usuarios de los productos que se ofrecen, para tener mejores oportunidades de competencia en el mercado, generando fuentes de trabajo y brindar crecimiento al país con una derrama equilibrada de capital.

Todo esto es posible por los avances tecnológicos en la elaboración de procesos, que la ingeniería propone a los dueños de las distintas empresas, para que puedan crecer en forma ordenada sin que expongan su capital y en lugar de cerrar fuentes de trabajo se abran nuevas oportunidades para que un mayor número de personas pueda tener mejores ingresos.

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS.

1. M. F., Ashby. Materials selection in mechanical design. 1ª. Ed., England, Pergamon press, 1992, England. Cap. IX, pp 167-194.
2. P. Groover, Mikell. Fundamentos de manufactura moderna, material, procesos y sistemas. 1ª. Ed., México, Prontice Hall Hispanoamericana, 1997.
3. A. Schey, John. Introduction to Manufacturing processes. 3ª. Ed., U.S.A., Mc. Graw-Hill, 2000.
4. W. Sears, Francis. Electricidad y Magnetismo, fundamentos de física II. Trad. de Albino Yusta almarza., 6ª. Ed., 4ª. Reimp. En España, Aguilar, S. A. Ediciones, 1976, Cap. V, pp 130-135.
5. F. D. Jones, Erik Oberg. Manual Universal de la Técnica Mecánica. 9ª. Ed., Barcelona España, Labor, S. A. 1979, Tomos I y II.
6. Dubbel, H. Manual del Constructor de Máquinas. 5ª. Ed. Barcelona España, Labor, S.A., 1979, Tomos I y II.
7. Pareto, Luis. Formulario de mecánica. 1ª. Ed., Barcelona España, CEAC, 1981.
8. Cutler – Hammer. Manual, Catalogo general. México, 1997.
9. Celanex. Manual Engineering Plastics Divison. Celanex thermoplastics polimester. U.S.A., 1990.
10. Plenco Company. Manual plenco plastics Engineering Company. Wisconsin U.S.A. 1998.
11. Celanese Mexicana S. A. Inyección, extrusión Nylon. Celanese mexicana S. A. México, 1998.

11. National. Technical Information. Injection Moulding of thermosetting material.

National, U. S. A. 1998.