

**PLANTILLAS DE TUBERIA  
DESARROLLADAS CON  
CALCULADORAS ELEMENTALES**

**JOEL DORSEY C.**



GUANAJUATO SUR 114  
COL. UNIDAD NACIONAL  
CD. MADERO, TAM.  
CP. 89410

PRIMERA EDICION

IMPRESO EN MEXICO

PRINTED IN MEXICO

® Derechos reservados conforme a la ley.

N R 10913/85

Prohibida la reproducción total o parcial.

Impreso por VARGAS IMPRESORES, S.A.

Fco. Fernández del Castillo 2601

CP 03500 MEXICO, D.F.

Febrero de 1986

## RECONOCIMIENTO

*Mi sincero agradecimiento al Ing. Felipe Javier Torres, por su valiosa y paciente orientación que me brindó durante la preparación de este libro. Su amplia experiencia en computación, programación de calculadoras avanzadas, así como de diseño y construcción de Plataformas Marinas tubulares, fue un apoyo fundamental que me dio confianza y estímulo.*

*Fidelito, el alumno problema del grupo que en clases de Desarrollo Gráfico de Plantillas de un curso que impartía hace años, en un tono desafiante y con una sonrisa llena de burla, me dijo:*

*¡Profesor, cuando trabajaba en la construcción de una Plataforma Marina en el Mar del Norte, vi a un técnico extranjero desarrollar una plantilla de tubería con una calculadora!*

*Esas palabras dichas con el fin de lastimarme, estimularon mi interés por el tema, además, despertaron mi perseverancia y empeño hasta lograr desarrollarlo.*

*Mi sincero agradecimiento a Fidelito, puesto que gracias a sus palabras, este libro se llegó a escribir.*

EL AUTOR

*NOTA.- Posteriormente me enteré que Fidelito nunca había estado fuera del país, menos en el Mar del Norte.*

## CONTENIDO

### PARTE I

Objetivo .....	1
Denominaciones .....	4
Simbología .....	9
Recordatorio de Trigonometría elemental .....	17
Unidades de Cálculo .....	35
Operaciones matemáticas en programas .....	40
Errores comunes en cálculo y desarrollo de plantillas .....	49
Manejo de programas en calculadoras elementales .....	55

### PARTE II

Instructivo general .....	61
Módulo 1	
Injerto perpendicular centrado, ramal .....	71
Módulo 2	
Injerto perpendicular centrado, boca .....	74
Módulo 3	
Injerto inclinado centrado, ramal .....	78
Módulo 4	
Injerto inclinado centrado, boca .....	82
Módulo 5	
Injerto perpendicular descentrado lateral, ramal .....	88
Módulo 6	
Injerto perpendicular descentrado lateral, boca .....	94
Módulo 7	
Injerto inclinado descentrado lateral, ramal .....	106

✓	Módulo 8	Injerto inclinado descentrado lateral, boca .....	113
	Módulo 9	Injerto perpendicular descentrado sobre el eje vertical, ramal .....	128
	Módulo 10	Injerto perpendicular descentrado sobre el eje vertical, boca .....	132
	Módulo 11	Injerto inclinado descentrado sobre el eje vertical, ramal .....	141
	Módulo 12	Injerto inclinado descentrado sobre el eje vertical, boca .....	147
	Módulo 13	Tapón Macho, ramal .....	161
	Módulo 14	Tapón Macho, tapa .....	166
	Módulo 15	Tapón gajos de naranja .....	171
	Módulo 16	"Y" Griega repartida .....	178
	Módulo 17	"Y" Griega cerrada .....	181
	Módulo 18	"Y" Griega abierta .....	189
	Módulo 19	Deflexión .....	196
	Módulo 20	Pata inclinada .....	199
	Módulo 21	Interferencia perpendicular .....	202
	Módulo 22	Interferencia diagonal .....	210
	Módulo 23	Triate .....	218
	Módulo 24	Salida inclinada, ramal .....	222

	Módulo 25	Salida inclinada, boca .....	228
	Módulo 26	Te, ramal .....	232
	Módulo 27	Te, boca .....	236
	Módulo 28	Reducción concéntrica .....	240
	Módulo 29	Injerto perpendicular en cono .....	247
	Módulo 30	Injerto paralelo en cono .....	253
	Módulo 31	Injerto descentrado en esfera, sin interferir en eje .....	259
	Módulo 32	Injerto descentrado en esfera, cuando interfiere el eje .....	268
	Módulo 33	Falso soporte en codo centrado .....	273
	Módulo 34	Falso soporte en codo, tangencial lateral .....	280
	Módulo 35	Falso soporte en codo, tangencial exterior .....	285
	Módulo 36	Falso soporte en codo, tangencial interior .....	291
	Módulo 37	Codos mitra .....	298

### PARTE III

	Aplicación en actividades de Técnicos y Profesionistas .....	307
	Programas para calculadoras programables y computadoras .....	310
	Ejemplos de adaptación de programas, para calculadoras TI-58, 59, HP-41C, 41CV, 97 y lenguaje BASIC .....	320

100 .....  
101 .....  
102 .....  
103 .....  
104 .....  
105 .....  
106 .....  
107 .....  
108 .....  
109 .....  
110 .....  
111 .....  
112 .....  
113 .....  
114 .....  
115 .....  
116 .....  
117 .....  
118 .....  
119 .....  
120 .....  
121 .....  
122 .....  
123 .....  
124 .....  
125 .....  
126 .....  
127 .....  
128 .....  
129 .....  
130 .....  
131 .....  
132 .....  
133 .....  
134 .....  
135 .....  
136 .....  
137 .....  
138 .....  
139 .....  
140 .....  
141 .....  
142 .....  
143 .....  
144 .....  
145 .....  
146 .....  
147 .....  
148 .....  
149 .....  
150 .....  
151 .....  
152 .....  
153 .....  
154 .....  
155 .....  
156 .....  
157 .....  
158 .....  
159 .....  
160 .....  
161 .....  
162 .....  
163 .....  
164 .....  
165 .....  
166 .....  
167 .....  
168 .....  
169 .....  
170 .....  
171 .....  
172 .....  
173 .....  
174 .....  
175 .....  
176 .....  
177 .....  
178 .....  
179 .....  
180 .....  
181 .....  
182 .....  
183 .....  
184 .....  
185 .....  
186 .....  
187 .....  
188 .....  
189 .....  
190 .....  
191 .....  
192 .....  
193 .....  
194 .....  
195 .....  
196 .....  
197 .....  
198 .....  
199 .....  
200 .....

PARTE I

## OBJETIVO

Los objetivos primordiales de este libro son: poner al alcance de los obreros calificados en las ramas de tubería, soldadura, calderería y copería, los beneficios que han generado las calculadoras electrónicas de bolsillo, tan populares en la actualidad, permitiendo a ese personal ser capaz de desarrollar analíticamente plantillas para injertos de tubería, con facilidad, precisas y en breve tiempo. También proporcionar a técnicos y profesionistas una valiosa información que les facilite generar programas del tema, propios para calculadoras programables avanzadas o computadoras, según se explica detalladamente en la parte III.

Los obreros especializados antes mencionados, a nivel mundial, son los que se ven obligados a desarrollar el volumen mayoritario de plantillas para tubería. Aunque no es frecuente la necesidad de generarlas, forman el grupo principal dentro del personal que participa en la construcción de obras industriales, y es fácil pensar que a nivel mundial su número sea muy elevado, por lo que se deduce, sean decenas de miles de plantillas que se tengan que desarrollar y trazar diariamente.

Todos los países del mundo se preocupan por mantener actualizada su tecnología industrial para ofrecer a precios competitivos sus productos de exportación dentro del mercado mundial. El país que cuente con la industria más eficiente en productividad, con seguridad absorberá gran parte de dicho mercado. Un ejemplo se tiene en la rama automotriz, donde para fabricar una unidad en un día, se requería de 30 obreros en fechas posteriores a la segunda guerra mundial. En la actualidad, con el empleo de maquinaria automática avanzada y robots industriales, se ha logrado la misma producción con una reducida fracción de ese número de obreros. Otro ejemplo se tiene en la tripulación de vuelo de las unidades de líneas comerciales; antiguamente, con equipo a hélice movilizaban en cada vuelo un máximo de 65 pasajeros, pero en la actualidad, el mismo personal transporta a cientos de ellos empleando aviones modernos a reacción de cabina ancha, además que en el mismo tiempo que efectuaban un vuelo con el equipo antiguo, ahora logran dos o más. En computación, un reducido grupo de operarios especializados han logrado desplazar verdaderos ejércitos de personal de las ramas de contabilidad, cálculo y diseño industrial, fabricación programada, proceso industrial, servicios bancarios, control de almacenes, etc. En el renglón de fabricación repetitiva, actualmente se emplean tornos y equipos de soldadura programables que logran niveles de producción hasta hace poco no imaginados. Para bien o para mal de la humanidad, la industria sigue la tendencia de reducir su personal, capacitando al que retiene para mejorarle el nivel de especialización y opere eficientemente equipo moderno y sofisticado de alta productividad.

Este fenómeno socioeconómico no se discutirá en este libro, pero sí afirmaremos que país que no incorpore su industria a esta corriente, quedará marginado del mercado internacional, y por lo tanto susceptible a frenar su progreso.

La actualización no termina en la industria, sino que continúa hasta los técnicos y obreros especializados que comprenden la fuerza de trabajo dentro de ella. El obrero que ejecute sus actividades con conocimientos técnicos más avanzados, producirá artículos de mejor calidad y a un nivel óptimo en cuanto a volumen de producción. Este tipo de obrero actualizado llegará a obtener mejores niveles, y consecuentemente mejores salarios, además será de los últimos en perder su puesto en caso de crisis en la industria que le sirve.

Cuando un obrero calificado, que tenga o no experiencia en desarrollo y trazo de plantillas por el procedimiento gráfico, aplica adecuadamente los programas indicados en este libro, auxiliándose con una calculadora apropiada, logrará una elevada eficiencia las ocasiones que se vea obligado a ejecutar esta actividad. Esta fase no es todo lo que debe dominar con una tecnología actualizada, pero sí, una que la mayoría no supera con facilidad cuando es empleado el sistema gráfico, puesto que más del 75% de ese personal no puede ejecutar esa actividad eficientemente y la trata de eludir, recayéndose necesariamente en pocos obreros capaces que se convierten en indispensables.

Cuando los obreros de los talleres, que por años han ejecutado una actividad en una forma determinada, se les ordena sustituirla por otra actualizada que se considera mejor, casi siempre demuestran oposición a aceptarla. Los que atienden la actividad de desarrollo de plantillas tradicionalmente las han generado en forma gráfica y muchos de ellos, sobre todo los que se les dificulta el manejo de las matemáticas elementales, tendrán la errónea idea que el procedimiento analítico que recomienda este libro es difícil de comprender y utilizar, y tratarán de seguir empleando el sistema gráfico aunque el costo de esta actividad resulte mayor. Esta oposición la tendrán que superar, y aceptar el procedimiento analítico ante el peligro de que se vean desplazado en esa actividad por personal mejor actualizado.

A fin de que participen de los beneficios de este libro hasta los obreros con nivel de escolaridad muy limitado, o los que se les dificulte las matemáticas elementales, se ha confeccionado lo más objetivamente posible y fácil de comprender los pasos a seguir para ejecutar las operaciones; lográndose generar plantillas en breve tiempo y perfectamente desarrolladas sin que sea necesario trazar proyecciones preliminares.

Lo ideal es que el obrero calificado que calcule el desarrollo de las plantillas comprenda cómo las obtiene, y en el futuro pueda llegar a generar programas personales de Casos diferentes de los aquí mostrados; pero también los que las generan sin entenderlo obtienen plantillas precisas y rápidamente. En otras palabras, sólo con seguir la secuencia de los programas y empleando adecuadamente los datos básicos que rige cada Caso, lograrán su objetivo; poniendo al alcance de cualquier artesano este método sin importar su nivel

de escolaridad; es posible que lleguen a ser magníficos trazadores de plantillas de tubería, evitándose depender de uno o pocos artesanos confiables y escasos cuando se obtienen gráficamente, además reduciría drásticamente el tiempo necesario para ejecutar dicha actividad y generarán plantillas precisas sin importar el tamaño de los diámetros de los tubos o equipo de proceso cilíndricos que se le relacionen.

Dando como ejemplo el desarrollo de una plantilla para una flexión de 15° en tubería de 30" de diámetro, para obtenerla gráficamente, su tamaño generaría proyecciones preliminares de tres y medio metros de longitud, debiéndose mantener entre ellas un paralelismo y perpendicularidad muy exacta si se quiere evitar errores que posteriormente propicien costosas correcciones. Esta actividad es complicada y meticulosa de realizar, dependiendo de la habilidad particular de cada artesano, el tiempo necesario para ejecutarla. Cuando participa personal con habilidad óptima, puede estimarse aproximadamente en 5 horas, y en 8 cuando es normal. Estos tiempos de trabajo se consideran cuando el artesano tenga su ayudante.

El desarrollo de la misma plantilla, cuando es empleado el método analítico que recomienda este libro y es ejecutada con el auxilio de una calculadora científica elemental, debe terminarse en un tiempo comprendido entre los 35 y 50 minutos, tenga o no habilidad el artesano que la genere; además no requerirá de ayudante.

Cuando se manejan tuberías de diámetros menores, se reduce el beneficio debido a que contará con pocas proyecciones preliminares; sus cortas longitudes, son susceptibles a trazar sin tener que desplazar dos o más veces las reglas o escuadras que se empleen cuando son desarrolladas gráficamente. Esta particularidad hace que su trazo se ejecute en un tiempo reducido, pero no tanto como para ser menor del requerido si es empleado el sistema analítico. Cuando el diámetro del tubo es chico y el material del mismo es acero común, el corte de los tubos puede llegar a ejecutarse sin tener que desarrollar una plantilla previa, siempre y cuando el artesano que la realice, tenga mucha experiencia y habilidad. Si el trazo es ejecutado sin emplear plantilla, es factible que al presentar ambos tubos entre sí se aprecien desajustes que tendrán que corregirse. Como el diámetro es chico y el material del tubo suave, será rápido desbastar con esmeril lo que deba eliminarse.

En tubería de diámetros mayores no es posible ejecutar un injerto sin tener que desarrollar una plantilla previa, ya que la sola presentación de ambos tubos para comprobar la exactitud de los cortes sería una maniobra muy complicada y costosa debido a su tamaño y peso; además las correcciones, que seguramente serán inevitables comprenderían volúmenes muy grandes de material por remover y obviamente tardadas y costosas.

Este libro contiene los programas necesarios para generar plantillas fácilmente, precisas y en breve tiempo de 66 diferentes casos de injertos de tubería, así como instrucciones detalladas del manejo analítico de cada uno de ellos.

## DENOMINACIONES

### CASO

Un Caso se define como lo correspondiente exclusivamente al cálculo de una plantilla en especial diferente a todas las demás. Podemos decir que: DEFLEXION y TRIATE son dos Casos diferentes, así como también lo son el "Ramal" y "Boca" del INJERTO PERPENDICULAR CENTRADO. Cada uno tendrá, aunque algunos teóricamente, su Secuela Analítica y Programas exclusivos. Se define como teórico lo antes comentado debido a que los Casos adicionales no cuentan con esa literatura. El Instructivo correspondiente al Caso que lo generó indica las modificaciones y consideraciones que sufre su manejo para ajustar lo necesario la Secuela Analítica al desarrollar plantillas de cada uno de los Casos adicionales.

### LITERATURA DE CALCULO

Es el conjunto de literatura que comprende Instructivo, Secuela Analítica y Programas, incluidos en todos y cada uno de los Módulos. Esta literatura incluye lo necesario para obtener analíticamente: Desarrollo, Paso Longitudinal, Angulo de Paso y Proyecciones finales.

### INSTRUCTIVO

Muestra consideraciones y procedimientos de manejo del Módulo correspondiente, alimentación de datos básicos, tipos de Casos adicionales que se pueden cubrir, cómo manejarse éstos, número de proyecciones por calcularse, localización del arranque analítico, localización de arranque gráfico, procedimiento y fórmula para localizar físicamente la plantilla generada en el tubo correspondiente cuando se localiza fuera de ejes, rumbo y secuela del cálculo, así como el del trazo de las proyecciones, etc.

### SECUELA ANALITICA

Muestra gráficamente, paso a paso, la secuela que sigue la fórmula empleada en cada Módulo al ejecutar los cálculos correspondientes. Este procedimiento detalla claramente el origen y desarrollo de la fórmula empleada, a la vez que relaciona fracciones de la misma con cada paso gráfico. Puede definirse como la expresión gráfica de la fórmula empleada. Su objetivo es permitir a la persona que haga uso de este libro, comprenda los pasos que ejecuta.

### PROGRAMAS

Muestran la fórmula empleada en cada Caso, ordenada en sentido vertical, con una secuencia óptima de operación para manejarse paso a paso, y de manera fácil, con calculadoras científicas elementales. Su objetivo es mostrar el orden lógico en que debe manejarse cada fórmula, simplificando palpablemente su cálculo con ese equipo.

La incógnita de una fórmula puede despejarse siguiendo diferentes secuelas, pero cuando se emplea una calculadora científica elemental, debe manejarse en tal forma que se adapte a características y capacidad de la misma; lográndose su objetivo a pesar de lo limitado de ese equipo.

### ANGULO DE PASO

Es un valor angular expresado en grados, que está en relación del arco que cubre la plantilla y el número de pasos empleados. Se obtiene dividiendo el primer factor entre el segundo.

El arco de la plantilla de los Ramales siempre tendrá un valor correspondiente a  $360^\circ$ , y los de las Bocas nunca serán mayores a  $180^\circ$ .

### ANGULO BASICO DE CALCULO

Es un dato básico de cálculo de valor creciente y por lo tanto variable; excepto en el cálculo de la primera proyección, corresponde a un múltiple del Angulo de Paso empleado. Su valor inicial siempre es cero, en la segunda proyección su valor corresponderá al Angulo de Paso, en la tercera valdrá dos veces este valor, en la tercera tres, y así sucesivamente hasta completar el número de cálculos que el Caso requiera. En un ejemplo donde se emplee  $10^\circ$  como Angulo de Paso, los Angulos Básicos de Cálculo serán:  $0^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ , etc.

### LINEA DE APOYO

Todas las proyecciones de las plantillas se trazan a partir de una línea recta que se denominará "Línea de Apoyo", cuya longitud equivale al desarrollo, siendo su valor perpendicular igual a cero. Esto indica, que una proyección que tenga ese valor, corresponderá exactamente con dicha línea. Si el valor de la proyección es positivo, se trazará perpendicularmente y siempre hacia uno de los lados de ella. Si la proyección tiene un valor negativo, deberá hacerse hacia el lado opuesto (Ver fig. 1).

En plantillas para Ramales, la Línea de Apoyo se trazará en sentido horizontal, siendo su lado superior el positivo y negativo el inferior. A excepción de pocos Casos, por lo general se trabaja con proyecciones positivas. Para plantillas de Bocas, la Línea de Apoyo se considerará vertical. Cuando el injerto es perpendicular, todas las proyecciones serán positivas y podrán localizarse en cualquiera de los dos lados; se incluirán dentro de uno o dos cuadrantes, que serán similares y simétricos a los complementarios. Cuando se manejan plantillas del mismo tipo, pero para injertos inclinados, pueden obtenerse también proyecciones negativas, que se localizarán en uno u otro extremo de la plantilla en relación del rumbo de inclinación del Ramal (Ver fig. 2).



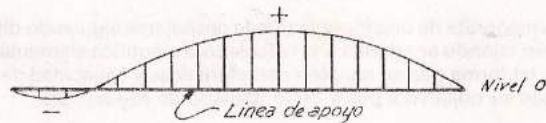


Fig. 1 Trazo de proyecciones positivas y negativas.

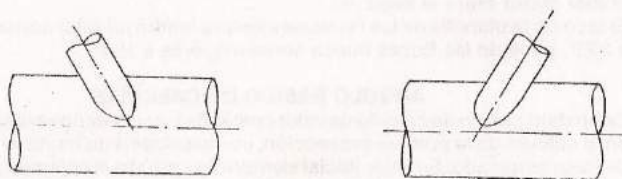


Fig. 2 Injertos inclinados.

### INJERTO CABALGADO

Se denomina Injerto Cabalgado, el Caso donde el Ramal termina en el diámetro exterior del Cabezal (Ver fig. 3). La línea de contacto se localiza en el diámetro interior del Ramal y exterior del Cabezal, y para fines de cálculo, ya sea para obtener la plantilla del Ramal como la de la Boca, sus diámetros corresponderán a la variación antes indicada. Otra característica de este tipo de injerto, es biselar el Ramal para soldarlo.

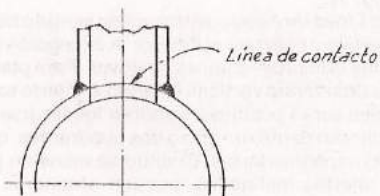


Fig. 3 Ramal sobre el cabezal.

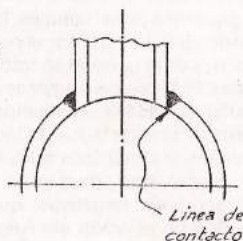


Fig. 4 Ramal insertado en el cabezal.

### INJERTO INSERTADO

Se denomina Injerto Insertado, al Caso donde el Ramal termina en el diámetro interior del Cabezal (Ver fig. 4). La línea de contacto se localiza en el diámetro exterior del Ramal e interior del Cabezal, y para fines de cálculo, ya sea para obtener la plantilla del Ramal como la de la Boca, sus diámetros corresponderán a la variación antes indicada. Otra característica de este tipo de injerto es biselar la Boca del Cabezal para soldarlo, además de incrementarlo ligeramente para permitir la penetración de la soldadura que unirán los tubos.

### RAMAL

En cualquier tipo de injerto, es el tubo de diámetro menor, que se proyecta perpendicular o inclinado hacia el Cabezal, terminando en éste (Ver fig. 5).

### CABEZAL

En cualquier tipo de injerto, es el tubo de diámetro mayor, que recibe al menor llamado Ramal (Ver fig. 5).

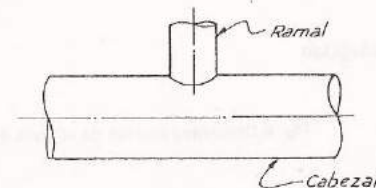


Fig. 5 Injerto perpendicular.

### LINEA DE CONTACTO

La Línea de Contacto es la trayectoria donde casi se tocan ambos tubos al presentarlos para soldar entre sí después de ejecutar los cortes que originaron la plantilla (Ver fig. 6). Esta línea coincide con la localización del primer cordón de soldadura que tendrá que aplicarse, denominado "Fondeo". Excepto en el Desarrollo, como regla y para fines de cálculo, deben darse como datos básicos en todos los Casos, los diámetros y radios donde se localiza la línea de Contacto, tanto para plantillas de Ramales como de las Bocas.

### PLANTILLA ENVOLVENTE

Es la plantilla que se emplea en los Ramales y se envuelve completamente al tubo al ejecutar su trazo.

### PLANTILLA NO ENVOLVENTE

Es la plantilla que se emplea en las Bocas y cubre solamente una parte de la circunferencia del tubo al ejecutar su trazo.

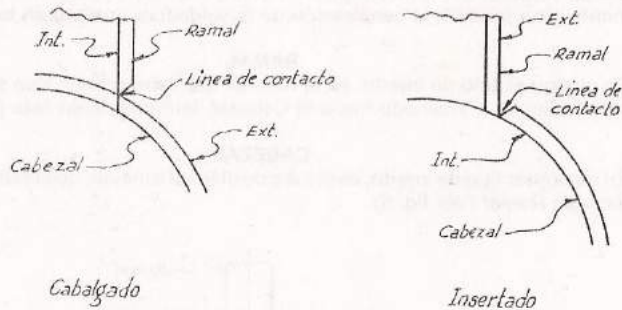


Fig. 6 Diferentes niveles de la línea de contacto.

### SIMBOLOGIA

#### FIGURA REPRESENTATIVA

Indica gráficamente el Caso tratado que va en relación del título correspondiente (Ver fig. 7). Se localiza en la parte superior a la derecha de parte de la literatura de cada Módulo, y cubren Instructivo, Secuela Analítica y Programas. Su objetivo es relacionarlos entre sí para facilitar su localización.

Los Casos relacionados con la Figura Representativa pueden ser uno o varios. Este dato puede obtenerse del Instructivo correspondiente, que explica cómo aprovechar la literatura para calcular plantillas de Casos parecidos adicionales.

Cuando se calculan Casos adicionales, tanto los programas como el manejo de las operaciones analíticas, sufren ligeras modificaciones que pueden llegar a controlarse mentalmente.

Por ejemplo el CODO MITRA DE 90° es un Caso original y el CODO MITRA DE 45° es adicional al anterior. La figura Representativa corresponderá al primero, pero también es posible calcular plantillas del segundo, si se observa lo indicado en su Instructivo.

Lo anterior se hizo con la finalidad de reducir al mínimo este libro, así como para manejar el mayor número de Casos con la menor literatura posible.

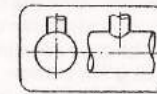


Fig. 7 Caso tratado.

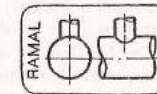


Fig. 8 Indicación del tipo.

#### TIPO

Es lo indicado escrito verticalmente a la izquierda y dentro del recuadro de la Figura Representativa (Ver fig. 8). Su objetivo es definir la subdivisión que puede tener la Figura Representativa o sus Casos adicionales, así como precisar el tubo en que se localizará la plantilla que se genere.

Puede ponerse como ejemplo cualquier injerto de tubería en que siempre se muestran dos Tipos con la misma Figura Representativa, ya que el mismo injerto puede requerir de dos tipos diferentes de plantillas; una denominada "Ramal" y localizada en el mismo, y la otra "Boca", que se empleará en el Cabezal (Ver fig. 9). Este ejemplo es aplicable a líneas de conducción, puesto que el fluido que se maneja tendrá que desplazarse dentro de ambos tubos, y

por lo tanto, el Cabezal tendrá que agujerarse. Obviamente se tendrá que trazar una plantilla para cada uno de los tubos. Cuando se manejan injertos similares pero para estructuras tubulares, solamente se requerirá desarrollar la plantilla del Ramal, ya que el Cabezal carecerá de agujero. Los diferentes Tipos harán que la literatura de cálculo difiera aun cuando la Figura Representativa sea la misma.

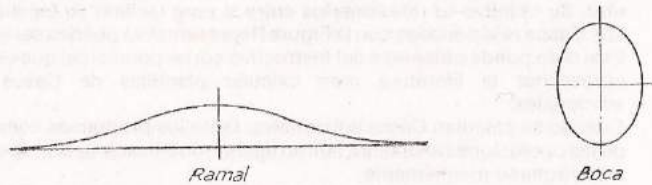


Fig. 9 Tipos de plantillas.

#### MODULO

Un Módulo es la literatura que engloba cada título y Tipo, pudiendo cubrir Casos adicionales, aunque no se relacionen exactamente con la Figura Representativa y su Título si así es indicado en su Instructivo correspondiente. El CODO MITRA DE 90° puede ser mayor o menor su ángulo de giro indicado, o bien variar su número de virolas mostradas gráficamente en la Figura Representativa correspondiente, sin embargo, se consideran integrados al mismo Módulo y aprovechan la misma literatura de cálculo.

Un Módulo, o sea, una sola literatura de cálculo, cuando se aplica a Casos adicionales cuyos programas difieran levemente, en su Instructivo correspondiente se detalla con claridad las modificaciones y consideraciones que sufre su manejo.

A todos y cada uno de los Módulos se les asigna un número exclusivo dentro de un cuadro localizado al lado izquierdo y adjunto a la Figura Representativa (Ver fig. 10).



Fig. 10 Módulo con su nomenclatura.

#### ENTRADA EN MEMORIA

Este símbolo se localiza dentro de los programas y se expresa con una "M" dentro de un cuadro pequeño (Ver fig. 11). Indica que el valor mostrado en la pantalla de la calculadora debe almacenarse en una memoria, ya que posteriormente se tendrá que hacer uso de él. Para la ejecución de este paso, debe operarse la calculadora empleada siguiendo lo recomendado por su instructivo de operación, ya que puede diferir su procedimiento de una marca a otra. Cuando es empleada una calculadora de varias memorias debe agregarse la nomenclatura correspondiente a cada una de ellas. Ejemplo: 00, 01, 02, 03, etc.

#### SALIDA DE MEMORIA

Es lo inverso a lo indicado en el párrafo anterior y obviamente localizado en los programas. Se simboliza con una "M" dentro de un cuadro pequeño que tiene una flecha apuntando a la derecha (Ver fig. 12). Indica que el dato almacenado en la memoria se rescata y se pone en pantalla empleando el procedimiento que indica el instructivo de operación.



Fig. 11 Entrada en memoria.



Fig. 12 Salida de memoria.

#### FRACCION INICIAL DE PROGRAMAS

Los programas que cuentan con fracciones independientes dentro de recuadros trazados con línea pesada que incluya la tecla "STO", indica que las porciones del programa comprendido dentro de él, deberán emplearse solamente cuando son usadas calculadoras de varias memorias. Cuando se incluya el símbolo  $\boxed{M}$  se limitará su uso a calculadoras de una memoria. En ambos casos, su empleo será como complemento de la porción principal del programa incluido dentro del recuadro trazado con línea ligera (Ver fig. 13).

#### REPETIR EL CALCULO

Este símbolo aparece sobre la línea de flujo que indica el orden en que se manejan los cálculos de cada proyección (Ver fig. 14). Marca el punto de las operaciones donde hay que repetir otro tren de cálculos similar al anterior, después de que el Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) ha sufrido un incremento. Estos cálculos hay que repetirlos cuantas veces lo indique el Instructivo correspondiente. Como el valor del Angulo Básico de Cálculo difiere al iniciarse cada tren de cálculos, es obvio que las proyecciones obtenidas también difieran, y hasta en algunos casos llegar a obtener valores negativos.



Fig. 13 Fracción inicial de programas.



Fig. 14 Repetir el cálculo.

### PROYECCION DE FACTORES

En puntos intermedios de algunas Secuelas Analíticas, se aprecian proyecciones físicas de factores que se han calculado en cierta área de los bosquejos, y necesariamente se tendrán que desplazar a otras para que se pueda continuar la secuela de cálculos del programa correspondiente en una forma lógica. Tomando como ejemplo el Cálculo de plantillas para Injertos, es común que factores obtenidos en la sección del ramal, tengan que proyectarse hasta la del cabezal para poder continuar el desarrollo analítico adecuado. Las Proyecciones de Factores se simbolizan con una o varias flechas que apuntan hacia el rumbo a donde serán desplazadas. Los factores aparecen gráficamente y en forma duplicada, así como con la misma nomenclatura; una donde es obtenida y la otra en el punto donde se le desplaza (Ver fig. 15).

### DIAGRAMA DE FLUJO

Es indicado gráficamente en algunos programas con línea pesada, mostrando la secuela que deben seguir los bloques de actividades de cada tren de cálculos (Ver fig. 16).

El ejemplo mostrado indica que si hay capacidad de memorias, se le da una al valor del Angulo de Paso en el primer bloque, pasando al segundo para calcular las proyecciones, el Diagrama de Flujo pasa al Incremento Angular; posteriormente a Repetir el Cálculo (R C), en seguida colocar el puntero en posición de iniciar nuevamente el cálculo y con este paso cerrar el ciclo, repitiéndolo cuantas veces lo indique el Instructivo correspondiente. Este ejemplo es muy sencillo, pero hay casos donde el Diagrama de Flujo pasa de uno a otro programa.

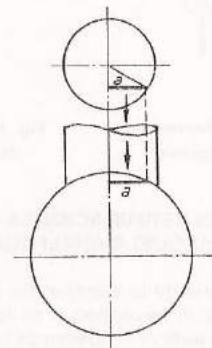


Fig. 15 Proyección gráfica de valores.

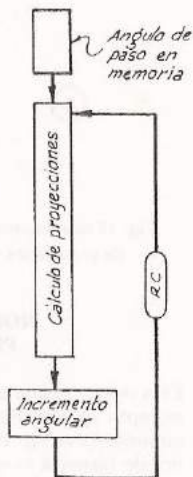


Fig. 16 Diagrama de flujo de cálculos de proyecciones.

### NOMENCLATURA DE LOS PROGRAMAS

Como son numerosos los Casos que cuentan con más de un programa, se les dio nomenclatura alfabética dentro de un marco hexagonal sobre cada uno de ellos (Ver fig. 17). Su finalidad es facilitar su referencia y relación dentro de la Literatura de Cálculo correspondiente. La letra asignada a cada programa coincidirá con la que se le haya dado a la fracción relacionada de la Secuela Analítica.

### NOMENCLATURA EN INICIOS DE PROGRAMAS EN SECUELA ANALITICA

Esta nomenclatura alfabética aparece en el lado superior izquierdo de algunos cuadros de la Secuela Analítica (Ver fig. 18). Tiene como marco un hexágono con una flecha apuntando hacia abajo. Su objetivo, es indicar el cuadro de dicha literatura donde se inicia la expresión gráfica de cada programa.

A

Fig. 17 Nomenclatura de programas.

D

Fig. 18 Arranque de programas.

D

Fig. 19 Terminación de programas.

### NOMENCLATURA EN TERMINACIONES DE PROGRAMAS EN SECUELA ANALITICA

Esta nomenclatura es complementaria de la anterior. Su símbolo es similar, excepto que la flecha apunta hacia el hexágono y se localiza en su lado superior (Ver fig. 19). Su objetivo, es indicar el cuadro de la Secuela Analítica donde termina la expresión gráfica de cada programa.

### NUMERO DE PASO

El Número de Paso en la literatura de la Secuela Analítica se localiza dentro de un círculo, en la esquina superior derecha de cada cuadro (Ver fig. 20). Dentro de éste, y generalmente en la parte inferior del lado derecho, se muestra una porción de la fórmula que rige el programa correspondiente precisamente a expresado gráficamente en ese cuadro, permitiendo mostrarlo simultáneamente tanto gráfico, como analítico.

Esa nomenclatura, con el mismo símbolo, también se emplea en subdivisiones de los programas mostrados en la literatura correspondiente (Ver fig. 21). Su objetivo es indicar qué parte se relaciona con el cuadro de nomenclatura similar de la Secuela Analítica.

### RESULTADO FINAL O PARCIAL

Este símbolo se indica como una estrella, y se incluye en los programas como resultados principales de las operaciones ejecutadas (Ver fig. 22). Cuando aparece al final del programa, indica que es el valor principal que se busca pudiendo ser Desarrollo, Paso Longitudinal, Angulo de Paso, Angulos Relevantes o Proyecciones. Si se localiza en un punto intermedio del programa indica que en ese nivel se obtiene un dato importante de apoyo que hay que meter en una memoria, si la capacidad de la calculadora empleada lo permite, o en su defecto anotarlo. Este dato tiene que conservarse para su uso posterior en programas complementarios y subsiguientes.

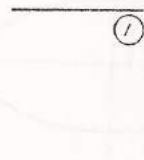


Fig. 20 Nomenclatura de los cuadros en la Secuela Analítica.

1	$\theta$ SEN
2	$x$ $r$ $= x^2$ M R $x^2$

Fig. 21 Nomenclatura de cuadros correspondientes, en los programas.



Fig. 22 Resultados relevantes.

### ARRANQUE

Se simboliza con una flecha en línea pesada, que puede ser recta o curva, y parte de un punto remarcado (Ver fig. 23). Indica el lugar donde se inician los cálculos y trazos de las proyecciones, así como el rumbo hacia donde se localizarán las subsiguientes. Cuando el giro de la flecha es radial, el Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) valdrá cero para calcular la primera proyección, las subsiguientes se calcularán cuando dicho factor se ha incrementado y girado al nuevo nivel de cálculo y hacia un lado determinado. Si la flecha apunta hacia el lado opuesto, el incremento y giro será inverso.

Las flechas rectas que se aprecian en la plantilla de la Fig. 24, parten de puntos remarcados, dependiendo del lugar de inicio, pueden corresponder a la localización de la primera proyección calculada, indicando el rumbo hacia donde se trazarán las subsiguientes. El inicio puede localizarse en cualquiera de los dos extremos, o a partir del centro de la plantilla y apuntando la flecha a una u otra dirección.

El hecho de que el arranque se localice en los extremos de la plantilla en vez de su centro, indicará los Casos donde ese orden genera programas más condensados. En algunos con características especiales, se logra cuando el sentido se invierte.

Debe tomarse en cuenta que el ejemplo mostrado en la Fig. 24 es un Caso donde únicamente se requirió calcular las proyecciones de uno de los cuadrantes, ya que los complementarios son similares a éste aunque dos de ellos en orden simétrico.

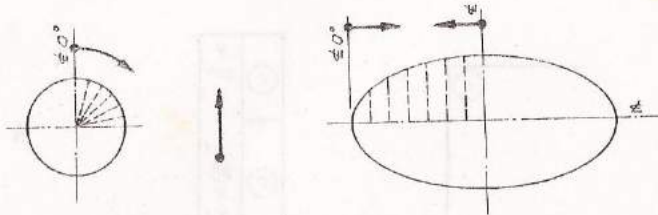


Fig. 23 Arranque gráfico de los cálculos. Fig. 24 Arranque en la secuela del trazo.

## RECORDATORIO DE TRIGONOMETRIA ELEMENTAL

Si la persona que está leyendo este libro es profesionista, técnico o artesano que conozca perfectamente la aplicación de la trigonometría plana, se le sugiere omitir la lectura de esta parte y continuar con la siguiente. El tema que se comenta pueden aprovecharlo artesanos con bajo nivel de escolaridad, o el numeroso grupo que lo estudiaron en su juventud y que por no haber hecho uso frecuente de él, lo han olvidado.

Este tema se ha incluido para que el personal que desarrolle plantillas de tubería por el procedimiento analítico, entienda perfectamente todos los pasos que se ejecutan para obtenerlas, ya que la trigonometría es frecuente en sus cálculos.

La mayoría de los problemas de trigonometría se rigen por un triángulo cuyo ángulo básico no es mayor de  $90^\circ$ , sin embargo hay algunos con valores que lo exceden. Como el manejo analítico para desarrollar plantillas puede requerir de ángulos básicos con ambas características, hará que en esta parte se comenten los dos.

En los casos donde el ángulo básico es menor de  $90^\circ$ , regirá un triángulo patrón que se muestra en la Fig. 25, al que se le dará la nomenclatura indicada. Se aprecia que a los ángulos se les han asignado las letras mayúsculas: A, B y C, así como las minúsculas de las mismas, a los lados.

El ángulo "A", es el básico que rige la función trigonométrica, pudiendo llegar, en nuestro caso, a tener hasta un valor de  $90^\circ$ . Diferentes valores angulares de "A", dará diferentes valores de las funciones trigonométricas.

El ángulo "B" corresponde al complemento de "A", para totalizar  $90^\circ$ . Esto indica que cuando "A" vale  $34^\circ$ , a "B" le corresponderá  $56^\circ$ , o a la inversa.

El ángulo "C" siempre deberá tener un valor de  $90^\circ$ , o sea que el triángulo patrón será rectángulo. No es posible someter a cálculos de trigonometría problemas cuyo triángulo patrón no tenga esa particularidad.

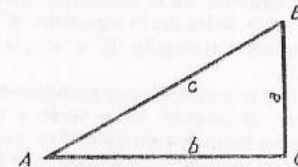


Fig. 25 Triángulo patrón .

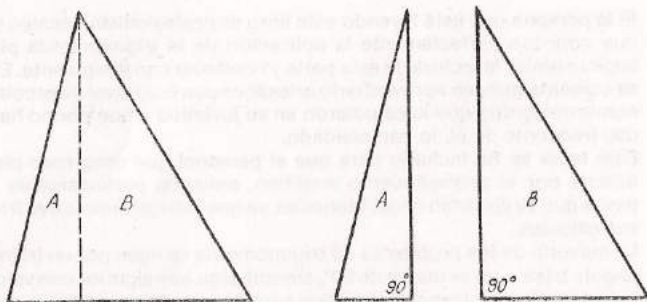


Fig. 26 Subdivisión de un triángulo oblicuángulo.

Cuando el triángulo patrón no reúne esa condición caerá dentro de los denominados oblicuángulos, y para poder manejar cálculos de trigonometría en triángulos de este tipo, primeramente se subdividirá en dos rectángulos aplicando las fórmulas regidas por la ley de los senos y cosenos para posteriormente manejar cada uno por separado (Ver fig. 26). Este procedimiento no se comentará, debido a que dentro de los Casos de plantillas para tubería que veremos más adelante, no se encuentran fórmulas o programas que le apliquen.

Volviendo a los comentarios de la nomenclatura del triángulo patrón, por lo que respecta a sus lados, se les dio la siguiente: "a" al cateto opuesto al ángulo "A", "B" al cateto opuesto al ángulo "B" y "c" a la hipotenusa, que se localiza frente al ángulo "C".

Aunque las funciones trigonométricas comprenden seno, coseno, tangente, cotangente, secante, cosecante, seno verso y coseno verso, para uso de fórmulas y programas incluidos en este libro, se emplearán únicamente las tres primeras, y por lo tanto los comentarios se limitarán a ellas.

Con la finalidad de simplificar los comentarios de este libro, las tablas matemáticas de funciones trigonométricas naturales, a continuación se les denominará Tablas de Trigonometría.

Antes de continuar, conviene precisar que la mayor parte de los valores de las funciones trigonométricas, así como los angulares, no se expresan completos, y por lo tanto son muy aproximados, pero no exactos. En cálculos de funciones trigonométricas no es posible considerar todas las cifras de sus valores, que bien podrán ser más de dos docenas, por lo tanto los valores de las Tablas de Trigonometría cuentan comúnmente con cinco cifras después del punto decimal, aunque la última susceptible a modificaciones por aproximación en relación de las cifras vecinas.

Si se tiene un seno con valor de 0.36392, en la Tabla de Trigonometría podrá apreciarse que se localiza en un nivel intermedio de los valores correspondientes a los ángulos de  $21^{\circ}-20'$  y  $21^{\circ}-21'$ , que son 0.36379 y 0.36406. Por aproximación debe seleccionarse el primero, ya que la diferencia entre ellos es menor.

Los valores angulares se condensarán eliminando los segundos, y si se hace necesario, afectando por aproximación los minutos. Cuando los segundos no exceden de 30 debe mantenerse el valor original de los minutos, pero si es mayor, deberá agregarse uno al valor original.

Por ejemplo, el valor angular de  $20^{\circ}-19'-45''$  se convertirá en  $20^{\circ}-20'$ , así como  $20^{\circ}-19'-24''$ , será  $20^{\circ}-19'$ .

Estas pequeñas variantes pueden apreciarse analíticamente, pero gráficamente son imperceptibles y por lo tanto al desarrollar una plantilla de tubería por el procedimiento analítico cuando se consideraron las aproximaciones antes comentadas, no afecta en lo absoluto los resultados físicos de la plantilla, aunque los tubos relacionados sean de tamaño mayor.

Las calculadoras científicas dan resultados de valores angulares en grados y sus decimales, haciendo todas las operaciones con este tipo de fracciones. Si se le alimenta con un seno de 0.29849, dará un arco-seno con un valor angular de  $17.36693^{\circ}$ . En estos casos deberán de tomarse las primeras dos cifras después del punto decimal, sujeta la segunda a que la tercera la afecte por aproximación. En el ejemplo anterior deberá tomarse como fracción .37 en lugar de .36683, ya que la tercera cifra es mayor de 5. Cuando ya se tiene definido este valor condensado, la fracción se multiplica por 60 para obtener los minutos equivalentes, por lo tanto hablando de grados y minutos, se tendrá un valor de  $17^{\circ}-22'$ .

Cuando se tiene un valor angular en grados y minutos que será un factor de las operaciones analíticas, tendrá que convertirse a grados y decimales de grado antes de emplearlo. El procedimiento a seguir será inverso al anterior, o sea dividir entre 60 el valor de los minutos y el resultado obtenido agregarlo a los enteros después del punto decimal. Tomando como ejemplo  $34^{\circ}-50'$ , se divide 50 entre 60 para obtener 0.83333, por lo tanto el valor que alimentará la calculadora será  $34.83333^{\circ}$ .

Las calculadoras científicas avanzadas y algunas de las elementales cuentan con un convertidor especial de grados, minutos y segundos a equivalencias en grados y decimales de grado, o hace la conversión a la inversa. Con el manejo de unas teclas especiales pueden hacerse esas operaciones en una forma

rápida y precisa.

Es conveniente hacer notar que las funciones obtenidas en Tablas de Trigonometría y las generadas por calculadoras, no son exactamente iguales. En las últimas, comúnmente se componen de siete cifras después del punto decimal y las de la Tabla, de cinco; aunque la última aproximada, si es necesario. Tomando como ejemplo el seno de  $22^\circ$  la calculadora de 8 dígitos da 0.3746066 y la Tabla 0.37461.

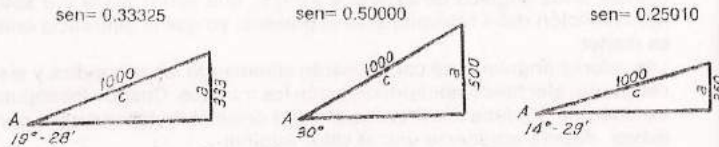


Fig. 27 Senos correspondientes a diferentes ángulos básicos.

Volvamos al Triángulo Patrón cuando su ángulo "A" no rebasa los  $90^\circ$ . Si a la hipotenusa "c" se le da un valor equivalente a la unidad, suponiendo un metro, quedará decir que también vale 1000 mm. Ahora tomando un ángulo básico "A" de  $19^\circ-28'$ , a éste le corresponderá un seno de 0.333258. Por lo tanto el lado "a" será dicha proporción de la longitud de la hipotenusa "c". Como éste tiene un valor físico de 1000 mm, al lado "a" le corresponderán 333 mm, que viene a ser propiamente el valor del seno, sin el punto decimal antes de la primera cifra, debido a que no se empleó el metro como unidad (Ver fig. 27). Si el ángulo "A" crece a  $30^\circ$ , la longitud del lado "a" aumentará a 500 mm, por lo que el seno correspondiente al nuevo ángulo "A" será 0.50000. Si el ángulo "A" disminuye su valor a  $14^\circ-29'$ , el lado "a" tendrá un valor de 250 mm y el seno de "A" equivaldrá a 0.25010.

Es fácil apreciar que el valor de los senos correspondientes a los valores angulares de "A", son proporciones entre los lados "c" y "a". En el primer ejemplo, "a" vale la tercera parte de "c" ( $1/3 = .3333$ ), en el segundo la mitad ( $1/2 = .5000$ ) y en el tercero la cuarta ( $1/4 = .2500$ ).

Respecto a los cosenos, estas funciones son la proporción entre el lado "b" y el "c" (Ver fig. 28). Cuando el ángulo "A" tiene un valor de  $70^\circ-32'$ , su coseno valdrá 0.33326, por lo tanto "b" valdrá 333 mm, si la hipotenusa "c" se ha mantenido con el mismo valor de 1000 mm. Cuando "A" vale  $60^\circ$ , su coseno tendrá un valor de 0.50000, por lo tanto al lado "b" le corresponderá una longitud de 500 mm. Si "A" tiene un valor de  $75^\circ-31'$ , su coseno será 0.25010 y el lado "b" tendrá un valor de 250 mm. También en estos ejemplos se aprecia que el lado "b" vale la tercera parte de "c" en el primer caso, la mitad en el segundo y la cuarta parte en el tercero.

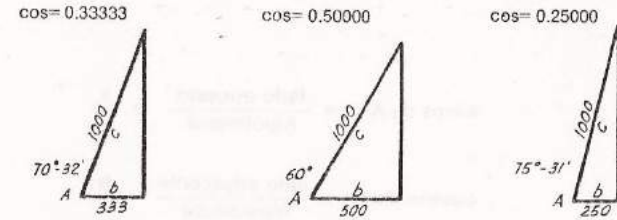


Fig. 28 Cosenos correspondientes a diferentes ángulos básicos.

En la función tangente, la relación se rigiere entre los dos catetos, o sea entre los lados "a" y "b" (Ver fig. 29). Para apreciar fácilmente dichas proporciones, a "b" se le dará el valor de la unidad, o sea 1000 mm. Si el lado "a" tiene una longitud de 333 mm, significará que se tiene un ángulo "A" con tangente de 0.33333. Consultando una Tabla de Trigonometría o una calculadora apropiada, puede verificarse que a esa tangente le corresponde un ángulo de  $18^\circ-26'$ , y por lo tanto será el valor angular de "A". En este caso puede apreciarse que el lado "a" viene a ser la tercera parte del valor de "b", tal como lo indica el valor de la tangente.

Ahora bien, si se tiene un ángulo "A" con valor de  $26^\circ-34'$ , la tangente será 0.50003 y el lado "a" tendrá un valor de 500 mm, que vendría a ser la mitad del valor de "b".

Si al ángulo básico "A" se le da un valor de  $14^\circ-03'$ , la tangente valdrá 0.25025 y el lado "a" tendrá una longitud de 250 mm, que vendrá a ser la cuarta parte de "b" (Ver fig. 29).

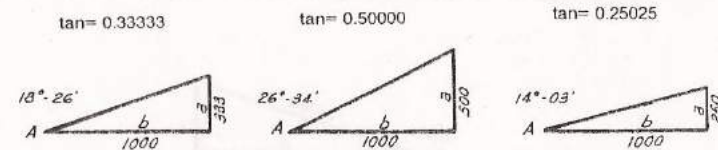


Fig. 29 Tangentes correspondientes a diferentes ángulos básicos.



Una vez que se han analizado las relaciones entre los lados del triángulo patrón y tomando como referencia el ángulo "A", puede decirse que:

$$\text{senos de } A = \frac{\text{lado opuesto}}{\text{hipotenusa}} = \frac{a}{c}$$

$$\text{coseno de } A = \frac{\text{lado adyacente}}{\text{hipotenusa}} = \frac{b}{c}$$

$$\text{tangente de } A = \frac{\text{lado opuesto}}{\text{lado adyacente}} = \frac{a}{b}$$

Con la finalidad de simplificar la aplicación de la trigonometría, se ha generado denominar con abreviaturas las funciones antes comentadas, empleando sen, cos y tan en vez de seno, coseno y tangente, respectivamente. En párrafos anteriores, las funciones seno y coseno basaron su proporción en la relación de la hipotenusa, o sea el lado "c". Este tenía el valor de la unidad, que en esos ejemplos fue substituida por 1000 mm. Si el triángulo patrón aumenta o disminuye físicamente, no pierde la proporción que guardan sus lados entre sí, y consecuentemente, los valores de las funciones trigonométricas seguirán siendo las mismas, puesto que al cambiar la longitud del lado "c" en la misma proporción lo harán "a" y "b", así mismo manteniéndose el valor del ángulo "A".

A un triángulo con el ángulo básico "A" de 20° le corresponderá un coseno de 0.939692 y considerando que la hipotenusa "c" aún conserva el valor de 1000 mm, el lado "b" tendrá una longitud de 939 mm (Ver fig. 30).

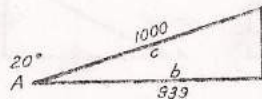


Fig. 30 Cálculo del lado "b".

Si el valor de la hipotenusa "c" dobla su valor, el lado "b" también lo hará (Ver fig. 31).

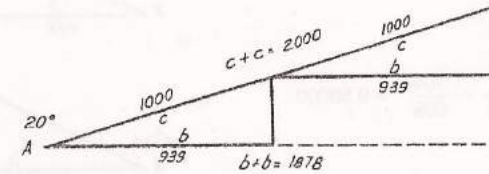


Fig. 31 Los lados "b" y "c" doblan sus valores sin desproporcionar el triángulo.

Si el valor de la hipotenusa "c" se reduce a la mitad, el lado "b" también lo hará (Ver fig. 32).

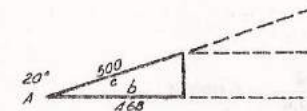
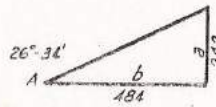


Fig. 32 Los lados "b" y "c" se reducen a la mitad sin desproporcionar el triángulo.

En el ejemplo anterior, al igual que el lado "b", también "a" sufrió la misma alteración física proporcional.

Cuando se manejan tangentes, la relación es entre los lados "a" y "b". Si el primero vale la mitad del segundo, querrá decir que "a" es .5 de "b" y por lo tanto el valor de la función tangente será 0.50000; manteniéndose ese valor en todos los triángulos sin importar su tamaño, mientras los lados "a" y "b" mantengan la misma proporción. Cuando el lado "a" vale 242 mm y el "b" 848 mm, tendrá la misma tangente que cuando el primero tiene 304 y el segundo 608 mm (Ver fig. 33).

$$\tan A = \frac{a}{b} = \frac{242}{484} = 0.50000$$



$$\tan A = \frac{a}{b} = \frac{304}{608} = 0.50000$$

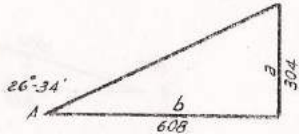


Fig. 33 Los lados "a" y "b" crecen proporcionalmente y el ángulo "A" mantiene su valor.

Consultando una Tabla de Trigonometría o una calculadora apropiada podemos apreciar que la tangente con valor de 0.50000 le corresponde un ángulo de 26°-34', que será el valor de "A" en ambos casos. En el siguiente ejemplo el lado "a" tiene un valor de 82 mm y "b" 2804 mm (Ver fig. 34).

$$\tan A = \frac{a}{b} = \frac{82}{2804} = 0.02924$$

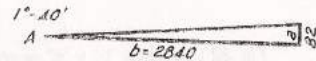


Fig. 34 Cálculo del ángulo "A", partiendo de los valores de los lados "a" y "b".

La tangente 0.02924 corresponde a un valor angular de 1°-40' y consecuentemente será lo que vale "A". En otro ejemplo "a" vale 1208 mm y "b" 40 mm (Ver fig. 35). En este caso se observa que el primero tiene un valor mayor que el segundo, a diferencia de los anteriores. Esto es característica de que el ángulo "A" es mayor de 45°, y no menor como fue en los casos anteriores.

$$\tan A = \frac{a}{b} = \frac{1208}{40} = 30.2000$$



Fig. 35 Cálculo del ángulo "A", partiendo de los valores de los lados "a" y "b".

Esta tangente corresponde a un valor angular de 88°-06', que será el de "A". Partiendo de las fórmulas para obtener los senos, cosenos y tangentes, podrá obtenerse cualquiera de los lados desconocidos, siempre y cuando se conozcan dos datos básicos del triángulo patrón (Ver fig. 36).

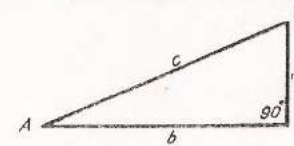


Fig. 36 Fórmulas para obtener ángulos y lados de un triángulo rectángulo.

$$\sin A = \frac{a}{c} \quad a = \sin A \cdot c \quad c = \frac{a}{\sin A}$$

$$\cos A = \frac{b}{c} \quad b = \cos A \cdot c \quad c = \frac{b}{\cos A}$$

$$\tan A = \frac{a}{b} \quad a = \tan A \cdot b \quad b = \frac{a}{\tan A}$$

Ejemplos:

Conociendo los lados "a" y "c", encontrar el valor del ángulo "A" (Ver fig. 37).

$$\text{sen}A = \frac{a}{c} = \frac{128}{822} = 0.155717$$

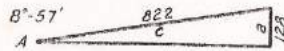


Fig. 37

Este seno corresponde a un valor angular de 8°-57', que será el de "A". Conociendo el lado "a" y el ángulo básico "A", encontrar el valor del lado "c" (Ver fig. 38).

$$c = \frac{a}{\text{sen}A}$$

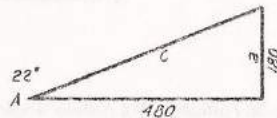


Fig. 38

Recurriendo a la Tabla de Trigonometría o a una calculadora apropiada, obtendremos el seno de 22°, al que le corresponde un valor de 0.3746066, que para su empleo en los cálculos se reducirá a 0.3746, obteniéndose un lado "c" de 480 mm.

$$c = \frac{180}{.3746} = 480$$

Conociendo el lado "c" y el ángulo básico "A", encontrar el lado "b" (Ver fig. 39).

$$b = \text{cos}A c$$

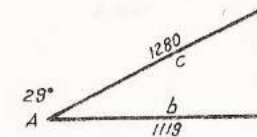


Fig. 39

A un Angulo de 29° le corresponde un coseno de 0.8746197, por lo tanto:

$$b = .8746 \times 1280 = 1119$$

Conociendo los lados "c" y "b", encontrar el valor del ángulo "A" (Ver fig. 40).

$$\text{cos}A = \frac{b}{c} = \frac{1292}{1480} = 0.8729729$$

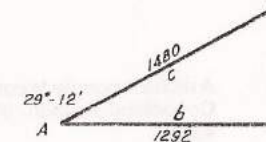


Fig. 40

El valor del coseno corresponde a un ángulo de 29°-12', que será el valor de "A".

Conociendo el lado "b" y el ángulo básico "A", encontrar el valor del "c" (Ver fig. 41).

$$c = \frac{b}{\cos A}$$

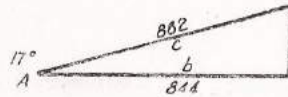


Fig. 41

A un ángulo de 17° le corresponde un coseno de 0.9563048, por lo tanto:

$$c = \frac{844}{.9563} = 882$$

Conociendo los lados "a" y "b", encontrar el valor del ángulo "A" (Ver fig. 42).

$$\tan A = \frac{a}{b} = \frac{986}{2460} = 0.400813$$

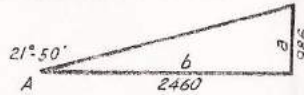


Fig. 42

A dicha tangente le corresponde un ángulo de 21°-50', que será el valor de "A". Conociendo el lado "b" y el ángulo "A", encontrar el valor del lado "a" (Ver fig. 43).

$$a = \tan A \cdot b$$

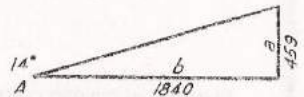


Fig. 43

A un ángulo de 14° le corresponde una tangente de 0.249328, por lo tanto:

$$a = 2493 \times 1840 = 459$$

Conociendo el lado "a" y el ángulo "A", encontrar el valor del lado "b" (Ver fig. 44).

$$b = \frac{a}{\tan A}$$

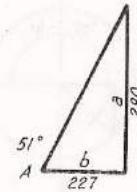


Fig. 44

A un ángulo de 51° le corresponde una tangente de 1.234897, por lo tanto:

$$b = \frac{280}{1.2348} = 227$$

Como antes se comentó, "A" representa el ángulo básico que rige la función trigonométrica, pudiendo llegar a tener un valor mayor de 90°. Las funciones trigonométricas tendrán diferentes valores cuando "A" vale 22°, a las obtenidas cuando es de 88°, sin embargo, esta regla tiene su excepción, como se verá más adelante.

El ángulo denominado "B" corresponde al cuadrante final relacionado, menos el valor de "A". Por lo tanto, podemos decir que cuando "A" vale menos de 90°, "B" será el complemento a ese valor. Si "A" es mayor de 90° y menor de 180°, "B" es el complemento del último. Cuando "A" es mayor de 270°, será el complemento de 360°. En la última opción, si "A" vale 310°, "B" tendría un valor de 50° (Ver fig. 45).

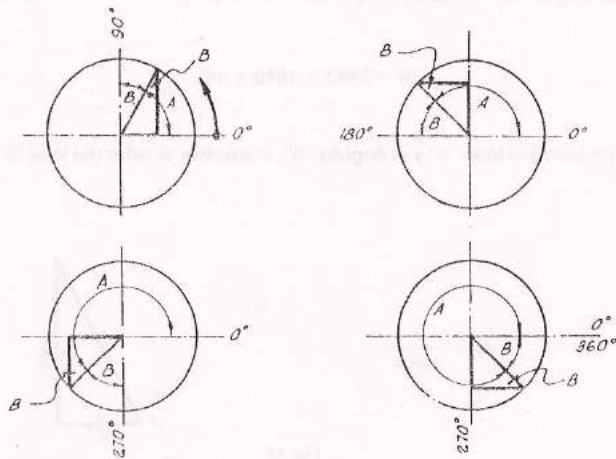


Fig. 45 Cálculo del ángulo "B".

Es importante observar que cualquiera de las funciones trigonométricas que se empleen, tienen el mismo valor cuando son aplicadas a los ángulos  $0^\circ$  y  $360^\circ$ . Al trazar una plantilla envolvente, estos puntos se juntan al presentarla en el tubo, y ambos tendrán proyecciones del mismo valor. Como antes se comentó, las funciones trigonométricas pueden aplicarse a cualquier valor angular comprendido entre  $0^\circ$  y  $360^\circ$ . Ese rango se maneja aplicando teóricamente un triángulo básico menor de  $90^\circ$  en los cuatro cuadrantes, con la salvedad, que ciertos son representados en sentido simétrico o con valores negativos. Cuando se maneja la función seno, la división de valores positivos y negativos lo delimita un eje neutro que subdivide la circunferencia sobre los valores angulares de  $0^\circ$  y  $180^\circ$  (Ver fig. 46).

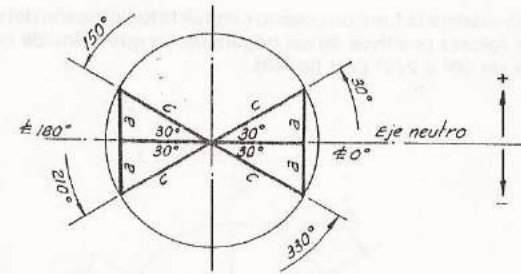


Fig. 46 Triángulos básicos simétricos en función de seno.

Cuando "c" vale 1000 mm		
Angulo básico "A"	seno	"a"
$30^\circ$	.500	500 mm
$150^\circ$	.500	500 mm
$210^\circ$	-.500	-500 mm
$330^\circ$	-.500	-500 mm

Puede apreciarse que, sin importar si los valores angulares básicos sean diferentes, los senos correspondientes a todos los ejemplos son similares, o simétricamente similares, así mismo, los triángulos patrones que se generan, sólo que orientados con diferentes rumbos (Ver fig. 47).

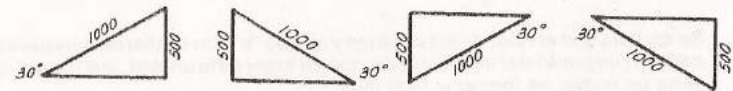


Fig. 47 Triángulos similares.

Cuando se maneja la función coseno cambia la localización del eje neutro que divide los valores positivos de los negativos, ya que coincide con los valores angulares de  $90^\circ$  y  $270^\circ$  (Ver fig. 48).

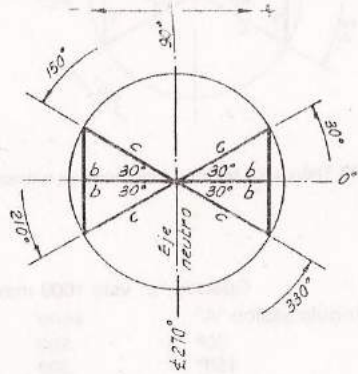


Fig. 48 Triángulos básicos simétricos en función de coseno.

Cuando "c" vale 1000 mm		
Angulo básico "A"	coseno	"b"
$30^\circ$	.866	866 mm
$150^\circ$	-.866	-866 mm
$210^\circ$	-.866	-866 mm
$330^\circ$	.866	866 mm

Se aprecia que el valor de los cosenos y el lado "b" son similares, aunque éstos carecen de punto decimal debido a que en lugar de la unidad, que para el caso sería un metro, se tomaron 1000 mm.

También en este caso se generan triángulos patrones similares y con rumbos diferentes (Ver fig. 49).

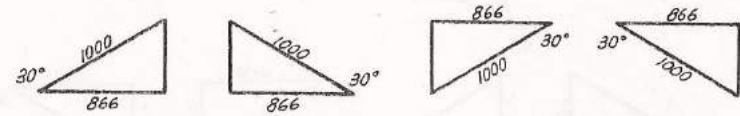


Fig. 49 Triángulos similares.

Cuando se maneja la función tangente, ésta tiene un valor positivo si se localiza el ángulo básico entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ , así como entre  $180^\circ$  y  $270^\circ$ ; tendrá valores negativos cuando se localice fuera de ellos. Recuerdese que en esta función, la relación del cateto "a" no es sobre la hipotenusa "c", sino, con el cateto "b". Para apreciarlo fácilmente al cateto "b" se le dio el valor de la unidad, o sea 1000 mm (Ver fig. 50).

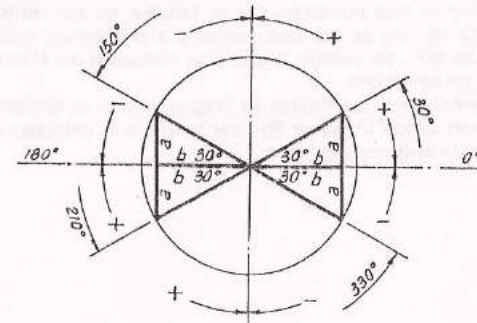


Fig. 50 Triángulos básicos simétricos en función de tangente.

Cuando "b" vale 1000 mm		
Angulo básico "A"	tan	"a"
$30^\circ$	.577	577 mm
$150^\circ$	-.577	-577 mm
$210^\circ$	.577	577 mm
$330^\circ$	-.577	-577 mm

También se generan triángulos patrones similares y con diferentes rumbos (Ver. fig. 51).

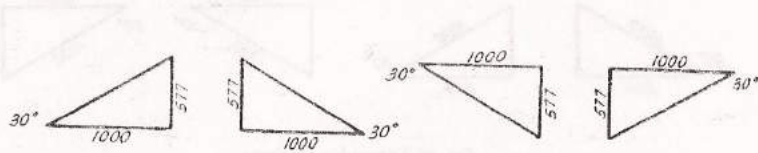


Fig. 51 Triángulos similares.

El lector que antes de leer esta sección tenía conocimientos previos de trigonometría, habrá apreciado que la forma en que se ha manejado este recordatorio difiere al que comúnmente se emplea en los centros educativos. El motivo por el que se ha dado énfasis a problemas con ángulos básicos mayores de  $90^\circ$ , es debido a que son comunes en fórmulas y programas incluidos en este libro.

Como normalmente las Tablas de Trigonometría se limitan a valores angulares que van desde  $0^\circ$  hasta  $90^\circ$ , recúrrase a la calculadora para encontrar funciones de ángulos mayores.

## UNIDADES DE CALCULO

Las plantillas deben desarrollarse analíticamente empleando tanto el Sistema Métrico Decimal, como el Inglés; exclusivamente milímetros o pulgadas. Cuando son empleadas las últimas, sus fracciones serán decimales, ya que las calculadoras electrónicas, únicamente operan con ellas.

Cuando son empleadas las pulgadas, y ya se tienen resultados, siempre hay un paso posterior donde se ejecutarán conversiones de unidades y sus decimales a unidades y fracciones. Esto es una operación complicada de desarrollar con calculadoras elementales.

Cuando se trabaja con pulgadas, la calculadora ejecuta todas las operaciones y da resultados con enteros y decimales, pero al trazarse los valores obtenidos, deberán emplearse enteros y fracciones de pulgada, ya que el equipo de medición con que cuenta el artesano, lo obligará; haciéndose necesario ejecutar previamente conversiones del valor de cada una de las proyecciones. Hay artesanos calificados que la práctica les ha permitido generar una habilidad en cuanto a desarrollar mentalmente dichas conversiones, pero la mayoría tiene que recurrir a una tabla de conversiones especial, que necesariamente tiene que conservar en el campo o taller.

Cuando se emplean milímetros en el cálculo, se obtienen resultados en esas unidades, que obviamente se emplearán en el trazo. Es fácil apreciar la bondad del Sistema Métrico Decimal sobre el Inglés tanto en el cálculo como en el trazo de la plantilla. Lo anterior no quiere decir que se excluyan completamente el uso de las pulgadas, puesto que cuando menos en Norteamérica predomina la nominación con esas unidades en cuanto a tubería y sus partes se refiere, pudiendo ser que los artesanos de esa región lo prefieran, aunque tengan que ejecutar las conversiones antes comentadas.

Los artesanos que prefieran ejecutar el trazo de las plantillas con milímetros, pueden seleccionar cualquiera de los siguientes sistemas:

Alimentar la calculadora con información referida a pulgadas y sus decimales. Para esto hay que ejecutarse previamente y por una sola vez, conversiones de los factores básicos, que generalmente no son más de cuatro. Este paso es fácil de ejecutar mentalmente, debido a que los diámetros de los tubos se rigen por fracciones de pulgada populares,  $1/2''$ ,  $5/8''$  y  $3/4''$ , que equivalen a  $.500''$ ,  $.625''$  y  $.750''$  respectivamente. Otra característica que facilita las conversiones, es el hecho de que los tubos mayores de  $12''$  de diámetro, sus medidas se rigen por pulgadas cerradas, como  $14''$ ,  $16''$ ,  $18''$ ,  $20''$  etc. Por lo que respecta al espesor de la pared de los tubos no se hace necesario ejecutar conversiones, debido a que las especificaciones de tubería da este dato en milésimas de pulgada.

Cuando la calculadora contenga todos los datos necesarios, se ejecutan todos y cada uno de los cálculos de las proyecciones, y al obtenerlas, sus valores se multiplican por el factor de 25.4 para convertirlos a milímetros. Si la calculadora es programable, esta operación debe incluirse dentro del pro-

grama para que las conversiones se desarrollen automáticamente. Con este sistema la calculadora se alimenta con pulgadas y fracciones en milésimas, obteniéndose los resultados en milímetros.

Otra alternativa posible es alimentar los factores básicos del programa con milímetros, haciendo previamente las conversiones correspondientes. En esta forma el cálculo se ejecuta con milímetros, propiamente desde que se alimenta la calculadora hasta obtener los resultados. Las conversiones iniciales también son susceptibles de incluirse en programas de calculadoras avanzadas, o ejecutarlos mentalmente cuando el equipo es elemental.

Cuando se ha calculado una plantilla en que se obtengan proyecciones en pulgadas, éstas se representarán en enteros y sus decimales, que se mostrarán en la pantalla de la calculadora con una cantidad tal de cifras, dependiendo de la capacidad de dígitos de la misma. De las cifras localizadas después del punto decimal, sólo deben tomarse en cuenta tres. Por ejemplo, si la pantalla de la calculadora indica un valor correspondiente a pulgadas de 3.776504212", debe tomarse como valor representativo 3.776", concretándose el valor a pulgadas y milésimas de pulgada. Posteriormente, esta cifra deberá transformarse en pulgadas y fracciones para ejecutar fácilmente su trazo.

En trabajos de montaje en tubería, siempre se emplea como fracción mínima de dimensión el dieciseisavo de pulgada (1/16"). Si el valor que tenemos es de 3.776"; al transformarlo a esas fracciones será mayor .026" que 3-12/16" (3-3/4") y menor .036" que 3-13/16". Deberá usarse la primera opción, ya que la diferencia es menor.

En el ejemplo anterior, se vio lo complicado que es el manejo de resultados en pulgadas. Si el flexómetro que va a emplearse incluye los dos sistemas de unidades (pulgadas y milímetros), o en su defecto, es fácil proveerse de uno exclusivo para cualquiera de los dos, el trazar las proyecciones no representará dificultad alguna, ya sea empleando pulgadas o milímetros, aunque es más fácil trazar proyecciones que se leen en milímetros a los que lo son en pulgadas y sus decimales.

Estados Unidos, Burma y Brunei, son los únicos países del mundo donde aún, en forma oficial, es empleado el sistema Inglés, aunque en el primero, se han hecho intentos de sustituirlo por el Métrico Decimal. En muchos países es empleado el sistema Inglés como complemento del anterior; obligados por construcciones industriales donde es incluido equipo fabricado en Estados Unidos, que obviamente su diseño y construcción se llevó a cabo empleando el sistema Inglés. También ingeniería de obras industriales que se realizaron en ese país, que generaron planos con el mismo sistema, y serán empleados para el montaje donde el sistema oficial es el Métrico Decimal.

En países donde la transición se llevó a cabo en fechas relativamente recientes, aún es empleado el sistema Inglés, sobre todo entre artesanos de edad que lo continúan usando por hábito.

Los artesanos de Estados Unidos tienen muy arraigado el empleo del sistema Inglés, pero para ellos resultará más fácil comprender el Métrico Decimal, que los que manejan éste lo hagan con el sistema Inglés.

Si a este  
alomas  
razas  
debe con  
defe esta  
bará ali-  
Con ales  
obti za-  
nes  
in en  
este tra-  
pulg en-  
tar das  
pue o, si  
pen s de  
ose  
perá  
o.  
ima  
s de  
16"  
que  
ser  
s de  
uno  
sen-  
e es  
n en  
aún,  
han  
s es  
por  
dos  
ndo  
ron  
dos  
ien  
dac  
ema  
que

Si a los artesanos familiarizados con el sistema Inglés se les proporcionan los valores de las proyecciones en pulgadas y sus fracciones, desarrollarán el trazo de una manera fácil; para obtener esa información de una manera rápida, deberá contarse con una calculadora programable de gran capacidad o en su defecto del auxilio de una computadora, así como de programas apropiados para alimentarlas, que en su parte final ejecute las conversiones adecuadas. Con este sistema se alimenta la calculadora con pulgadas, y los resultados se obtienen también en las mismas unidades, sólo que en lo primero sus fracciones serán en decimales y en lo segundo en dieciseisavos, como fracción mínima.

Este procedimiento, resuelve la interpretación de los valores que se den en pulgadas, ajustando sus fracciones a las necesidades del artesano para ejecutar el trazo, pero tiene el inconveniente que su cálculo no queda a su nivel, puesto que no es posible realizarlo con calculadoras elementales, en forma sencilla, rápida y práctica.



## NUMERO DE PASOS LONGITUDINALES

El número de pasos que se recomienda usar al calcular cualquier plantilla de tubería, es aquel que los genere con una longitud tal que sea mayor y lo más próxima a 40 mm (1-9/16"); siempre y cuando sea divisible entre cuatro. Esto hará que cuando la plantilla es envolvente, sus cantidades sean: 8, 12, 16, 20, etc., siendo la excepción el Caso del Triate que se muestra en el módulo 23, en el que el número de pasos deberá ser divisible entre ocho. Cuando la plantilla es para una "boca", el número de pasos puede ser cualquiera. Cuando un tubo es de diámetro menor, o sin importar su tamaño, su pared es muy delgada, al trazar su plantilla no importaría que su Paso Longitudinal sea mayor de 40 mm. Si esto sucede, hay posibilidad de que lo distante entre los puntos base que regirá la curva de la plantilla genere errores, pero el pequeño diámetro del tubo o su pared delgada, hará que el desbastar el material sobrante al corregir su ajuste sea una labor rápida y sencilla, debido al escaso volumen que representa. Se puede apreciar que mientras mayor es la longitud del paso, mayor la posibilidad de error en el trazo, y si éste se presenta, será mayor la corrección que habrá de hacerse para lograr un ajuste correcto previo a la soldadura. Si el tubo empleado es de diámetro mayor o su pared es gruesa, la precisión del trazo es muy importante para evitar costosas y tardadas correcciones posteriores. Este problema puede hacerse más agudo cuando se trabaja con tubería de acero de aleación o inoxidable, ya que su excesiva dureza hace más crítica su corrección. Para evitar este problema debe aplicarse como norma la distancia entre pasos antes indicada, y así acercarse lo conveniente los puntos que generan la curva y obviamente obtener trazos precisos.

Debe tomarse en cuenta que para cualquier tipo de plantilla, la cantidad de proyecciones siempre será mayor en una unidad que el número de pasos. Puede decirse que la plantilla envolvente que cuente con 24 pasos, tendrá 25 proyecciones. El valor de la primera siempre deberá ser similar a la última. Estas proyecciones deberán juntarse una vez que se ha envuelto la plantilla al tubo para ejecutar el trazo, haciendo posible que la curva coincida en ese punto con armonía (Ver fig. 52).

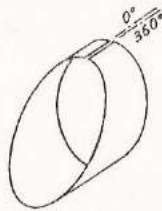


Fig. 52 La primera y última proyección tienen valores similares.

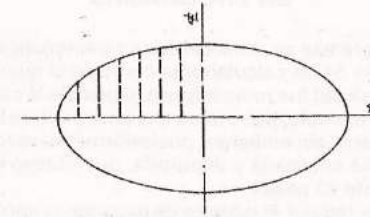


Fig. 53 Sobre el eje transversal se localizará una proyección.

Cuando se maneja plantillas no envolventes, como las empleadas en las "bocas", la cantidad de pasos no necesitará ser divisible entre cuatro, como tampoco importa que su cantidad sea par o non. Lo único indispensable, es que su cantidad genere un Paso Longitudinal con un valor dentro de la norma comentada con anterioridad. En este tipo de plantilla es muy importante mantener una de las proyecciones precisamente en su centro, ya que en ese lugar deberá localizarse la de mayor valor (Ver fig. 53).

Las plantillas para las bocas cuentan con dos hemisferios que pueden llegar a tener diferente distancia entre el ecuador y sus respectivos polos, o sea que el valor de cada desarrollo puede diferir. En tales casos, es posible que sean diferentes las cantidades de pasos de cada uno de ellos con la finalidad de mantener la separación de las proyecciones dentro de la norma comentada.

## OPERACIONES MATEMATICAS EN PROGRAMAS

Al elaborar los programas se consideraron características muy especiales, tanto en la operación de las calculadoras como en el manejo de los cálculos matemáticos. La finalidad fue reducir hasta lo posible la cantidad de pasos de cada programa. Por ejemplo, hubo unos que en la primera tentativa se confeccionaron con 25 pasos, sin embargo, posteriormente se lograron condensar con otra secuela más analizada y depurada, que obtuvo el mismo resultado operando únicamente 23 pasos.

También fue posible reducir el número de programas aprovechando algunas teclas con que cuentan las calculadoras aplicándolas en ciertas circunstancias especiales, como se explicará más adelante.

Los programas que se emplean para calcular las proyecciones tienen que repetirse cierto número de veces, dependiendo del Caso manejado. Hay plantillas que cuentan con porciones de proyecciones de valores similares, aunque algunas de ellas, con una secuela en orden invertido o simétrico, por lo que no se requiere calcular la totalidad de ellas.

El ejemplo que se indica en la Fig. 54 muestra un Caso donde solamente se requiere calcular un cuadrante, o sea la cuarta parte de la totalidad de las proyecciones, así como otro donde se calculan las comprendidas en dos cuadrantes, que equivalen a la mitad de las proyecciones requeridas, y un tercero donde deben calcularse los cuatro cuadrantes, o sea la totalidad de ellas.

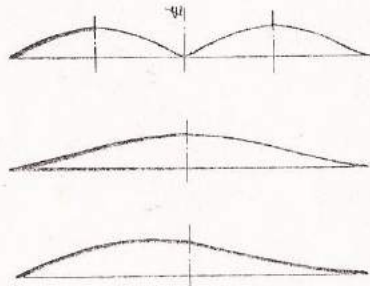


Fig. 54 El cálculo de las plantillas, pueden limitarse a uno, dos, o cuatro cuadrantes.

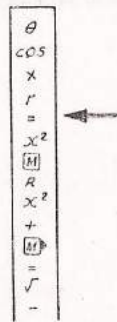


Fig. 55 Operaciones con funciones trigonométricas.

En signos de resultados de multiplicaciones hay una regla que dice: más por más da más, menos por menos da más y menos por más da menos. Por lo tanto, si se multiplican entre sí dos valores con signos positivos o negativos, siempre se obtienen resultados positivos. Si un valor de signo negativo se multiplica por otro positivo, el resultado tendrá que ser negativo:

$$4 \times 3 = 12 \qquad -4 \times -3 = 12 \qquad -4 \times 3 = -12$$

En todos los programas, el cálculo de proyecciones involucra, en una porción de ellos, la participación de funciones trigonométricas. Esta fase del cálculo puede generar valores positivos o negativos, dependiendo del giro angular que rija la función trigonométrica empleada en un momento dado, o el signo del valor por el que hubo de multiplicarse.

El seno de  $0^\circ$  y hasta  $180^\circ$  es positivo, en el complemento a  $360^\circ$  es negativo. El coseno de  $0^\circ$  a  $270^\circ$  a  $360^\circ$  es positivo y negativo desde  $90^\circ$  a  $270^\circ$  (Ver figs. 46 y 48).

Hay programas, que en pasos intermedios obtienen valores que se generaron por multiplicaciones de funciones trigonométricas con valores del radio de alguno de los tubos participantes; posteriormente ese resultado se eleva al cuadrado (Ver fig. 55).

Como se apreció en el ejemplo anterior, el signo del valor de la función trigonométrica que se emplee al iniciar el cálculo de cada proyección puede ser positivo o negativo, dependiendo del valor angular que gobierne la función trigonométrica en un momento dado, pero el resultado final, siempre será positivo conforme la regla comentada anteriormente. Esta característica permite manejar ambas fases con el mismo programa, ya que se obtienen los mismos resultados, sin importar que los valores negativos se hagan positivos antes de elevarlos al cuadrado, o ejecutando este paso con valores negativos (Ver fig. 56).

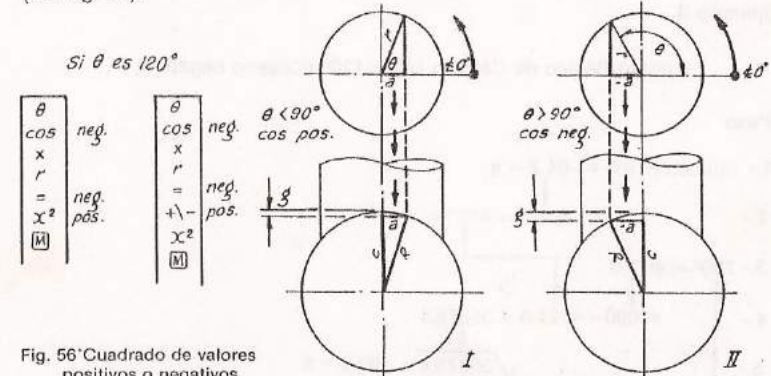


Fig. 56 Cuadrado de valores positivos o negativos.

Fig. 57 Características diferentes cubiertas por el mismo programa.

A continuación se muestran las dos características de operación que pueden tener un mismo programa (Ver fig. 57).

Con los valores de  $r=100$  y  $R=200$ , calcular las proyecciones "g" en las siguientes dos formas:

Ejemplo I

Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) =  $70^\circ$  (Coseno positivo)

Paso

- 1.-  $70 \cos \times 100 = 34.2 = a$
- 2.-  $34.2^2 = 1169.7$
- 3.-  $200^2 = 40000$
- 4.-  $40000 - 1169.7 = 38830.7$
- 5.-  $\sqrt{38830.7} = 197 = c$
- 6.-  $200 - 197 = 3$  ("g")

$$g = R - \sqrt{R^2 - (a \cos r)^2}$$

Ejemplo II

Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) =  $130^\circ$  (Coseno negativo)

Paso

- 1.-  $130 \cos \times 100 = -64.2 = a$
- 2.-  $-64.2^2 = 4121.6$
- 3.-  $200^2 = 40000$
- 4.-  $40000 - 4121.6 = 35878.4$
- 5.-  $\sqrt{35878.4} = 189.4 = c$
- 6.-  $200 - 189.4 = 10.6$  ("g")

pu  
ta  
sig  
ge  
de  
de  
lo  
Lo  
pl  
los  
dif  
Ot  
la  
fre  
te  
ap

Puede apreciarse que en el paso 1 del segundo ejemplo se obtiene un resultado con signo negativo, pero a continuación, en el resultado del paso 2 el signo se hace positivo después de haberse elevado al cuadrado el valor que lo generó. En el primer ejemplo no se obtienen resultados negativos en ninguno de los pasos, sin embargo, ambas operaciones siguen la misma secuela y por lo tanto requieren de un solo programa.

Los diferentes valores de la proyección "g" que se aprecian en los dos ejemplos anteriores, se debe a que los resultados corresponden a diferentes Angulos Básicos de Cálculo y consecuentemente localizadas físicamente en diferentes puntos de la plantilla.

Otro procedimiento que permite condensar los programas, es aprovechando la tecla de las calculadoras del cambio de signo (+/-) que se emplea con cierta frecuencia. La Fig. 58-a muestra un programa donde no es aprovechada dicha tecla y en la Fig. 58-b se muestra el mismo programa en que se aplica. Puede apreciarse que en el último se logró reducir un paso y una memoria.

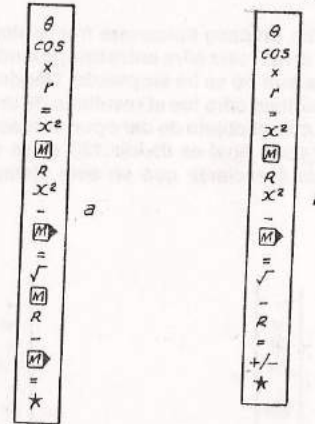


Fig. 58 Aplicación del cambio de signo (+/-).

El resultado fue un programa más corto y por lo tanto preferible. En el programa de la Fig. 58-b se aprecia que antes del último paso, que es precisamente la tecla de cambio de signo (+/-), se tiene un valor similar al obtenido al final del programa de la Fig. 58-a, solamente que negativo, y la aplicación de esa tecla lo hará nuevamente positivo. En pasos anteriores de este programa, "R" se resta a un valor que siempre será menor que el propio (no determinado), y por lo tanto, antes de que se opere la tecla (+/-) se tiene un valor negativo.

E  
p  
r  
fi  
e:  
"I  
y

Hay que considerar que el ahorro obtenido se multiplica por el número de proyecciones que requieren calcularse. Por otro lado, eliminar una memoria es muy apreciado cuando el equipo empleado cuenta solamente con una; característica frecuente de calculadoras elementales.

Otra alternativa para lograr condensar los programas, es aprovechar la recíproca (1/X) en algunos pasos convenientes. Esa tecla, tiene como función dentro de los programas invertir el orden de las divisiones, obteniéndose resultados como si el divisor fuese dividido por el dividendo.

Ejemplo:

$$\frac{700}{35} = 20 \quad \text{Recíproca de } 20 = \frac{1}{20} = .05 \quad \frac{35}{700} = .05$$

La Fig. 59-a muestra un caso típico que frecuentemente se presenta en los programas; que es dividir una cifra entre otra, cuando en la pantalla aparece la última, y la primera aún no se ha empleado. Dándole valores: se dividirá 120 entre 40 cuando la última cifra fue el resultado de una operación previa que se metió en memoria, con el objeto de dar oportunidad de expresar en la pantalla la cifra de 120. El paso final es dividir 120 entre la memoria, rescatándola nuevamente. Puede apreciarse que en este ejemplo no se hizo uso de la recíproca.



Fig. 59 Aplicación de la recíproca.

En la Fig. 59-b se ejecuta la misma operación pero aprovechando la recíproca, lográndose el mismo resultado sin importar que se ha eliminado del programa un paso y una memoria. En este ejemplo la división se ejecuta en orden inverso, y posteriormente el resultado se normaliza con la aplicación de la recíproca.

Ejemplo:

$$\frac{120}{40} = 3 \quad \frac{40}{120} = .33333333$$

$$\text{Recíproca de } .33333333 = \frac{1}{.33333333} = 3$$

El manejo de divisiones en calculadoras se simplifica empleando el siguiente procedimiento: cuando el divisor cuente con dos o más valores sujetos a operaciones entre sí, invariablemente se principia por ejecutarlas totalizando su resultado, para posteriormente éste se meta en memoria; a continuación, también se totaliza el resultado del dividendo (si cuenta con más de un valor), y al final, se divide este resultado entre la memoria (Ver fig. 60).

Ejemplo:

$$\frac{4 \times 8 - 13}{2 \times 3} = 3.166666$$

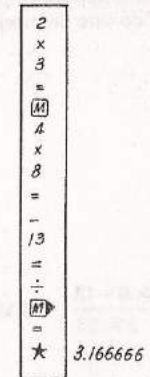


Fig. 60 Iniciando las operaciones en el divisor.

Paso

- 1.- Multiplicar  $2 \times 3$  (en divisor)
- 2.- El resultado se almacena en memoria.
- 3.- Se multiplica  $4 \times 8$ .
- 4.- Al resultado se le restan 13. } (en dividendo)
- 5.- El resultado se divide entre la memoria.

Otra alternativa para ejecutar esa división puede ser el desarrollar las operaciones del dividendo, y en seguida meter el resultado en una memoria que denominaremos "00". Como paso siguiente, proceder a calcular las operaciones del divisor. El valor obtenido meterlo en otra memoria, que será la "01". En seguida llamar la memoria "00" y dividirla entre la memoria "01" (Ver fig. 61). Se hace notar que para emplear esta opción, es indispensable contar con una calculadora de dos memorias como mínimo.

Ejemplo:

$$\frac{4 \times 8 - 13}{2 \times 3} = 3.166666$$

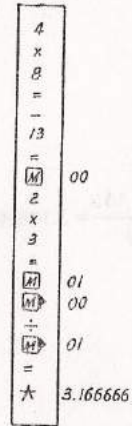


Fig. 61 Iniciando las operaciones en el dividendo.

Paso

- 1.- Multiplicar  $4 \times 8$ .
- 2.- Al resultado restarle 13 } (en dividendo)
- 3.- Meter el resultado en memoria "00".
- 4.- Multiplicar  $2 \times 3$  (en divisor).
- 5.- Meter el resultado en memoria "01".
- 6.- Llamar la memoria "00".
- 7.- Dividirla entre la memoria "01".

Hay una tercera opción para desarrollar la misma división en la que se aprovecha la recíproca (Ver fig. 62). Su manejo sigue el siguiente orden: ejecutar el cálculo de los valores del dividendo (porción inferior), en seguida, almacenar el resultado en la memoria. Como paso siguiente, ejecutar el cálculo de los valores comprendidos en el divisor (de la misma porción), para que este resultado sea dividido entre la memoria, y como paso final, el valor obtenido operará como divisor de la unidad (1), obteniéndose de esta manera la recíproca total del divisor.

Ejemplo:

$$\frac{1}{\frac{4 \times 8 - 13}{2 \times 3}} = 3.666666$$

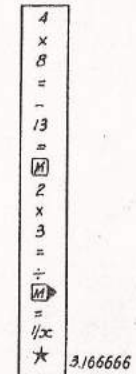


Fig. 62 Aplicando la recíproca.

Paso

- 1.- Multiplicar  $4 \times 8$ .
- 2.- Al resultado restarle 13.
- 3.- El resultado meterlo en memoria.
- 4.- Multiplicar  $2 \times 3$ .
- 5.- El resultado dividirlo entre la memoria.
- 6.- Al resultado aplicarle reciproca.

La opción preferible de las tres anteriores, debe ser la que cuente con el programa integrado por menos pasos y memorias. Por lo tanto, debe emplearse la primera, ya que comprende solamente de 15 pasos y 1 memoria. La opción más desfavorable es la segunda, por estar formada por un programa de 17 pasos y 2 memorias.

## ERRORES COMUNES EN CALCULO Y DESARROLLO DE PLANTILLAS

El error más común que se comete en el desarrollo de plantillas para injertos de tubería, es seleccionar indebidamente el diámetro del tubo que debe regir el cálculo para obtener las proyecciones. En ciertos casos debe emplearse el interior y en otros el exterior.

Este tipo de error, tiene como consecuencia defectos en los cortes de las piezas por unir al no coincidir correctamente, haciéndose necesario efectuar ajustes desbastando material con esmeril. El tiempo requerido para hacer esta corrección va en relación al espesor de la pared del tubo, su diámetro y la dureza del material. En los casos más desfavorables, puede representar la pérdida de varios días de trabajo y piedras de esmeril. Puede llegarse a tomar la opción de hacer caso omiso del trazo erróneo, y ejecutarlo nuevamente con los datos correctos, sacrificando la menor longitud posible del tubo, si éste ya ha sido cortado.

Para calcular las proyecciones, se pueden basar en cualquiera de los dos diámetros, dependiendo de los resultados buscados. Sin embargo, para calcular el desarrollo y el paso longitudinal, siempre deben regirse por el exterior. En los injertos, la línea de contacto se localiza en el diámetro exterior de uno de los tubos, y en el interior del otro, pudiendo corresponderle a ambos una u otra alternativa en función del tipo de injerto que se maneje, pudiendo ser éste cabalgado o insertado (Ver figs. 3 y 4).

El injerto cabalgado es el más popular, pudiendo aplicarse tanto en tubería estructural como de conducción, pero en ésta, en especial, se hace necesario hacer una boca al cabezal que permita el paso del fluido manejado. El tipo insertado, comúnmente se emplea en boquillas de equipo de proceso como: permutadores de temperatura, recipientes, torres de destilación, tanques, y ocasionalmente en sistemas de tuberías de proceso bajo especificaciones muy rígidas.

Para simplificar la selección de los diámetros en que deben basarse al desarrollar plantillas para injertos, su alternativa debe regirse de acuerdo a la siguiente regla:

### CABALGADO

Ramal: Diam. Int.

Cabezal: Diam Ext.

### INSERTADO

Ramal: Diam. Ext.

Cabezal: Diam Int.

Cuando se seleccionan erróneamente los diámetros de un injerto, se pueden obtener las siguientes secuencias:

Quedar corto un ramal afectando distancias inamovibles (Ver fig. 63), ocasio-

nar un escalonamiento por el interior del cabezal que generará turbulencias en el flujo del producto que se maneja, y consecuentemente provocará una acelerada corrosión en ese punto, además de una caída de presión (Ver fig. 64), o bien, un desajuste en la línea de contacto que habrá que corregir desbastando material sobrante con esmeril (Ver fig. 65).

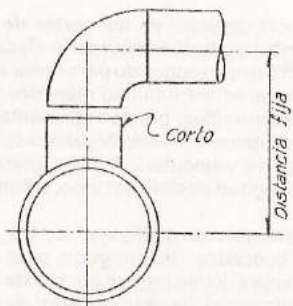


Fig. 63 El injerto queda corto.

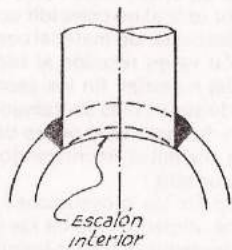


Fig. 64 Obstrucción interior.

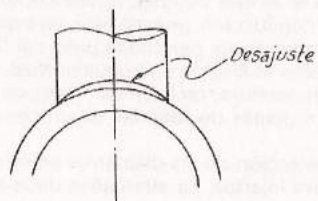


Fig. 65 Desajuste al presentar.

En todos los Módulos se indica el diámetro que deberá tomarse en cuenta para calcular la plantilla, a excepción de los injertos, donde puede emplearse cualquiera de los dos, dependiendo del tipo que se manejará. Si al desarrollar una plantilla de una deflexión, el cálculo erróneamente se basó en el diámetro exterior, se tendrá como consecuencia que al presentar ambas piezas después de haber efectuado los cortes, se apreciará una alteración en el ángulo de deflexión que tendrá que ser corregido desbastando material, o calculando y trazando nuevamente la plantilla con el diámetro correcto (Ver fig. 66).

ias  
na  
fig.  
gir

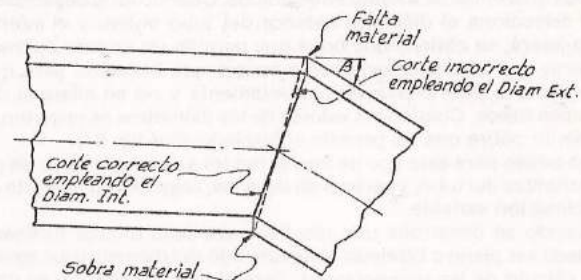


Fig. 66 Desajuste que pueden modificar el ángulo  $\beta$

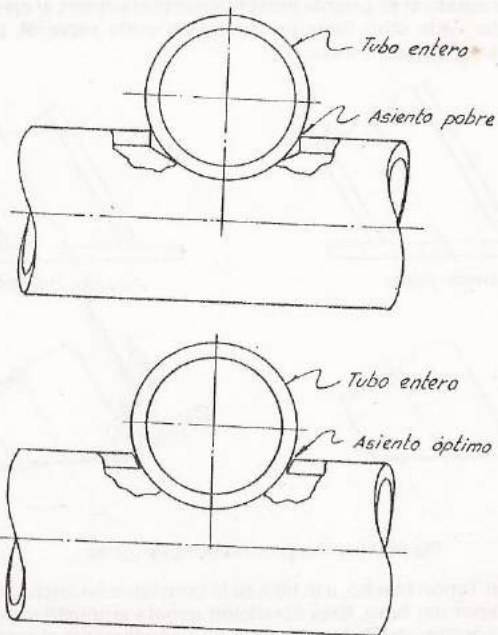


Fig. 67 Diferentes tipos de asientos en interferencias.

En tubos que se interfieren, es posible generar plantillas para obtener dos tipos diferentes de asiento entre ambos. Cuando en el desarrollo de la plantilla se selecciona el diámetro exterior del tubo entero y el interior del que se agujerará, se obtiene una boca que permite un asiento óptimo entre ambas piezas, ya que, necesariamente tendrá que biselarse para que la línea de contacto quede localizada correctamente y no se altere la distancia entre ambos tubos. Cuando los valores de los diámetros se invierten, se obtiene un asiento pobre que no permite el biselado (Ver fig. 67).

Las bocas para este tipo de injerto tendrá asiento plano en las porciones más profundas del tubo, y vertical en las altas, requiriendo un corte de soplete con inclinación variable.

Cuando se desarrolla una plantilla para pata tubular inclinada, su asiento puede ser plano o biselado, dependiendo del diámetro que se seleccione para el cálculo de las proyecciones. Será el exterior cuando se desee el asiento plano y el interior para el biselado (Ver fig. 68).

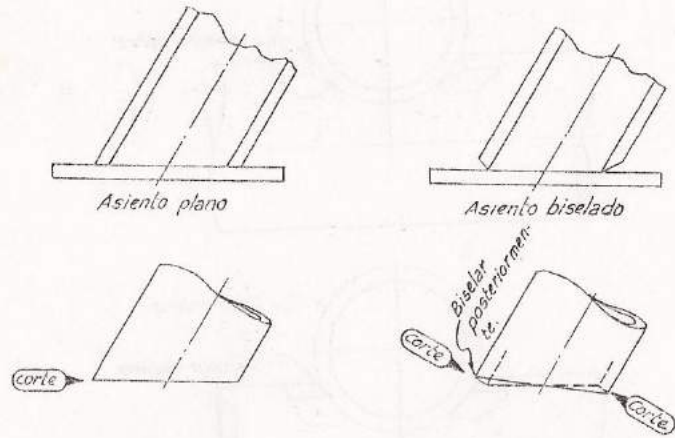


Fig. 68 Diferentes tipos de asientos en patas.

En el caso del Tapón Macho, a la tapa se le considera un ancho equivalente al diámetro interior del tubo. Esta condición genera automáticamente un bisel que facilita la aplicación de la soldadura. Si erróneamente el ancho de la tapa corresponde al valor del diámetro exterior, no se generará dicho bisel (Ver fig. 69).

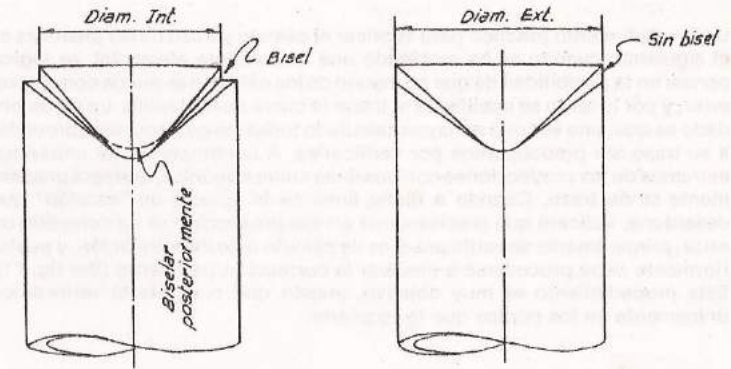


Fig. 69 Tapas para tapón macho.

Cuando se trabaja con tubería de aleación o inoxidable, el ahorro de este artículo es muy importante debido a su excesivo costo, sobre todo cuando su diámetro es mayor. Al proveerse de este material y para evitar desperdicios, generalmente se solicita longitudes muy precisas, siendo muy importante cuando se construye un injerto, para evitar errores, se considere que el ramal insertado es más largo que el cabalgado (Ver fig. 70).

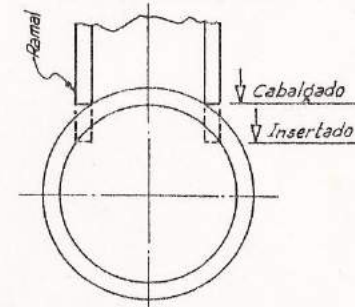


Fig. 70 Variación en la longitud del ramal.



Un procedimiento práctico para verificar el cálculo y trazo de las plantillas es el siguiente: cuando se ha empleado una calculadora elemental, es lógico pensar en la posibilidad de que en alguno de los cálculos se pueda cometer un error, y por lo tanto se manifieste al trazar la curva de la plantilla. Lo recomendado es que, una vez que se hayan calculado todas las proyecciones proceder a su trazo sin preocuparnos por verificarlas. A continuación, se unirán los extremos de las proyecciones con una línea curva armónica, que será precisamente la de trazo. Cuando a dicha línea se le aprecia un "escalón" que desentona, indicará que precisamente en esa proyección se ha cometido un error; primeramente se verificará si es de cálculo o de interpretación, y posteriormente debe procederse a efectuar la corrección pertinente (Ver fig. 71). Este procedimiento es muy objetivo, puesto que concreta la verificación únicamente en los puntos que lo requieren.

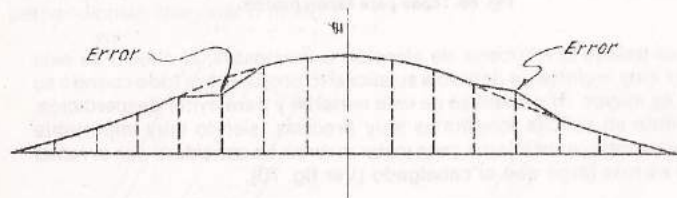


Fig. 71 Apreciación gráfica de errores.

## PARTE II

### MANEJO DE PROGRAMAS EN CALCULADORAS ELEMENTALES

Antes de entrar en detalles sobre este tema, se hace notar que la tecla de las calculadoras de una memoria asignada especialmente a esa función, tiene un símbolo diferente al empleado en los programas, según se indica a continuación:

#### EN TECLA

X-M
RM

 } u otros

#### EN PROGRAMA

Entra 

M
---

  
Sale 

M
---

Si la calculadora empleada cuenta con teclas de diferente símbolo que cubran las mismas funciones, substituirán las indicadas en primer término. Los símbolos de los programas, obviamente no cambian.

Cuando se cuente con calculadoras de más de una memoria, la simbología de las teclas y programas serán:

#### EN TECLAS

STO	00	Entra en memoria
RCL	00	Sale de memoria
STO	01	Entra en memoria
RCL	01	Sale de memoria
STO	02	Entra en memoria
RCL	02	Sale de memoria

#### EN PROGRAMAS

M	} 1ra. memoria
M	
STO 01	} 2da. memoria
RCL 01	
STO 02	} 3ra. memoria
RCL 02	

Y así sucesivamente se incrementará la nomenclatura asignada a las memorias, según sea el número que requiera el programa, o la capacidad de la calculadora.

Se hace notar, que dentro de los programas se incluye únicamente la primera memoria (

M
---

 y 

M
---

). Las de nomenclatura mayor se localizarán fuera de ellos y al nivel del factor en que serán usadas, si es que la calculadora cuenta con más de una memoria.

Las teclas 

STO
-----

 y 

RCL
-----

 que se anteponen a la nomenclatura de las memorias, son las que indican el rumbo de la actividad. La primera es empleada para meter un valor en memoria y la segunda para sacarla.

La secuela de actividades en los programas para calcular los datos relevantes como: Angulo de Paso, Desarrollo, Proyecciones preliminares, ángulos importantes, factores de corrección, etc., comúnmente difieren de un caso a otro, sin embargo, la secuela empleada para calcular las proyecciones finales básicamente son similares en todos los Módulos, según se muestra en la Fig. 72.

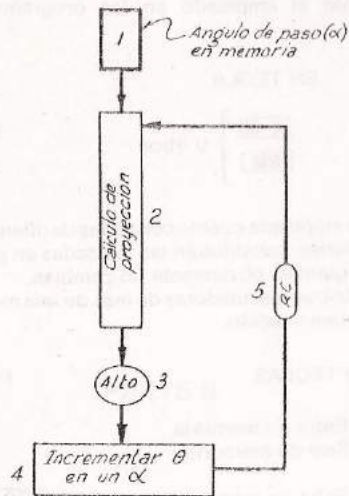


Fig. 72 Diagrama típico para el cálculo de proyecciones.

#### EN CALCULADORAS DE UNA MEMORIA

##### ACTIVIDAD 1.- ANGULO DE PASO EN MEMORIA

Se emplea cuando la memoria no tiene otra asignación más importante.

##### ACTIVIDAD 2.- CALCULO

Considerando cero el valor del Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ), se inicia el cálculo de la primera proyección. En los cálculos de las proyecciones subsiguientes, dicho factor se incrementará en la Actividad 4 cada vez que se repitan.

##### ACTIVIDAD 3.- ALTO Y RESULTADO

El resultado se obtiene automáticamente al pararse la calculadora, una vez que terminó de ejecutar la operación del último paso del programa.

##### ACTIVIDAD 4.- INCREMENTO ANGULAR

Quando se llega por primera vez a esta actividad, mentalmente o con la memoria de la calculadora, se incrementa el valor del angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) con un Angulo de Paso ( $\alpha$ ), teniéndose en cuenta su nuevo valor al reiniciar el cálculo correspondiente a la segunda proyección, cuando éste ya se ha obtenido, se vuelve a incrementar el mismo factor, y así sucesivamente con el cálculo de todas y cada una de las proyecciones.

Quando el valor del Angulo de Paso ( $\alpha$ ) no está formado por grados cerrados, como en el caso de las plantillas de 32 Pasos Longitudinales a las que les corresponderán 11.250°, y para esto no se ha empleado la memoria, es preferible hacer una lista completa de los Angulos Básicos de Cálculos ( $\theta$ ) que se necesitarán en los cálculos, todos ellos incrementados con el factor antes comentado. Si lo anterior se hiciese mentalmente, habría posibilidades de cometer errores, sin embargo, cuando el factor de incremento es de 5°, 10° ó 15°, es difícil cometerlos.

##### ACTIVIDAD 5.- REPETIR EL CALCULO

Reteniendo mentalmente el nuevo valor del Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ), desplazar el puntero del cálculo, también mentalmente hasta el inicio de la Actividad 2, y reiniciar en ese punto el ciclo de actividades.

#### EN CALCULADORAS DE VARIAS MEMORIAS

##### ACTIVIDAD 1.- ANGULO DE PASO EN MEMORIA

Si no hay otro dato importante en el que puedan emplearse las memorias disponibles, y el Angulo de Paso ( $\alpha$ ) tiene un valor difícil de memorizar, métase ese factor en una de ellas.

##### ACTIVIDAD 2.- CALCULO

Si se cuenta con memorias disponibles, destinar una de ellas al Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ), dándole cero como valor inicial antes del cálculo de la primera proyección. Los incrementos de ese factor, necesarios para el cálculo de las subsiguientes proyecciones, se ejecutarán en la actividad 4. Cuando no sobran memorias, proceder según se indica en actividades de Calculadoras de una memoria.

##### ACTIVIDAD 3.- ALTO Y RESULTADO

El resultado se obtiene automáticamente al pararse la calculadora, una vez que terminó de ejecutar la operación del último paso.

##### ACTIVIDAD 4.- INCREMENTO ANGULAR

Si se asignaron memorias al Angulo de Paso ( $\alpha$ ), y al Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ), en las Actividades 1 y 2 respectivamente, rescátese el segundo factor, a éste, agréguese el primero y el valor obtenido meterlo nuevamente en la memoria del segundo. Al meter un nuevo valor a una memoria ya de

antemano ocupada, automáticamente el nuevo desplaza al anterior.

Ejemplo:

Si tenemos que:

(  $\theta$  ) Angulo Básico de Cálculo = 02

(  $\alpha$  ) Angulo de Paso = 01

ACL
02
+
ACL
01
=
STO
02

Si no se tienen memorias disponibles para asignarlas a los dos factores, procédase según se indica en actividades de Calculadoras de una memoria.

#### ACTIVIDAD 5.- REPETIR EL CALCULO

Desplazar mentalmente el puntero del cálculo hasta el inicio de la actividad 2 y reiniciar en ese punto el ciclo de actividades.

#### OBSERVACIONES

Muchos Módulos, aparte de los programas para obtener las proyecciones, cuentan con otros especiales para encontrar datos relevantes, que parte de ellos se emplearán al calcular las proyecciones con sus respectivos programas, y obviamente tendrán que desarrollarse en primer término.

Los datos relevantes que participan en el cálculo de todas y cada una de las proyecciones una vez obtenidos, conviene meterlos en memorias para llamarlas en su oportunidad. Esto nos ahorrará el tener que apuntarlos para recordarlos.

Como se presentará el caso donde el número de memorias con que cuente la calculadora empleada no alcance para cubrir todos los datos que lo ameriten, se recomienda dar su asignación con la siguiente prioridad:

1.- Angulo de Paso (  $\alpha$  ).

2.- Datos relevantes.

3.- Angulo Básico de Cálculo (  $\theta$  ).

Casi en todas las calculadoras la nomenclatura de las memorias se inicia con 00, pero cuando se opere alguna en que la primera sea 01, substitúyase mentalmente en los programas 00, por la de número mayor disponible, o en su defecto, la nomenclatura dada a las memorias que participan deben considerarse desplazadas en una unidad.

## INSTRUCTIVO GENERAL

- 1.- Se recomienda no tratar de calcular plantillas sin haber leído la parte anterior de este libro. Es conveniente que el lector tenga previamente conocimientos de simbología, unidades de cálculo, manejo de calculadoras, errores comunes, secuelas de operación, manejo de memorias, etc.
- 2.- Por claridad, la Secuela Analítica representa gráficamente todos los tubos con pared delgada, aunque físicamente tengan el espesor normal. El concepto analítico de cálculos se basa, teóricamente, en paredes tan delgadas que sus espesores no tienen valor. Recuérdese que se rigen por diámetros y radios precisos, ya sean interiores o exteriores.
- 3.- Sin necesidad de programas especiales, se calcularán en todas las plantillas envolventes (para ramales), los siguientes datos:

#### Desarrollo.

Multiplicando el diámetro exterior del tubo afectado por  $\pi$ .

#### Paso Longitudinal.

Dividiendo el Desarrollo entre el Número de Pasos.

#### Angulo de Paso.

Dividiendo  $360^\circ$  entre el Número de Pasos.

#### Número de Pasos.

Buscando una cantidad que sea múltiple de cuatro (excepto en el Módulo 23, que dé un Paso Longitudinal menor y lo más próximo a 40 mm (1-9/16").

- 4.- En todas las plantillas no envolventes (para bocas), se considerará como norma lo siguiente:  
Calcular el Desarrollo, Paso Longitudinal y Angulo de Paso según los programas que se incluyen en los Módulos correspondientes.  
Si la plantilla tiene hemisferios similares el Número de Pasos de cada uno de ellos será el mismo, pudiendo ser su cantidad pares o nones. Si la plantilla tiene hemisferios de longitudes diferentes, el Número de Pasos de ambos pueden diferir, tanto en cantidad como en pares o nones, procurando mantener en los dos, un Paso Longitudinal de un valor lo más similar posible.

- 5.- La persona que calcule plantillas limitará las actividades de trazo al Desarrollo, Paso Longitudinal y Proyecciones; cuando se tengan los valores de cada uno de ellos; al final trazará una curva que una todos los extremos de las proyecciones (Ver fig. 73).

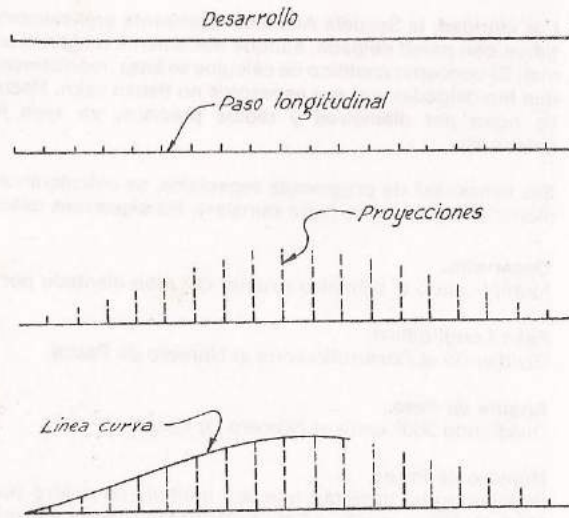


Fig. 73 Actividades de trazo.

- 6.- En algunos casos, para evitar errores, es indispensable seleccionar adecuadamente el extremo del desarrollo donde iniciar el trazo de las proyecciones.
- 7.- Las proyecciones siempre se inician en la línea de Desarrollo y se trazan perpendicularmente a ésta.
- 8.- Las proyecciones negativas se trazarán en sentido opuesto de las positivas.

al  
os  
os

- 9.- Las proyecciones preliminares que se indican en algunos programas, son las obtenidas necesaria y provisionalmente al calcular las plantillas para ramales de injertos inclinados, como si éstos fueran perpendiculares. Serán básicas para obtener las definitivas en cálculos subsiguientes, ya afectados por el ángulo de inclinación.
- 10.- Las plantillas para ramal o boca de un injerto inclinado descentrado pueden aprovecharse en otro simétrico, solamente con enrollarlas al tubo relacionado por la cara opuesta (Ver fig. 74).

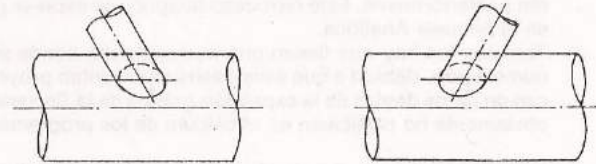


Fig. 74 Injertos similares y simétricos, pueden aprovechar la misma plantilla.

- 11.- Las plantillas para la boca de un injerto inclinado centrado pueden aprovecharse en otro simétrico, pudiendo enrollarse al tubo relacionado por la misma cara, pero orientada en sentido contrario (Ver fig. 75).

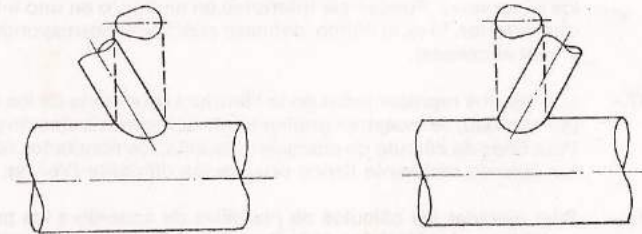


Fig. 75 Aprovechar la misma plantilla en injertos inclinados simétricos.

ar  
as  
e  
s

- 12.- Cualquier injerto, a pesar de estar bien trazado y ajustar perfectamente ambos tubos, puede desalinearse si la soldadura no se aplica correctamente.
- 13.- Algunos programas no mantienen un orden y correlación en la nomenclatura de sus pasos debido a que:  
 Hay unos, que su manejo se facilita al adelantar operaciones del siguiente paso antes de terminar el anterior, aunque la expresión gráfica de la Secuela Analítica no lo indique.  
 Hay otros, que parte de ellos, carecen de nomenclatura porque representan retrocesos de operaciones para revivir factores que se emplearán posteriormente. Este retroceso tampoco se expresa gráficamente en la Secuela Analítica.  
 También los hay que tienen una nomenclatura donde se brincan su numeración, debido a que esos pasos representan proyecciones físicas de datos dentro de la expresión gráfica de la Secuela Analítica, y obviamente no participan en el cálculo de los programas.
- 14.- Hasta donde fue posible, trató de darse una nomenclatura uniforme a todos los datos básicos que alimentan los programas y los obtenidos en los cálculos de los mismos.
- 15.- Habrá plantillas que no cuenten con proyecciones de valor cero, en otras, parte serán negativas, o su trazo localizado en el tramo desechable del tubo, y otras en el aprovechable del mismo. Los conceptos tan variados que se observan, fue el resultado de dar prioridad a generar programas lo más cortos posible.
- 16.- Antes de iniciar el cálculo de alguna plantilla defínase si el injerto manejado es cabalgado o insertado, y aplíquese correctamente los diámetros y radios de los tubos que van a participar en los cálculos de los programas. Pueden ser interiores en ambos, o en uno interior y el otro exterior. Si es lo último, defínase cuál tipo le corresponde al ramal y cuál al cabezal.
- 17.- Los injertos representados en la literatura de cálculo de los Módulos, por claridad, se muestran gráficamente con una orientación uniforme. Para fines de cálculo de cualquier plantilla, los resultados no se afectan cuando realmente tienen orientación diferente (Ver fig. 76).
- 18.- Para ejecutar los cálculos de plantillas de acuerdo a los programas incluidos en los Módulos, es indispensable contar con una calculadora científica de una o más memorias.

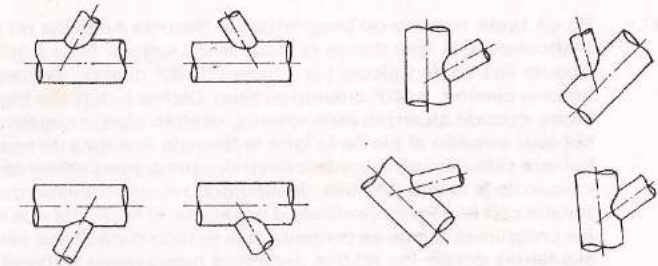


Fig. 76 Injertos similares con diferentes orientaciones.

- 19.- Se considerará científica la calculadora que aparte de otras teclas también cuente con:
- Funciones trigonométricas .....  sen  cos  tan
- Inversas de funciones trigonométricas .....  sen<sup>-1</sup>  cos<sup>-1</sup>  tan<sup>-1</sup>
- Recíproca .....  1/X
- Pi .....  π
- Cambio de signo .....  +/-
- Meter en memoria .....  X-M (u otros)
- Rescatar de memoria .....  RM (u otros)
- Raíz cuadrada .....  √
- Elevar al cuadrado .....  X<sup>2</sup> (u otros)
- Operaciones elementales .....  +  -  X  ÷
- 20.- Se recomienda leer cuidadosamente el instructivo de operación de la calculadora que se empleará, así como familiarizarse con ella antes de tratar de calcular plantillas.

21.- En un buen número de programas, la Secuela Analítica no muestra gráficamente la fase donde el incremento angular llega a generar un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) mayor de  $90^\circ$  cuando es manejada la función coseno, y  $180^\circ$  cuando es seno. Dichas funciones trigonométricas, cuando alcanzan esos valores, tendrán signos negativos. Si se hubiese seguido al pie de la letra la Secuela Analítica de esos Casos hubiera sido necesario confeccionar dos programas diferentes para el cálculo de la misma plantilla, dependiendo en un momento dado, si se trabaja con funciones positivas o negativas. El hecho de que en todos los programas donde se presenta esta particularidad haya pasos subsiguientes donde los valores negativos nuevamente se hacen positivos, sin que para esto se ejecuten operaciones especiales para lograrlo, permitió emplear solamente un programa para los cálculos de ambas fases, sin importar el signo de la función trigonométrica que se maneja. Hay que hacer hincapié que cuando obligadamente tenga que obtenerse una proyección negativa, dicho programa invariablemente dará el valor con ese signo. En la Fig. 77 se muestran unos ejemplos típicos que son frecuentes.

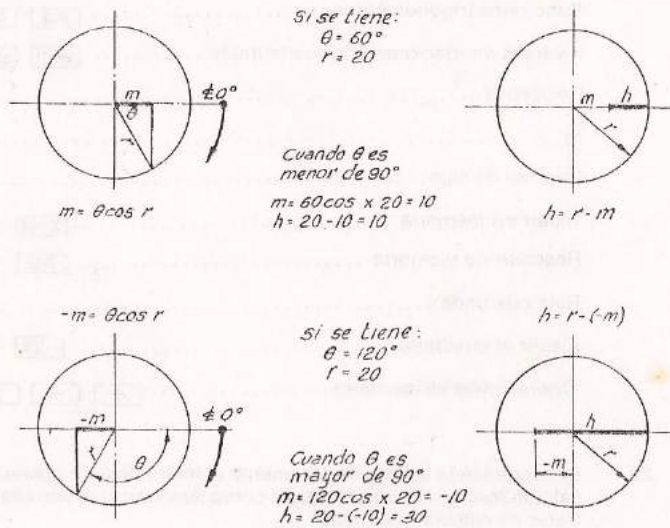


Fig. 77 El programa no se afecta si participan cosenos positivos o negativos.

En pasos intermedios de buen número de programas, se obtiene el valor "h" desde un valor nulo hasta el equivalente al diámetro "d", dependiendo el valor de su longitud del incremento que haya sufrido el Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) que afecte las operaciones de cálculo. Al llegar el valor de  $\theta$  a ser mayor de  $90^\circ$ , se obtendrán cosenos con signo negativo, y por lo tanto, la distancia "m" también será negativa. Al restar una "m" negativa de una "r" positiva, la diferencia de signos propicia una suma de ambos valores con resultado positivo. Al terminar el cálculo de la proyección, ésta obviamente tendrá signo positivo. Como pudo apreciarse en el ejemplo anterior, no fue necesario emplear un programa mientras  $\theta$  tuvo un valor entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$  y otro diferente cuando es mayor de  $90^\circ$ .

Este ejemplo tiene una variante donde "h" se inicia con un valor equivalente a  $L+r$ , cuando  $\theta$  vale cero, llegando a tener su máximo valor cuando se suman  $L+r$ . (Ver fig. 78)

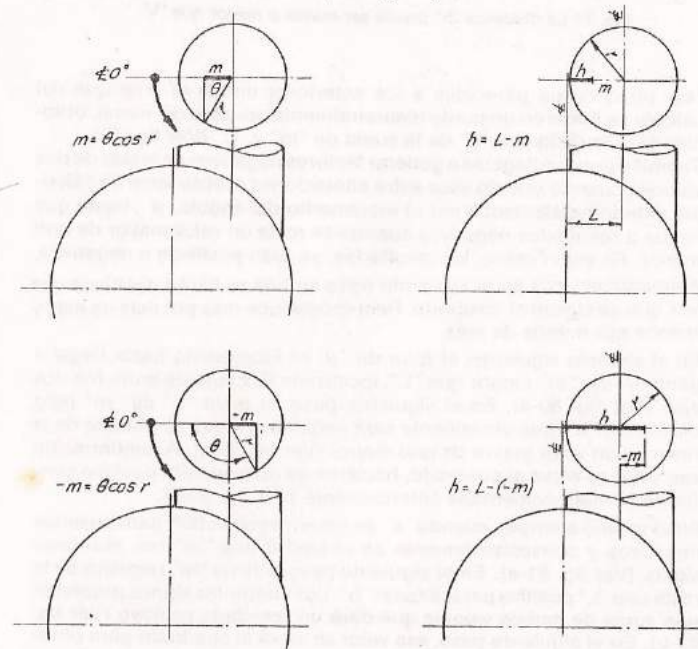


Fig. 78 Secuela que maneja cosenos positivos y negativos con el mismo programa.

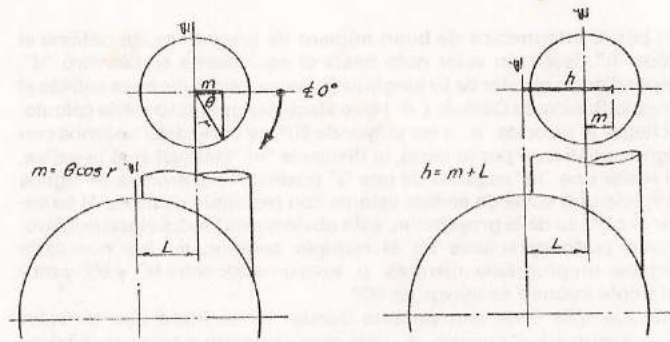


Fig. 79 La distancia "h" puede ser mayor o menor que "L".

Hay otros casos parecidos a los anteriores donde el arranque del cálculo se inicia en un punto diametralmente opuesto del ramal, obteniéndose la distancia "h" de la suma de "m" y "L" (Ver fig. 79). También pueden llegarse a generar factores negativos de restas de dos valores, cuando uno de ellos sufre alteraciones al obtenerse de cálculos anteriores afectados por el incremento del ángulo  $\theta$ , hasta que llegue a resultados negativos cuando se reste un valor mayor de uno menor. En estos casos, los resultados, ya sean positivos o negativos, automáticamente en el siguiente paso ambos se harán positivos una vez que se eleven al cuadrado. Recuérdese que más por más da más y menos por menos da más.

En el ejemplo siguiente, el valor de  $\theta$  se incrementó hasta llegar a generar una "m" menor que "L", localizada físicamente entre los dos ejes (Ver fig. 80-a). En el siguiente paso se resta "L" de "m" para obtenerse "h", que obviamente será negativa, ya que se obtiene de la resta de un valor mayor de uno menor (Ver fig. 80-b). A continuación ese valor se eleva al cuadrado, haciéndose nuevamente positivo conforme la regla comentada anteriormente (Ver fig. 80-d).

En el mismo ejemplo, cuando  $\theta$  se hace mayor de  $90^\circ$ , dará cosenos negativos y consecuentemente se obtendrá una "m" con el mismo signo. (Ver fig. 81-a). En el siguiente paso a dicha "m" negativa se le resta una "L" positiva para obtener "h". Los diferentes signos propician una suma de ambos valores que dará un resultado positivo (Ver fig. 81-b). En el siguiente paso, ese valor se eleva al cuadrado para obtenerse el valor de "c" (Ver fig. 81-d).

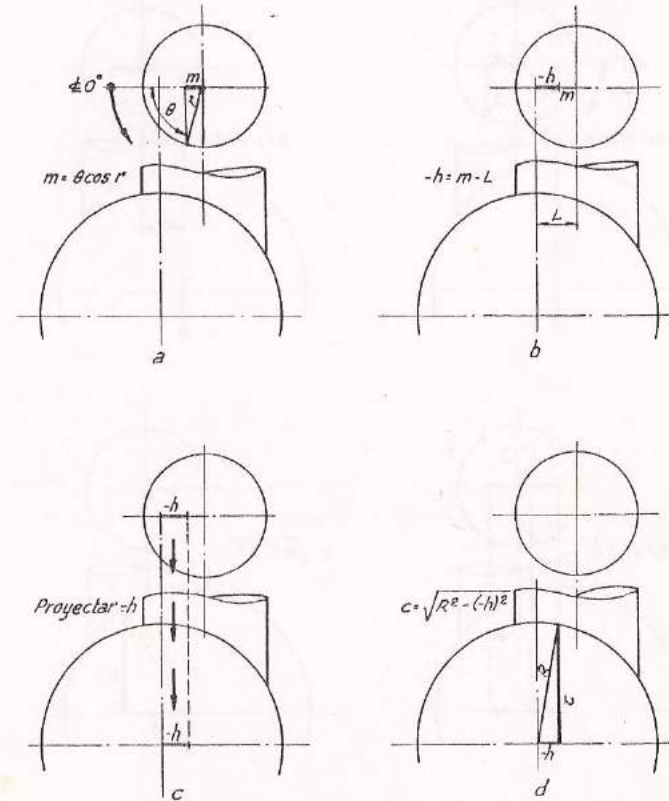


Fig. 80 La distancia "h" es negativa, pero se obtiene un valor "c" positivo.



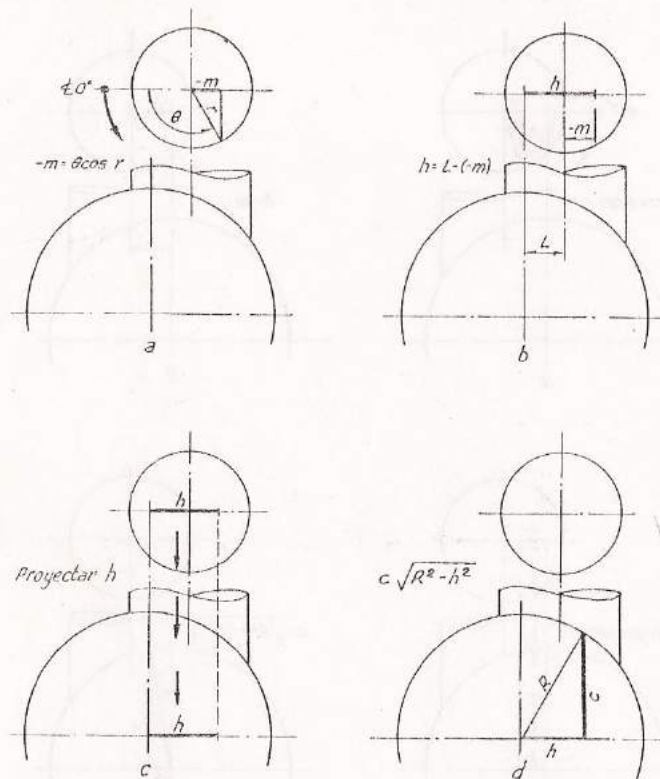
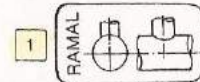


Fig. B1 Restar un valor negativo a uno positivo, equivale a sumar ambos con signo positivo.

## INJERTO PERPENDICULAR CENTRADO RAMAL



### INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa, y para desarrollar el cálculo de sus proyecciones deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más recogido del ramal, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $0^\circ$  y termina en  $90^\circ$ .
- Solamente se requiere calcular las proyecciones correspondientes a un cuadrante, los restantes tienen valores similares aunque en dos de ellos ordenadas simétricamente.
- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la cuarta parte del número total de pasos, más uno.
- Para calcular la plantilla de la boca de este tipo de injerto ver el Módulo **2**.

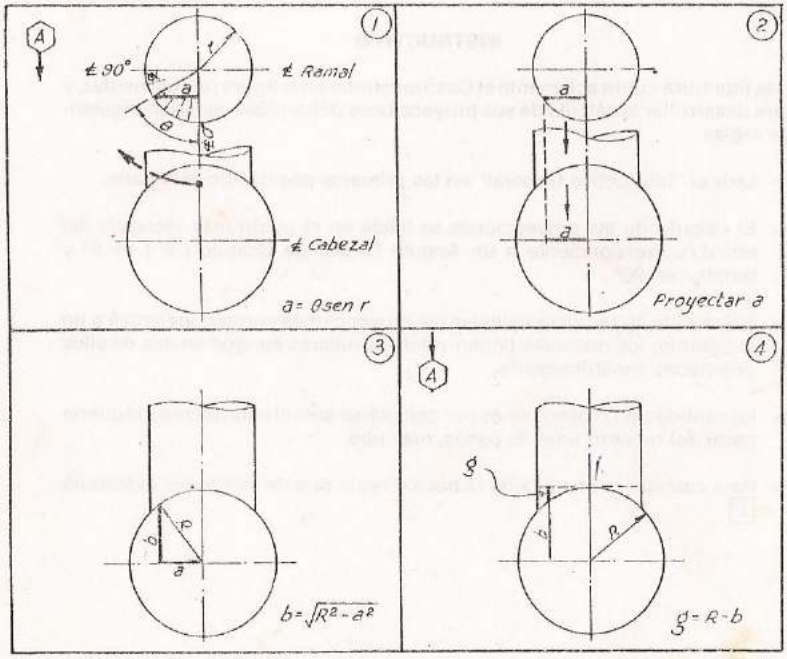
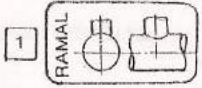


Fig. 82

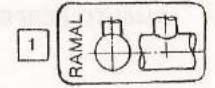
FORMULA

$$g = R - \sqrt{R^2 - (\theta \text{ sen } r)^2}$$

LEYENDA

- R - Radio del Cabezal.
- r - Radio del Ramal.
- $\theta$  - Angulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$  - Angulo de Paso.
- g - Proyección.

PROGRAMA



PROYECCIONES

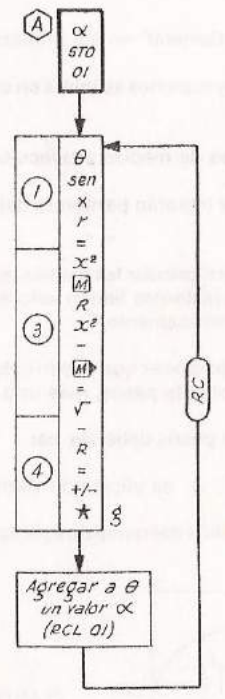


Fig. 83

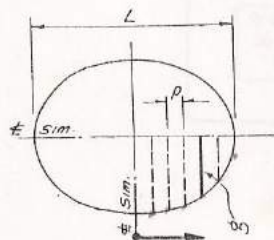
## INJERTO PERPENDICULAR CENTRADO BOCA



### INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa, y para desarrollar el cálculo de sus proyecciones deben observarse las siguientes reglas:

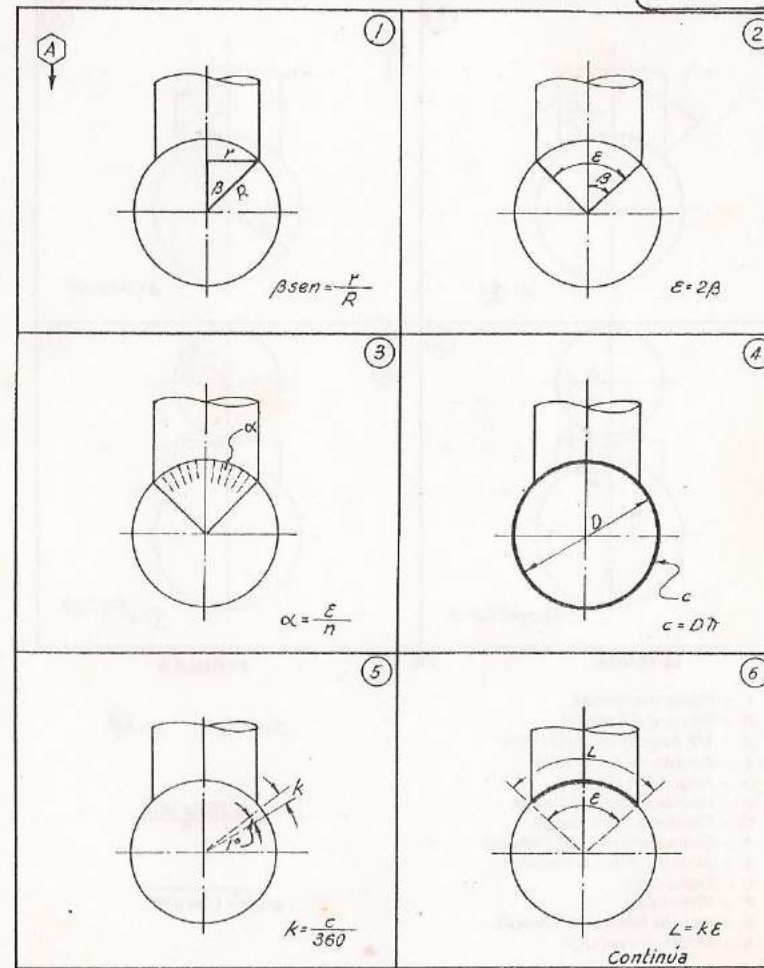
- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- El cálculo de las proyecciones se inicia en el eje menor de la plantilla (Ver fig. 85).
- Se obtendrán valores de medias proyecciones.
- Las proyecciones se trazarán partiendo del eje mayor de la plantilla (Ver fig. 85).
- Solamente se requiere calcular las medias proyecciones correspondientes a un cuadrante, los restantes tienen valores similares aunque en dos de ellos ordenados simétricamente.
- La cantidad de proyecciones que deben calcularse será el equivalente a la mitad del número total de pasos, más uno.
- La cantidad total de pasos debe ser par.
- En el programa  $\theta$ ,  $\theta$  se inicia con valor cero.
- Para calcular la plantilla del ramal de este tipo de injerto ver el Módulo 1.



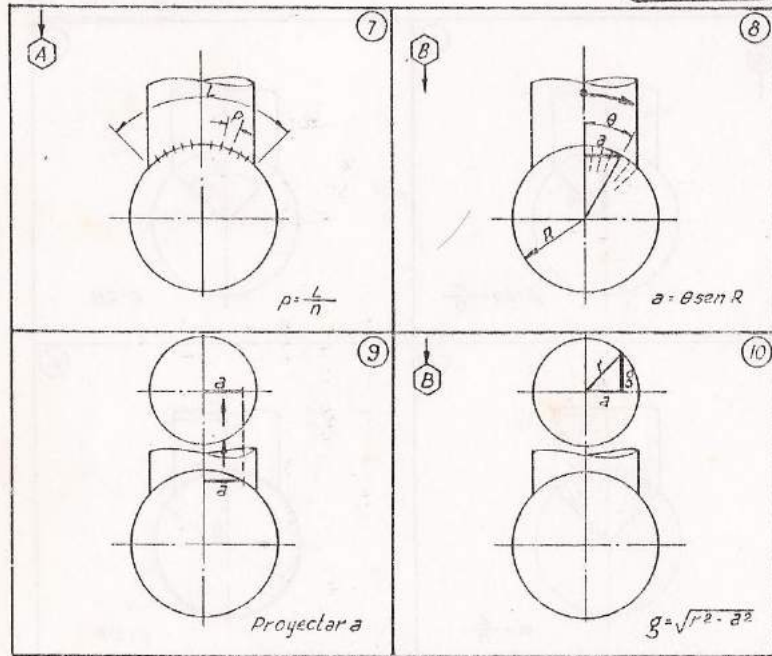
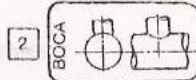
PLANTILLA

Fig. 85

## SECUELA ANALITICA



SECUELA ANALITICA



LEYENDA

- r :- Radio del Ramal.
- R :- Radio del Cabezal.
- $\beta$  :- 1/2 Angulo de Desarrollo
- $\epsilon$  :- Angulo de Desarrollo.
- $\alpha$  :- Angulo de Paso.
- n :- Número Total de Pasos.
- D :- Diámetro del Cabezal.
- c :- Circunferencia del Cabezal.
- k :- Arco de 1° en el Cabezal.
- L :- Desarrollo.
- P :- Paso-Long.
- $\theta$  :- Angulo Básico de Cálculo.
- g :- Media Proyección.

Fig. 84

FORMULA

$$\beta \text{sen} = \frac{r}{R} \quad \alpha = \frac{2\beta}{n}$$

$$p = \frac{2\beta(0.7r/360)}{n}$$

$$g = \sqrt{r^2 - (\theta \text{sen } R)^2}$$

PROGRAMA



DESARROLLO Y PASO LONG.

MEDIA PROYECCION

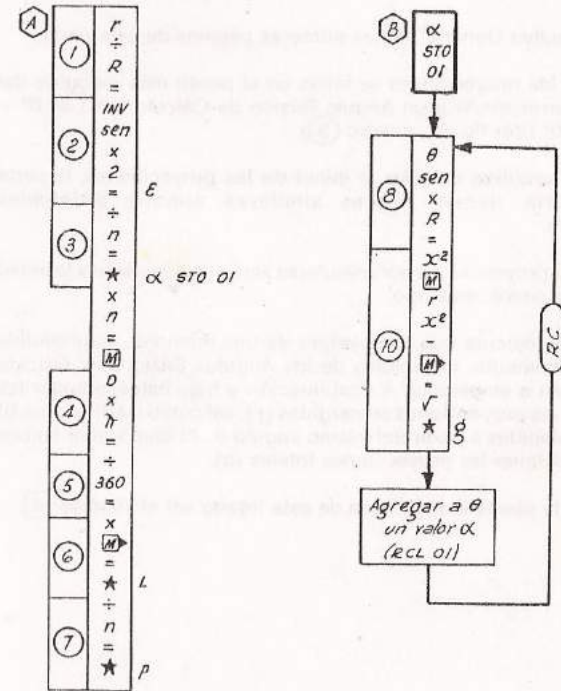


Fig. 86

INJERTO INCLINADO CENTRADO  
RAMAL

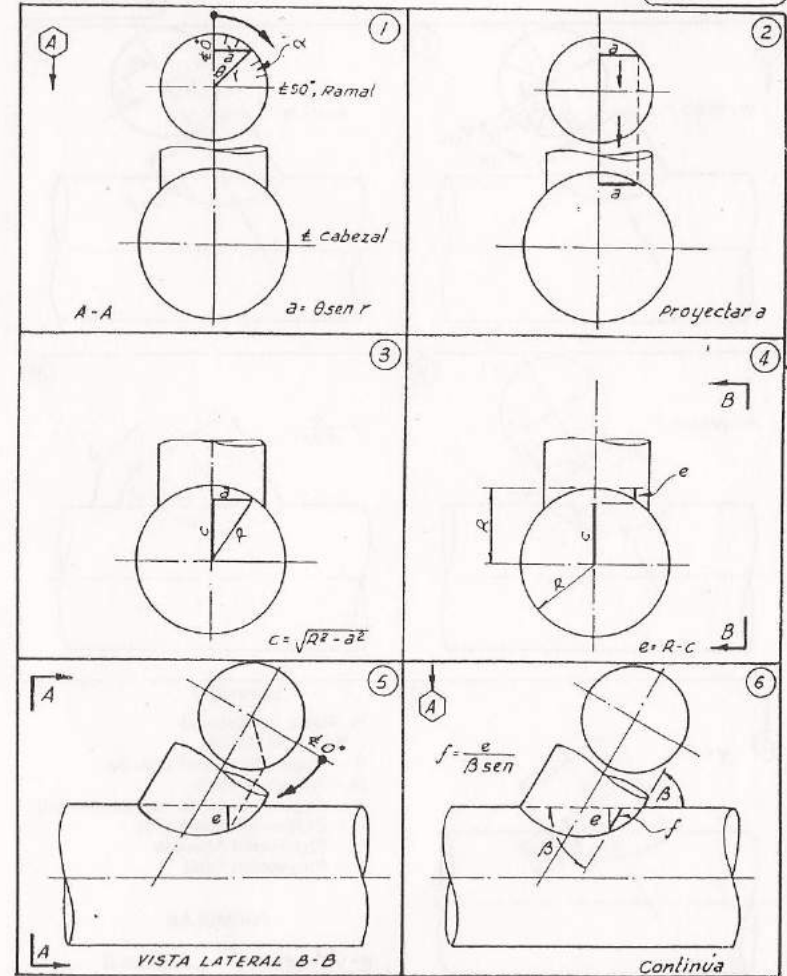


INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa, y para desarrollar el cálculo de sus proyecciones deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más recogido del ramal, que corresponde a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $0^\circ$  y termina en  $180^\circ$  (Ver fig. 87, cuadro 5).
- Solamente se requiere calcular la mitad de las proyecciones, la parte complementaria tienen valores similares aunque ordenadas simétricamente.
- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.
- Si el cálculo se ejecuta con calculadora de una memoria, es preferible listar, horizontalmente, los valores de los Angulos Básicos de Cálculo ( $\theta$ ) que vayan a emplearse. A continuación y bajo éstos, apuntar los resultados de las proyecciones sumergidas ( $f$ ), así como las afloradas ( $i$ ) que fueron obtenidas a partir del mismo ángulo  $\theta$ . Al final sumar ambos valores para obtener las proyecciones totales ( $g$ ).
- Para calcular la plantilla de la boca de este injerto ver el Módulo 4.

SECUELA ANALITICA



$\text{Sen } \beta = \frac{e}{f}$   $\phi \sqrt{R^2 - a^2}$

SECUELA ANALITICA

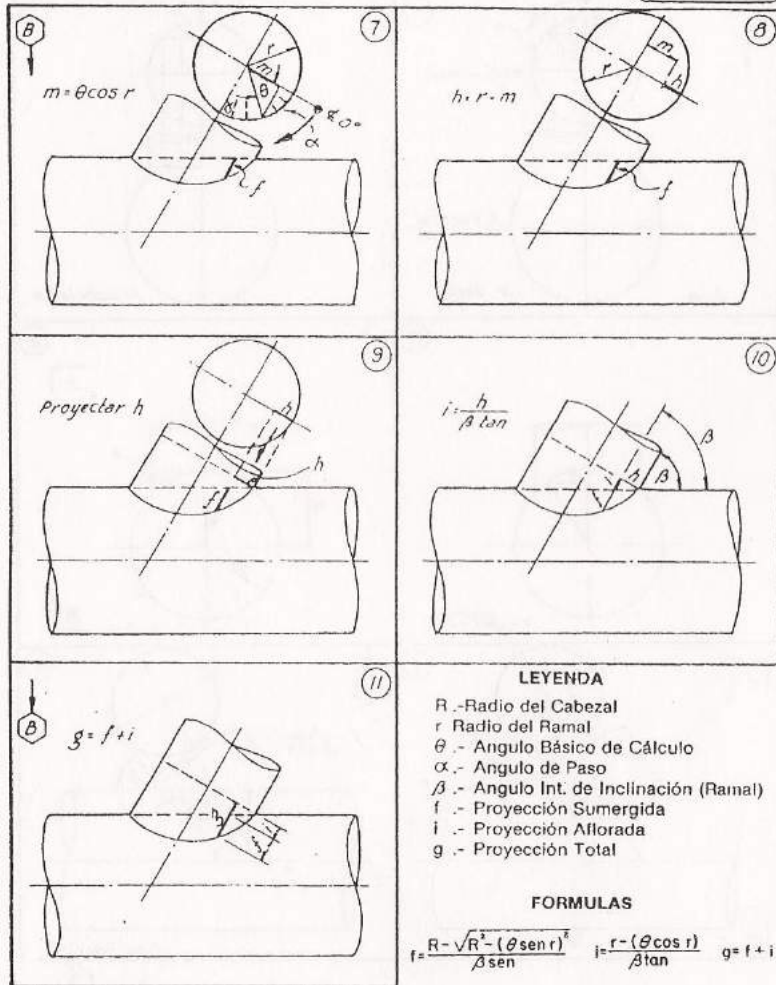


Fig. 87

PROGRAMAS



PROYECCIONES

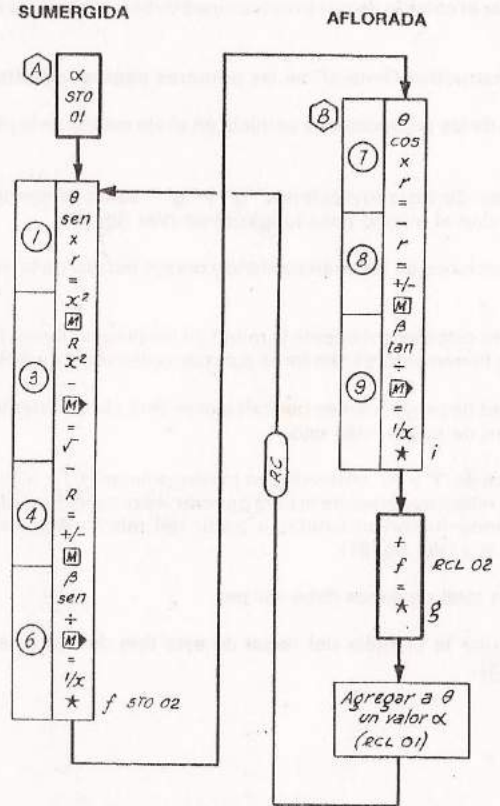


Fig. 88

INJERTO INCLINADO CENTRADO  
BOCA

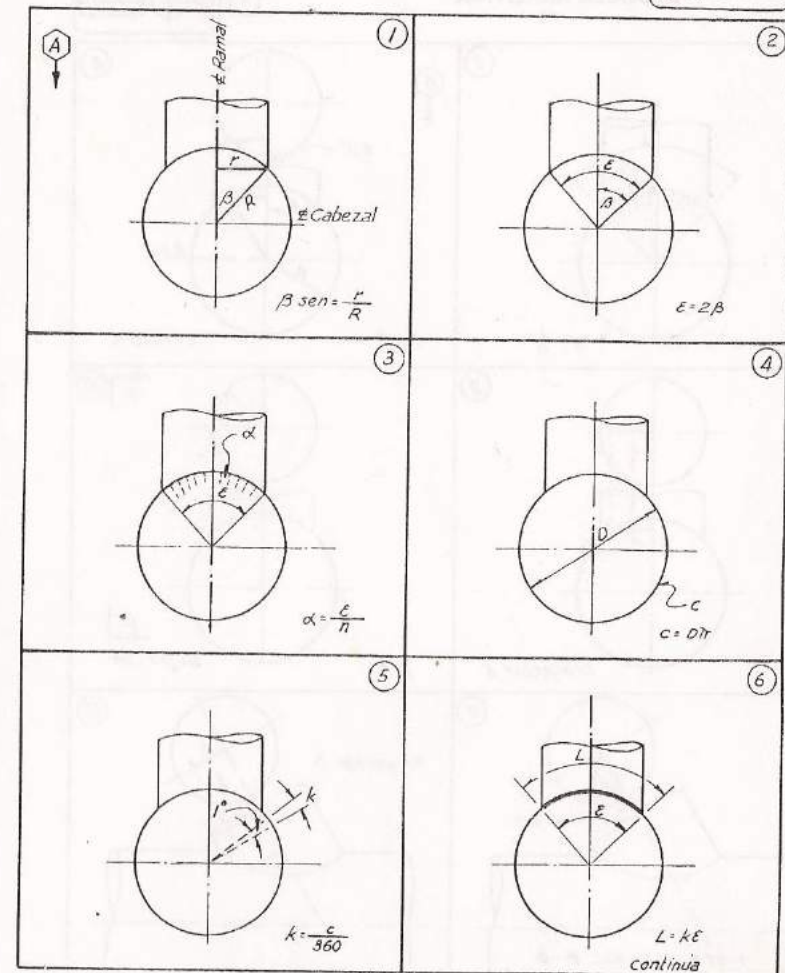


INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa, y para desarrollar el cálculo de sus proyecciones deben observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- El cálculo de las proyecciones se inicia en el eje menor de la plantilla (Ver fig. 90).
- c.- Los valores de las proyecciones "g" y "g'" serán diferentes, aunque correspondan al mismo paso longitudinal (Ver fig. 90).
- d.- Las proyecciones se trazarán partiendo del eje normal de la plantilla (Ver fig. 90).
- e.- Se requiere calcular solamente la mitad de las proyecciones, las complementarias tienen valores similares aunque ordenadas simétricamente.
- f.- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.
- g.- Los valores de "i" y "h" obtenidos en los programas (B) y (C) respectivamente, se relacionarán entre sí para generar las proyecciones finales "g" y "g'", cuando fueron obtenidas a partir del mismo Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) (Ver fig. 91).
- h.- El número total de pasos debe ser par.
- i.- Para calcular la plantilla del ramal de este tipo de injerto empleese el Módulo [3].

SECUELA ANALITICA



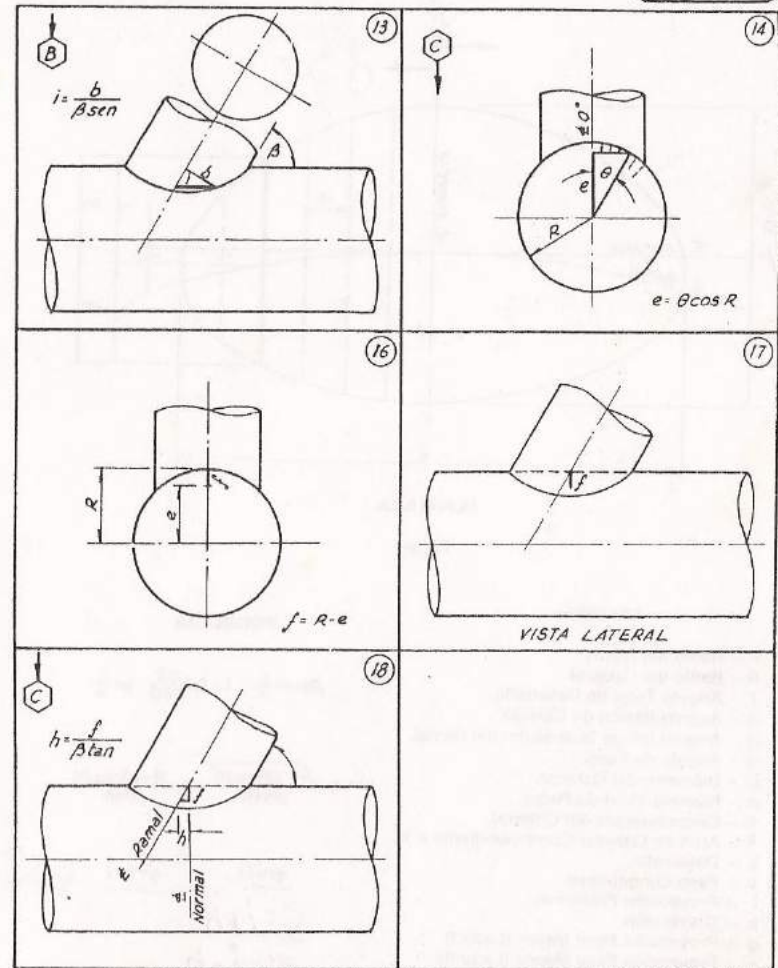
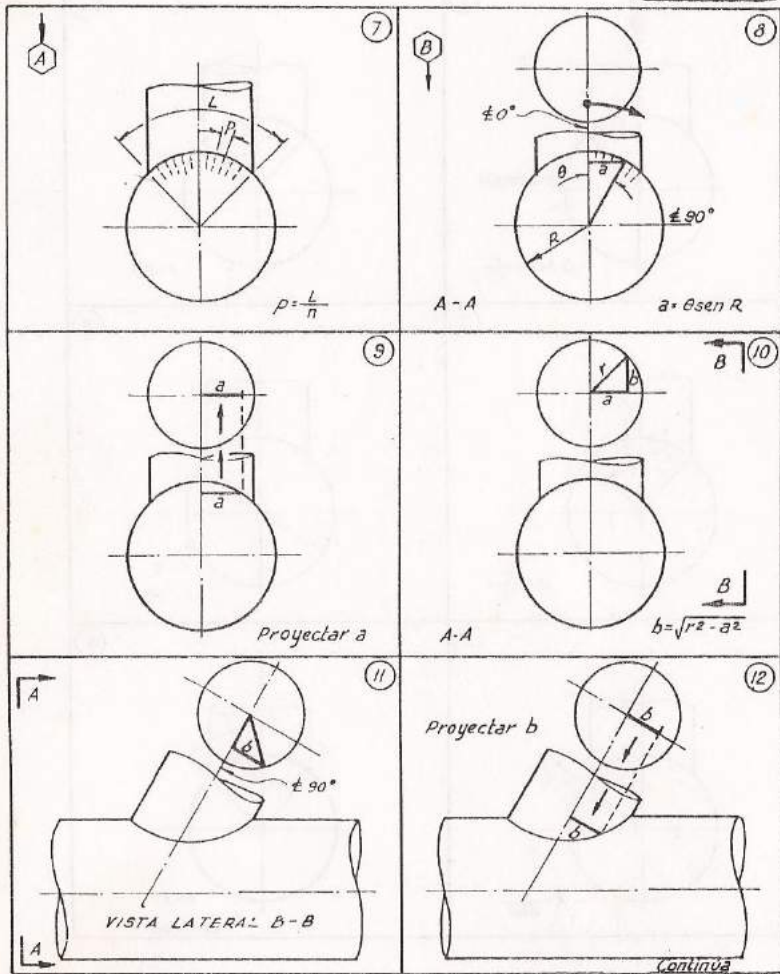
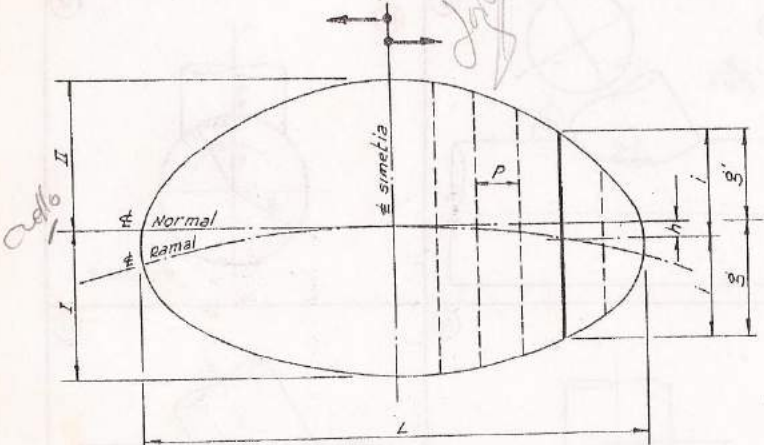
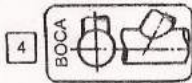


Fig. 89



SECUELA ANALITICA



PLANTILLA  
Fig. 90

LEYENDA

- r - Radio del Ramal.
- R - Radio del Cabezal.
- ε - Angulo Total de Desarrollo.
- θ - Angulo Básico de Cálculo.
- β - Angulo Int. de Inclinación del Ramal.
- α - Angulo de Paso.
- D - Diámetro del Cabezal.
- n - Número Total de Pasos.
- C - Circunferencia del Cabezal.
- k - Arco en Cabezal Correspondiente a 1°.
- L - Desarrollo.
- p - Paso Longitudinal.
- i - Proyección Preliminar.
- h - Corrección.
- g - Proyección Final Mayor (Lado I).
- g' - Proyección Final Menor (Lado II).

FORMULAS

$$\beta \text{ sen} = \frac{r}{R} \quad L = 2\beta \frac{D\pi}{360} \quad p = \frac{L}{n}$$

$$i = \frac{\sqrt{r^2 - (\theta \text{ sen } R)^2}}{\beta \text{ sen}} \quad h = \frac{R - (\theta \text{ cos } R)}{\beta \text{ tan}}$$

g = h + i  
g' = i - h

PROGRAMAS



DESARROLLO Y PASO LONG. PROYECCION PRELIMINAR CORRECCION Y PROYECCIONES FINALES

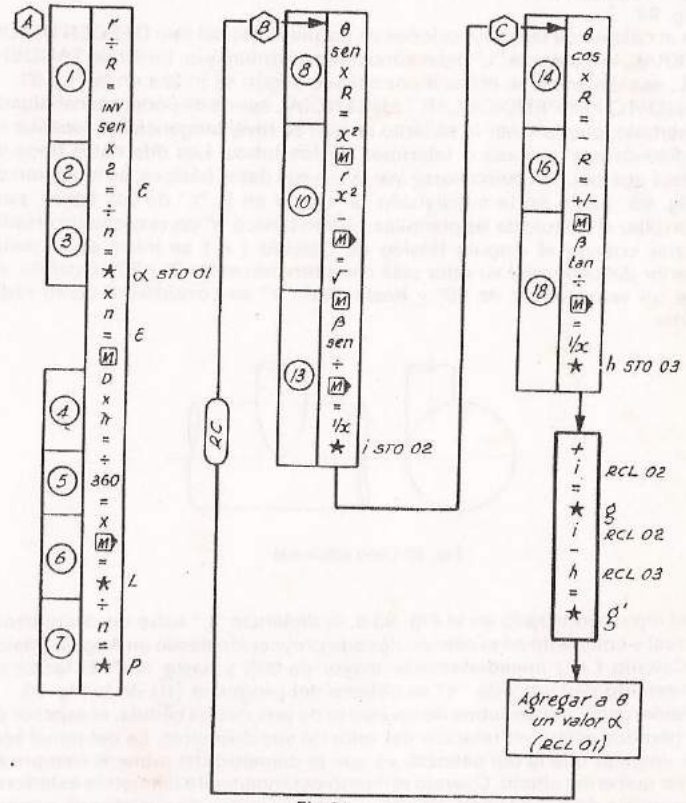


Fig. 91

**INJERTO PERPENDICULAR  
DESCENTRADO LATERAL  
RAMAL**



**INSTRUCTIVO**

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable al INJERTO PERPENDICULAR TANGENCIAL que se muestra en la Fig. 92.

Para el cálculo de las proyecciones de las plantillas del tipo DESCENTRADO LATERAL, la distancia "L" debe conocerse de antemano. En el tipo TANGENCIAL, esa distancia se obtiene por cálculo según se indica en la Fig. 93.

El INJERTO PERPENDICULAR TANGENCIAL aparte de poder ser cabalgado o insertado, puede tener la variante de que su nivel tangencial se localice en los diámetros exteriores o interiores de los tubos. Los diferentes tipos de injertos que pueden combinarse, así como sus datos básicos, se muestran en la Fig. 93. Tanto en la subdivisión "a" como en la "c" de esa figura, para desarrollar el cálculo de las plantillas, el dato básico "r" corresponderá al radio exterior cuando el Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) se inicia en el punto superior del cabezal y su valor está comprendido entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ . Cuando  $\theta$  tiene un valor mayor de  $90^\circ$  y hasta  $180^\circ$ , "r" se considerará como radio interior.

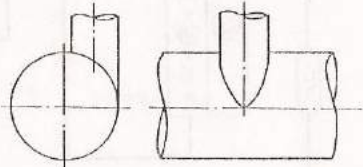
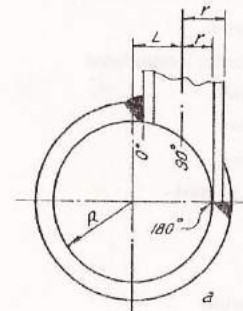


Fig. 92 Caso adicional.

En el injerto mostrado en la Fig. 93-c, la distancia "L" sufre un decremento gradual y constante en el cálculo de cada proyección desde un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) inmediatamente mayor de  $90^\circ$ , y hasta  $180^\circ$ . El factor de decremento denominado "k" se obtiene del programa (B) de la Fig. 95.

Considerando ambos tubos de un injerto de una misma cédula, el espesor de sus paredes estará en relación del valor de sus diámetros. La del ramal será más delgada que la del cabezal, ya que el diámetro del primero siempre es menor que el del último. Cuando el injerto es tangencial a diámetros exteriores y el servicio de conducción, se obliga ejecutar cortes de soplete con rumbos especiales, así como biseles internos apropiados en la boca del cabezal, con la

finalidad de evitar escalonamientos por dentro y consecuentemente turbulencias en el flujo. Cuando el injerto es para conducción pero tangencial a diámetros interiores, no requiere biselés, pero el paño exterior de ambos tubos no coincidirá (Ver fig. 93-a).



Tangente a Diáms. interiores.

Tipo insertado.

Servicio de conducción.

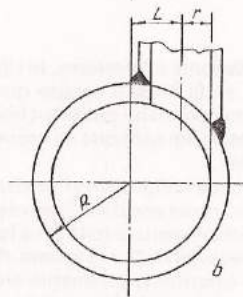
Para cálculo:

R.- Interior.

r.- Exterior para  $\theta$  de  $0^\circ$  a  $90^\circ$ .

Interior para  $\theta$  de  $90^\circ$  a  $180^\circ$ .

$$L = R(\text{int.}) - r(\text{int.}).$$



Tangente a diáms. interiores.

Tipo cabalgado.

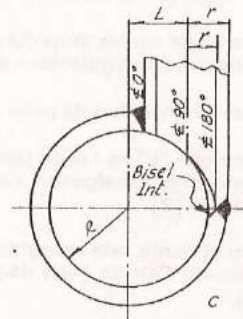
Servicio de conducción.

Para cálculo:

R.- Exterior.

r.- Interior.

$$L = R(\text{int.}) - r(\text{int.}).$$



Tangente a diáms. exteriores.

Tipo insertado.

Servicio de conducción.

Para cálculo:

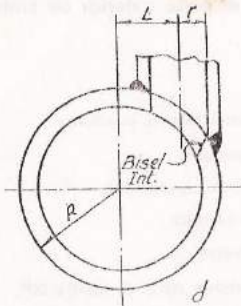
R.- Interior.

r.- Exterior para  $\theta$  de  $0^\circ$  a  $90^\circ$ .

Interior para  $\theta$  de  $90^\circ-01'$  a  $180^\circ$ .

$$L = R(\text{ext.}) - r(\text{ext.}).$$

Continúa



Tangente a Diáms. exteriores.  
 Tipo cabalgado.  
 Para conducción y estructural.  
 Para cálculo:  
 R.- Exterior.  
 r.- Interior.  
 $L = R(\text{ext.}) - r(\text{ext.})$

Fig. 93 Diferentes tipos de injertos.

El escoger un inyecto tangencial a diámetros exteriores o interiores, lo rige la característica que requiera el fluido manejado en la línea o equipo que se trabaja. Son raros, pero hay servicios que cuando operan no permiten bolsas de gases atrapadas; ni cuando drenan, baches de líquidos que no escurran debido a escalonamientos internos de la tubería.

No todos los escalonamientos internos de los tubos entrapan el producto, esto va en relación del sentido del flujo, así como el del escalón. Si en el piso del tubo éste es hacia arriba, no drenarán los líquidos, pero lo hará si es hacia abajo. Cuando el fluido es gaseoso el concepto se invierte. Como norma, debe seleccionarse el inyecto tangencial a diámetros exteriores, solamente en los remotos casos que trate de evitarse el entrapamiento del fluido, es recomendable que sea a diámetros interiores.

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de los injertos que cubre este Módulo, deben observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- Este módulo cubre solamente los Casos en que "L" es mayor que "r" exterior si el inyecto es insertado, o "r" interior si es cabalgado. Cuando resulta menor, calcular la platilla con el Módulo **9**.
- c.- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más recogido del ranal; correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $0^\circ$  y termina en  $180^\circ$  (Ver cuadro **1** en fig. 94).

d.- La cantidad de proyecciones que deben calcularse será el equivalente a la mitad del número total de pasos, más uno. El complemento tiene valores similares aunque ordenadas simétricamente.

e.- Para calcular la plantilla de la boca de este tipo de inyecto ver el Módulo **6**.

SECUELA ANALITICA

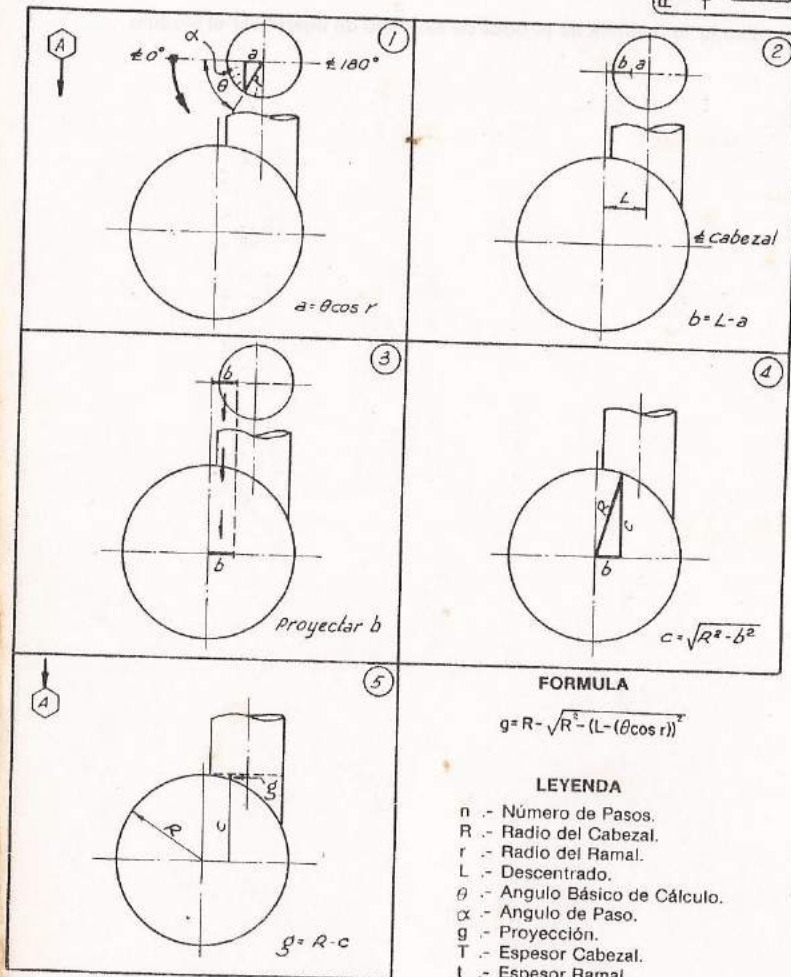


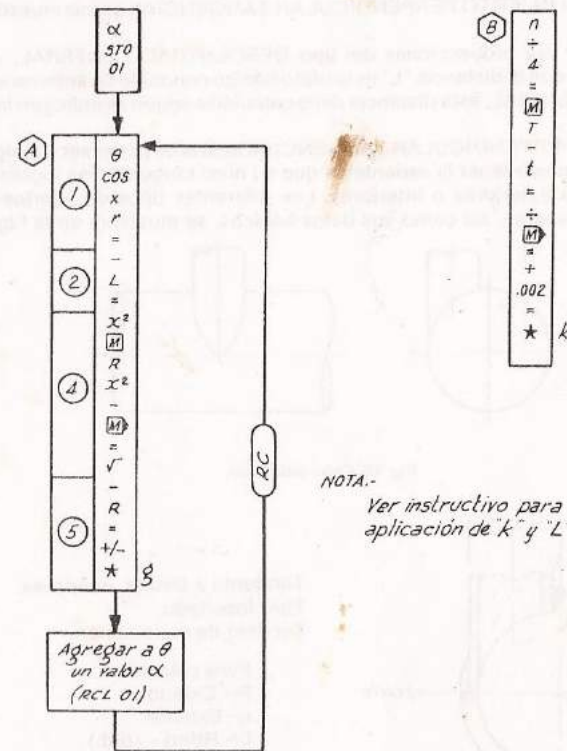
Fig. 94

PROGRAMAS



PROYECCIONES

FACTOR "k"



NOTA -  
 Ver instructivo para la aplicación de "k" y "L".

Fig. 95

**INJERTO PERPENDICULAR  
DESCENTRADO LATERAL**

**BOCA**



**INSTRUCTIVO**

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable al INJERTO PERPENDICULAR TANGENCIAL que se muestra en la Fig. 96

Para calcular las proyecciones del tipo DESCENTRADO LATERAL, debe considerarse que la distancia "L" es un dato básico conocido de antemano. En el tipo TANGENCIAL, esta distancia debe calcularse según se indica en la Fig. 97.

El INJERTO PERPENDICULAR TANGENCIAL aparte de poder ser cabalgado o insertado, puede tener la variante de que su nivel tangencial se localice en los diámetros exteriores o interiores. Los diferentes tipos de injertos que pueden combinarse, así como sus datos básicos, se muestran en la Fig. 97.

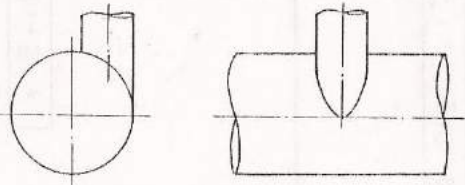
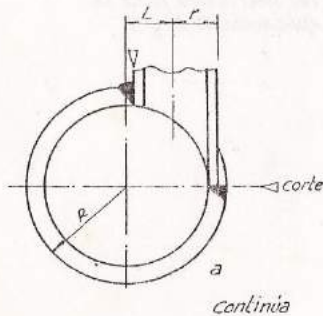
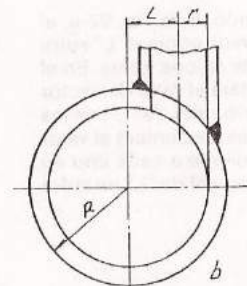


Fig. 96 Caso adicional.



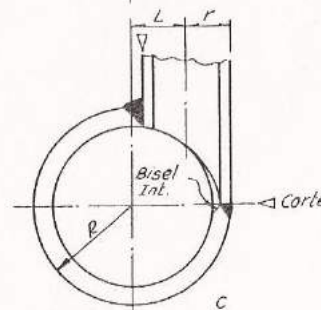
Tangente a Diáms. interiores.  
Tipo insertado.  
Servicio de conducción.

Para cálculo:  
R.- Exterior.  
r.- Exterior.  
 $L = R(\text{int}) - r(\text{int}).$



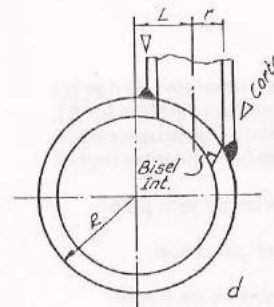
Tangente a Diáms. interiores.  
Tipo cabalgado.  
Servicio de conducción.

Para cálculo:  
R.- Exterior.  
r.- Interior.  
 $L = R(\text{int}) - r(\text{int}).$



Tangente a Diáms. exteriores.  
Tipo insertado.  
Servicio de conducción.

Para cálculo:  
R.- Exterior.  
r.- Exterior.  
 $L = R(\text{ext}) - r(\text{ext}).$



Tangente a Diáms. exteriores.  
Tipo cabalgado.  
Servicio de conducción y estructural.

Para cálculo:  
R.- Exterior.  
r.- Interior.  
 $L = R(\text{ext}) - r(\text{ext}).$

Fig. 97 Diferentes tipos de injertos.

En el hemisferio sur, y únicamente en el injerto mostrado en la Fig. 97-a, al calcular la primera proyección (programa  $\textcircled{C}$ ), la distancia original "L" sufre un incremento equivalente a la diferencia del espesor de ambos tubos. En el cálculo de la segunda proyección, a esa suma se le restará el valor del factor "Q" obtenido en el programa  $\textcircled{E}$ , que equivaldrá al nuevo valor de "L"; en los subsiguientes cálculos, a los saldos de dicha suma se les descontará el valor del factor "Q" para obtener la distancia "L" correspondiente a cada uno de ellos. En el hemisferio norte (programa  $\textcircled{D}$ ), el valor original de "L" no sufre alteraciones.

Ejemplo:

Con los siguientes valores básicos:

"L" original = 120 mm.  
 Espesor del cabezal = 20 mm  
 Espesor del ramal = 8 mm.  
 Factor "Q" = 2 mm.

Se obtendrán los resultados:

Proyecciones	"L"
1ra. (20-8)+120	= 132 mm.
2da. 132-2	= 130 mm.
3ra. 130-2	= 128 mm.
etc.	

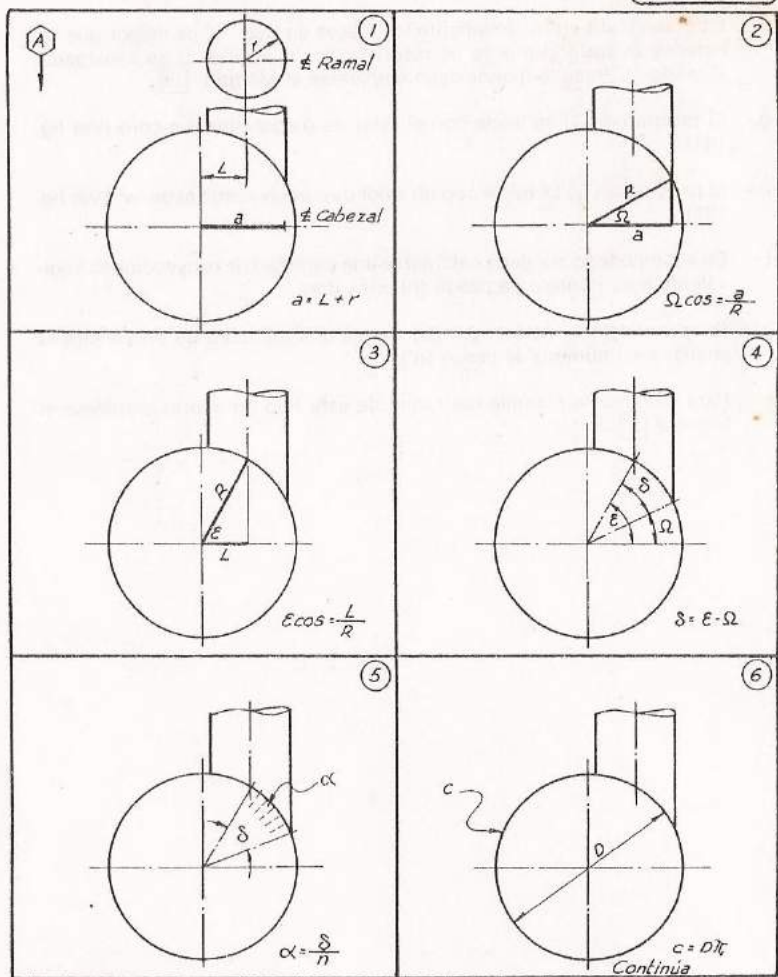
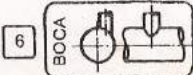
El escoger un injerto tangencial a diámetros exteriores o interiores, lo rige las condiciones y características que se comentan en la literatura del Módulo  $\textcircled{5}$ . Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de los injertos que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- El número de pasos de cada hemisferio puede ser par o non.
- c.- Cada hemisferio puede llegar a tener diferente número de pasos.
- d.- El trazo de la primera proyección se localizará en la parte inferior de la plantilla (Ver. fig. 99)

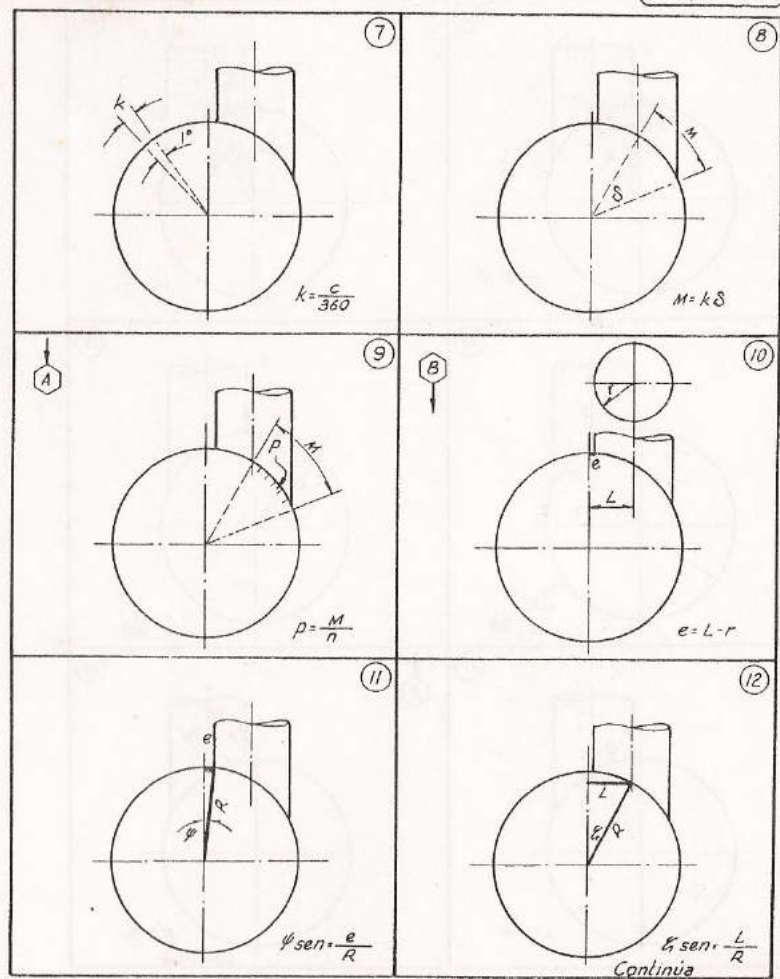
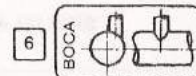
e.-  
f.-  
g.-  
h.-  
i.-  
j.-  
k.-

- e.- Los valores obtenidos corresponden a medias proyecciones y se trazarán perpendicularmente del eje mayor de la plantilla (Ver. fig. 99).
- f.- Esta literatura cubre solamente los Casos en que "L" es mayor que "r" exterior cuando el injerto es insertado, o "r" interior si es cabalgado. Cuando "L" resulta menor debe emplearse el Módulo  $\textcircled{10}$ .
- g.- El programa  $\textcircled{C}$  se inicia con el valor de  $\theta$  equivalente a cero (Ver fig. 101).
- h.- El programa  $\textcircled{D}$  se inicia con un valor de  $\theta$  equivalente al de  $\alpha'$  (Ver fig. 101).
- i.- En el hemisferio sur debe calcularse una cantidad de proyecciones equivalente a su número de pasos (n), más uno.
- j.- En el hemisferio norte debe calcularse una cantidad de proyecciones similar a su número de pasos (n').
- k.- Para calcular la plantilla del ramal de este tipo de injerto empleese el Módulo  $\textcircled{5}$ .

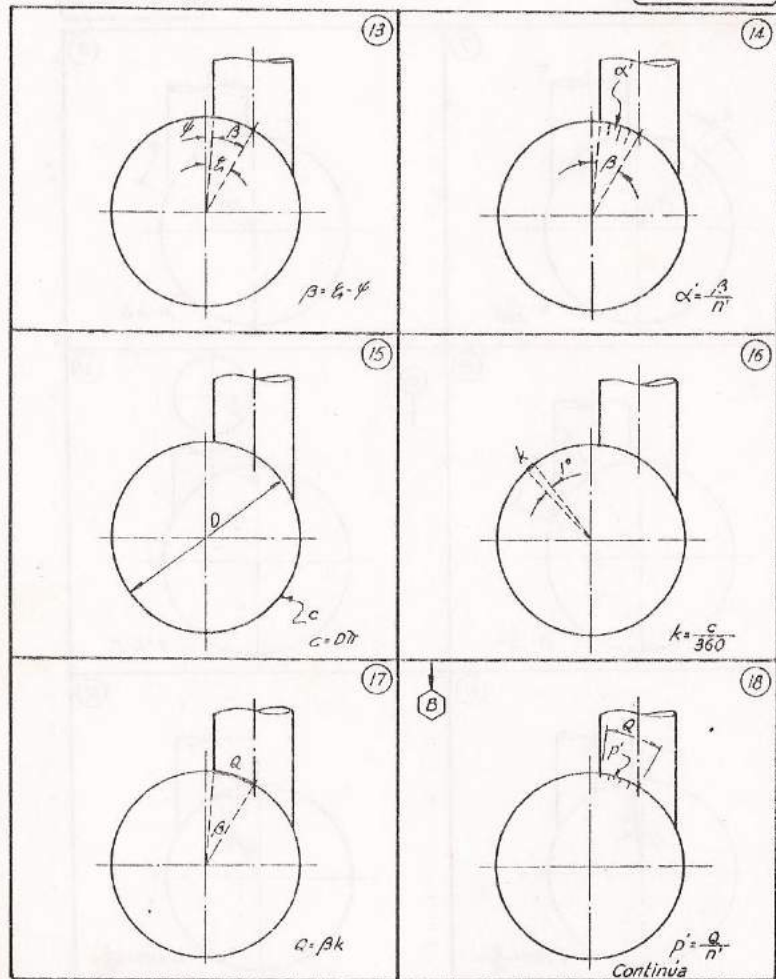
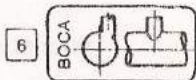
SECUELA ANALITICA



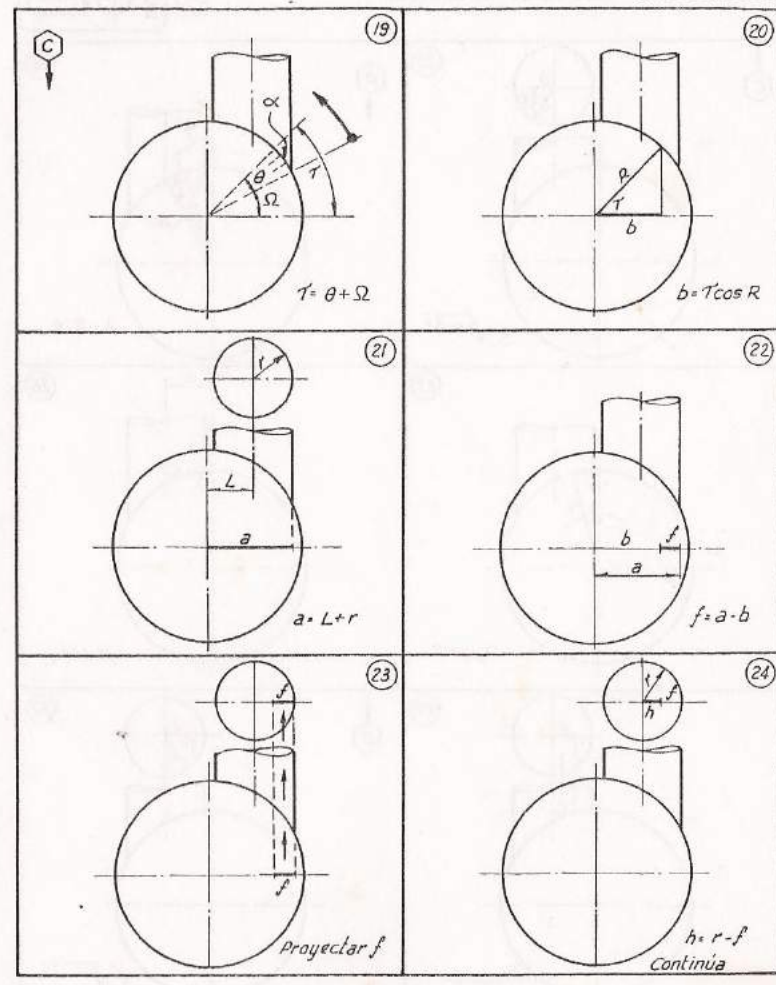
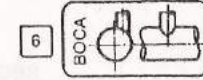
SECUELA ANALITICA



SECUELA ANALITICA



SECUELA ANALITICA





SECUELA ANALITICA

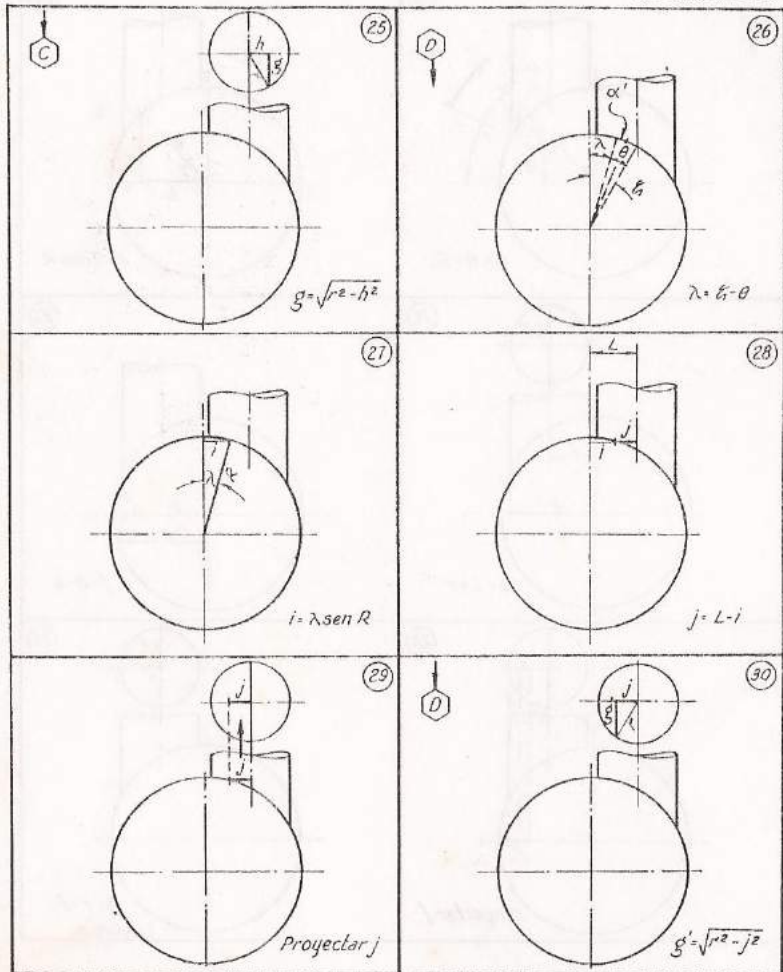
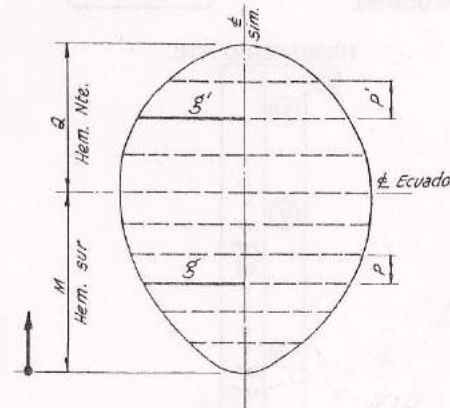
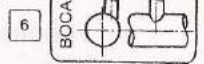


Fig. 98

SECUELA ANALITICA



PLANTILLA

Fig. 99

LEYENDA

- R - Radio del Cabezal
- r - Radio del Ramal
- D - Diámetro del Cabezal
- L - Descentrado
- $\delta$  - Ang. de Desarrollo Hem. Sur.
- $\beta$  - Ang. de Desarrollo Hem. Nte.
- $\alpha$  - Paso Angular Hem. Sur.
- $\alpha'$  - Paso Angular Hem. Nte.
- M - Desarrollo de Hem. Sur.
- Q - Desarrollo de Hem. Nte.
- p - Paso Long. de Hem. Sur.
- p' - Paso Long. de Hem. Nte.
- t - Espesor del Cabezal.
- t' - Espesor del Ramal.
- g - Media Proyección en Hem. Sur.
- g' - Media Proyección en Hem. Nte.
- $\theta$  - Angulo Básico de Cálculo.
- n - Número de Pasos en Hem. Sur.
- n' - Número de Pasos en Hem. Nte.

FORMULAS COMPLETAS

(SIN REDUCCIONES)

$$\Omega \cos = \frac{L+r}{R}$$

$$\alpha = \frac{\epsilon - \Omega}{n}$$

$$M = (\epsilon - \Omega) \frac{DT}{360}$$

$$p = \frac{M}{n}$$

$$\psi \text{ sen} = \frac{L-r}{R}$$

$$\epsilon \text{ sen} = \frac{L}{R}$$

$$\beta = \epsilon - \psi$$

$$\alpha' = \frac{\epsilon - \psi}{n}$$

$$Q = \beta \frac{DT}{360}$$

$$p' = \frac{Q}{n'}$$

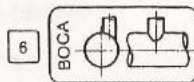
$$g = \sqrt{r^2 - (r - (L+r - ((\Omega + \theta) \cos R)))^2}$$

$$g' = \sqrt{r^2 - (L - ((\epsilon - \theta) \text{sen} R))^2}$$

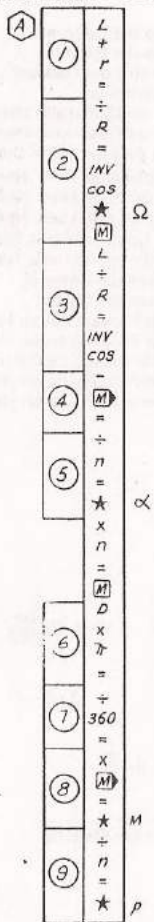
$$g = \sqrt{r^2 - (r - (L+r - ((\Omega + \theta) \cos R)))^2}$$

$$g' = \sqrt{r^2 - (L - ((\epsilon - \theta) \text{sen} R))^2}$$

PROGRAMAS  
DESARROLLO Y PASO LONGITUDINAL



HEISFERIO SUR



HEISFERIO NTE.

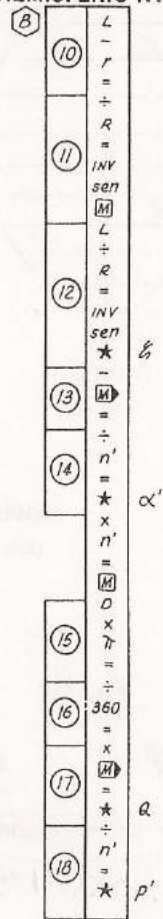


Fig. 100

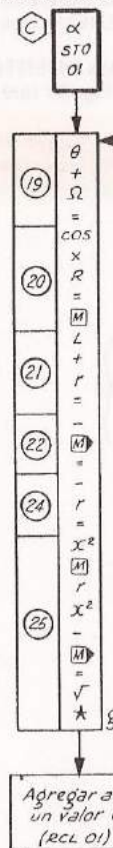
Continúa

PROGRAMAS

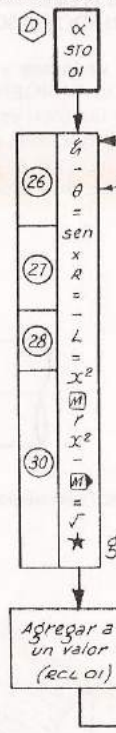


PROYECCIONES

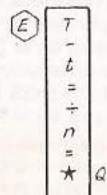
HEMISFERIO SUR



HEMISFERIO NORTE



FACTOR "Q"



Se inicia con el valor de α'

Agregar a θ un valor α' (recl 01)

Agregar a θ un valor α (recl 01)

Fig. 101

**INJERTO INCLINADO DESCENTRADO LATERAL  
RAMAL**



**INSTRUCTIVO**

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable al INJERTO INCLINADO DESCENTRADO TANGENCIAL que se muestra en la Fig. 102.

Para lo relacionado con tipos, variantes y datos básicos de los INJERTOS INCLINADOS DESCENTRADOS TANGENCIALES, véase la Fig. 93 que se muestra en el Módulo 5, que también es aplicable a éste.

Las plantillas que generan los programas de este Módulo se obtienen en el lado complementario, correspondiente al descartado del tubo, así como el trazo de las proyecciones se inicia en el centro y se incrementa hacia ambos lados (Ver fig. 103).

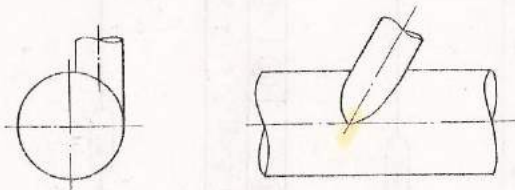


Fig. 102 Caso adicional.

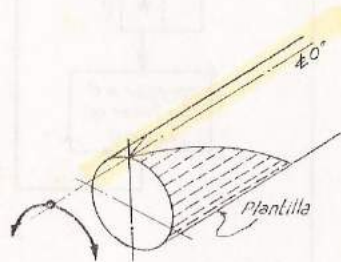


Fig. 103 Plantilla en área sobrante.

Esta característica simplifica los programas y no genera proyecciones con valores negativos susceptibles a crear confusiones, que resultaría si es empleado el sistema tradicional como a continuación se detalla.

Suponiendo la localización de  $\theta$  con un valor de cero en el extremo superior de la línea de contacto del ramal, y sobre ese punto localizada la línea de apoyo de las proyecciones (i-----i), además de orientar el giro de incremento angular únicamente hacia la derecha, se obtendrá una plantilla con una porción negativa inmediatamente después de  $0^\circ$  como se muestra en la Fig. 104.

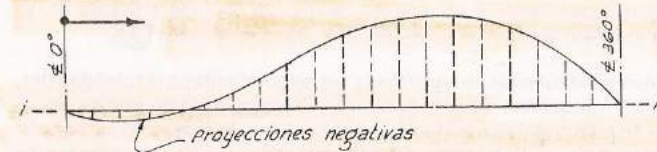


Fig. 104 Proyecciones negativas y positivas.

En este ejemplo es posible evitar las proyecciones negativas, corriendo hacia arriba la línea base de las proyecciones (i-----i) a una distancia razonable y arbitraria, que se muestra como (I-----I) en la Fig. 105-a, sin embargo, lo anterior no es recomendado debido a que alarga y complica el programa para calculadoras elementales, pero puede ser aceptable cuando se emplean calculadoras programables avanzadas de gran capacidad, pudiéndose llegar a lograr con ese equipo plantillas cuyo punto más bajo correspondiera a una proyección con valor cero, desplazando la línea base de proyecciones a ese nivel, también iniciar su cálculo y trazo en uno de sus extremos en el otro, además de localizar sus proyecciones en el lado aprovechable de la plantilla (Ver fig. 105-b).

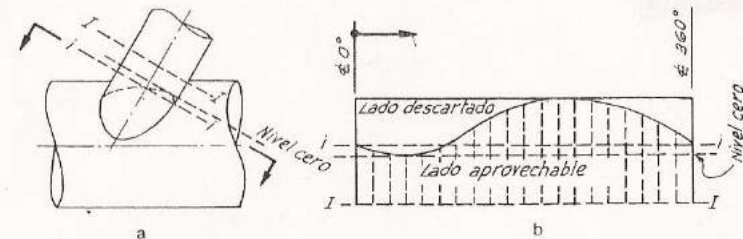
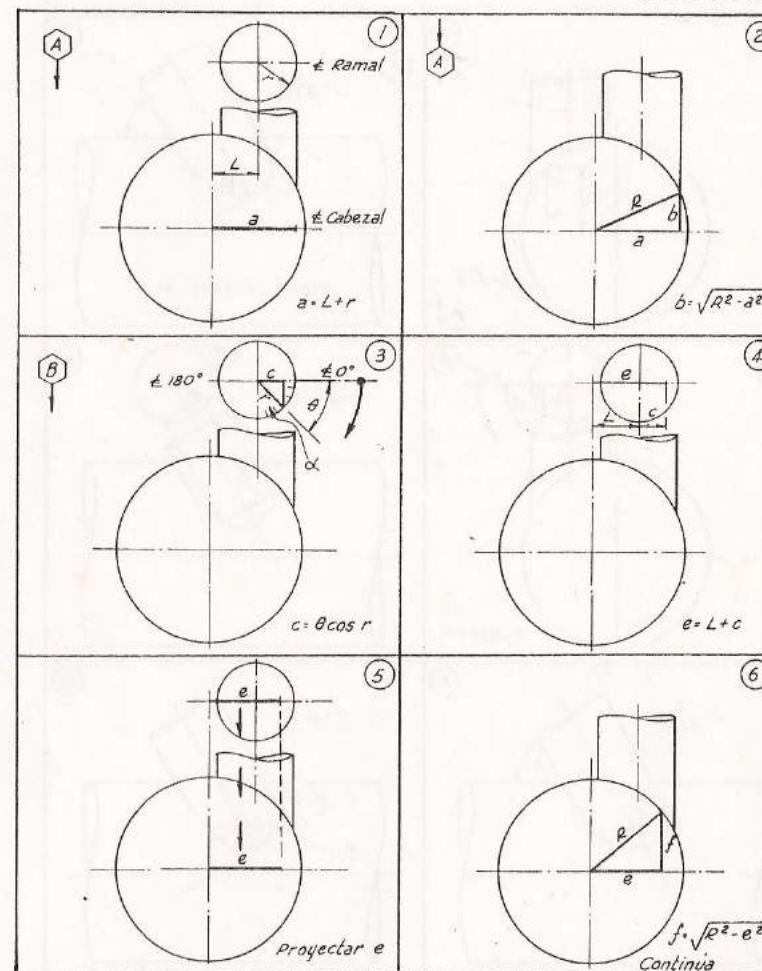
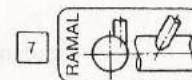


Fig. 105 Eliminación de proyecciones negativas.

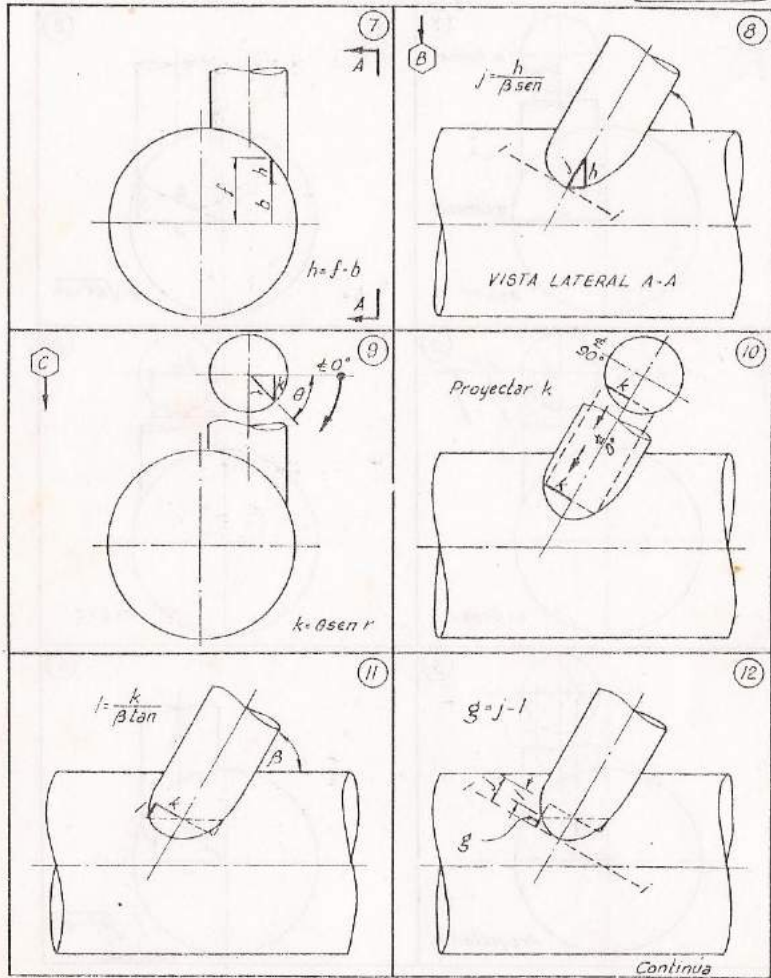
Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de los injertos que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- Esta literatura cubre solamente los casos en que "L" es mayor que "r" exterior si el injerto es insertado, o "r" interior si es cabalgado. Cuando "L" es menor debe emplearse el Módulo **[11]**.
- c.- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más bajo del eje del ramal, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $0^\circ$ , y termina en el nivel superior con  $180^\circ$  (Ver fig. 106, cuadro **(3)**).
- d.- Se requieren calcular las proyecciones correspondientes a la totalidad del desarrollo. Aunque los valores angulares de cálculo ( $\theta$ ) se inician en el centro y se incrementan hacia ambos lados, desde  $0^\circ$  hasta  $180^\circ$ , abarcan la totalidad de la circunferencia, ya que cada valor genera dos proyecciones finales, una incrementada y la otra contraída que corresponden una a cada lado (Ver fig. 107).
- e.- Los valores "j" y "l" obtenidos en los programas **(B)** y **(C)** respectivamente (Ver fig. 108), se relacionan entre sí para obtener "g" y "g'" cuando se originan de un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) similar, y obviamente, de la misma proyección preliminar.
- f.- El programa **(A)** debe calcularse solamente una vez.
- g.- Si el injerto está inclinado hacia el lado opuesto, la plantilla se calculará con el rumbo aquí indicado, pero se enrollará al tubo para su trazo, por la cara opuesta.
- h.- Para calcular la plantilla de la boca de este tipo de injerto empléese el Módulo **[8]**.

SECUELA ANALITICA



SECUELA ANALITICA



SECUELA ANALITICA

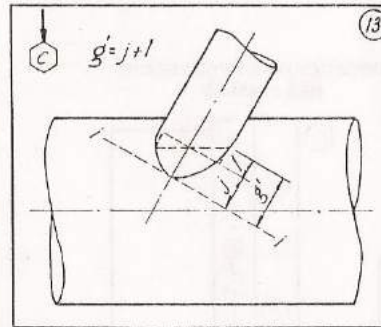


Fig. 106

FORMULAS COMPLETAS

$$b = \sqrt{R^2 - (L+r)^2}$$

$$j = \frac{\sqrt{R^2 - ((\theta \cos r) + L)^2} - b}{\beta \text{sen}}$$

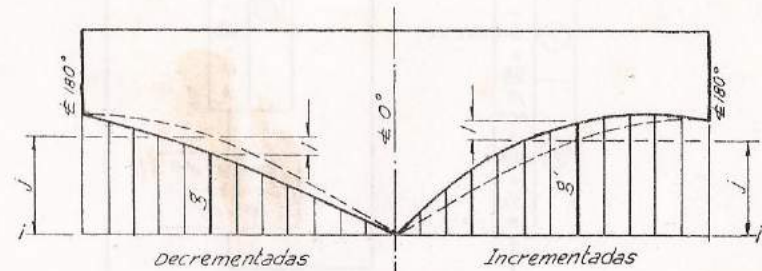
$$l = \frac{\theta \text{sen } r}{\beta \text{tan}}$$

$$g = j - l$$

$$g' = j + l$$

LEYENDA

- R.- Radio del Cabezal.
- r.- Radio del Ramal.
- L.- Descentrado.
- b.- Nivel Base Inferior.
- $\theta$ .- Angulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$ .- Angulo de Paso.
- j.- Proyección Preliminar.
- j-l.- Línea de Apoyo de Proyecciones.
- l.- Correcciones.
- g'- Proyecciones Incrementadas.
- g.- Proyecciones Recogidas.



PLANTILLA  
Fig. 107

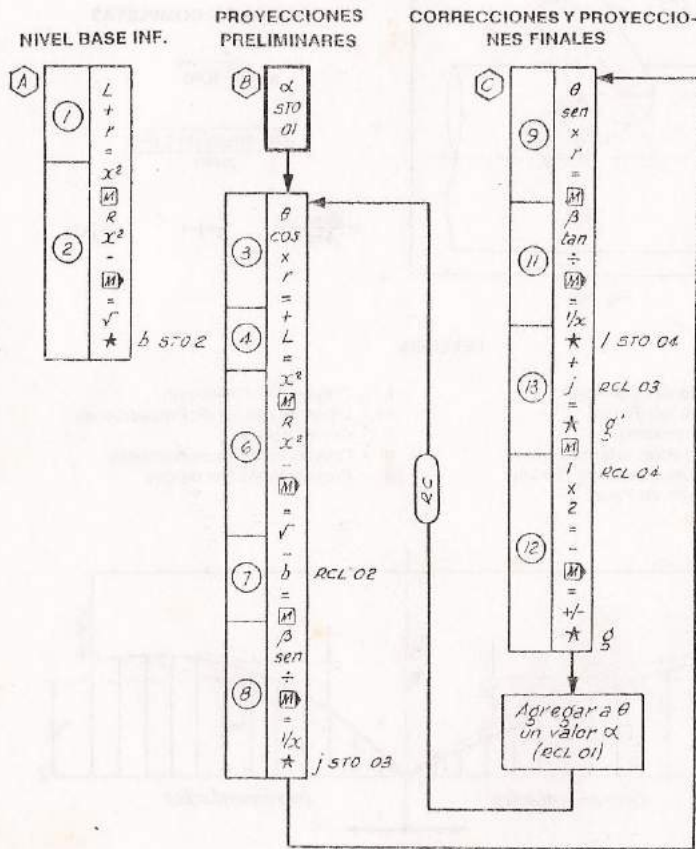
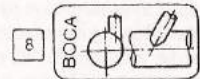


Fig. 108



INSTRUCTIVO

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable al INJERTO INCLINADO LATERAL TANGENCIAL que se muestra en la Fig. 109.

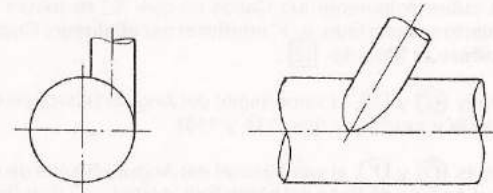


Fig. 109 Caso adicional.

Para lo relacionado con tipos, variantes y datos básicos de los INJERTOS INCLINADOS LATERALES TANGENCIALES, véase la Fig. 97 que se muestra en el Módulo [6], que también es aplicable a éste. Para obtener los resultados de las proyecciones finales se sugiere elaborar una tabla, según se indica en la Núm. 1; en la primera columna listar verticalmente los valores de los Angulos Básicos de Cálculo ( $\theta$ ) que vayan a emplearse. Suponiendo que el Angulo de Paso del hemisferio sur vale  $7^\circ$  y el del norte  $8^\circ$ , se tendría:

TABLA I

HEMISFERIO SUR					HEMISFERIO NTE.				
$\theta$	$h$	$s$	$\frac{G}{h+s}$	$\frac{G'}{h-s}$	$\theta$	$h'$	$s'$	$\frac{G'}{h-s'}$	$\frac{G}{h+s'}$
0					8				
7					16				
14					24				
21					32				

Se continúa por calcular "h" para el hemisferio sur y "h'" para el norte, usando respectivamente los programas (C) y (D) (Ver fig. 114), y listando los valores obtenidos en los niveles correspondientes de la segunda columna; posteriormente, se calcula "s" para el hemisferio sur y "s'" para el norte, empleando respectivamente los programas (E) y (F) (Ver fig. 115), listando los datos obtenidos en la tercera columna; por último, para obtener los valores de las proyecciones finales "g", "g'", "G" y "G'", se siguen las indicaciones que aparecen en las cabezas de las columnas correspondientes. Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de los injertos que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- Esta literatura cubre solamente los Casos en que "L" es mayor que "r" exterior si el injerto es insertado, o "r" interior si es cabalgado. Cuando "L" es menor empléese el Módulo (12).
- c.- En los programas (C) y (E), el valor inicial del Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) corresponde a cero (Ver figs. 114 y 115).
- d.- En los programas (D) y (F), el valor inicial del Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) equivale al Angulo de Paso del hemisferio norte ( $\alpha'$ ) (Ver figs. 114 y 115).
- e.- Las proyecciones se inician en el polo del hemisferio sur y terminan en el del norte (Ver fig. 112).
- f.- El trazo de las proyecciones se basa sobre una línea normal y perpendicular al cabezal que cruza el centro del ramal en el punto donde hace contacto con aquel (Ver cuadro (43) de la Fig. 111).
- g.- En las dos primeras y dos últimas proyecciones, se obtienen valores similares pero con diferente signo.
- h.- Las proyecciones con valores negativos se trazarán en sentido opuesto a las positivas.
- i.- Cada hemisferio puede tener diferente número de pasos.
- j.- El número de pasos de cada hemisferio puede ser par o non.
- k.- Si el injerto es tangencial, considerar si lo es a diámetros interiores o exteriores.

- l.- Se obtienen los valores de todas y cada una de las proyecciones localizadas en ambos lados del eje normal (Ver fig. 112).
- m.- En el hemisferio sur debe calcularse una cantidad de proyecciones equivalente a su número de pasos (n), más uno. En el correspondiente al norte, una cantidad similar a su número de pasos (n').
- n.- Si el ramal del injerto está inclinado hacia el lado opuesto, la plantilla deberá presentarse al tubo por la cara opuesta al ejecutarse su trazo, pero calculándose con el rumbo aquí indicado (Ver fig. 110).
- o.- Para calcular la plantilla del ramal de este injerto, empléese el Módulo (7).

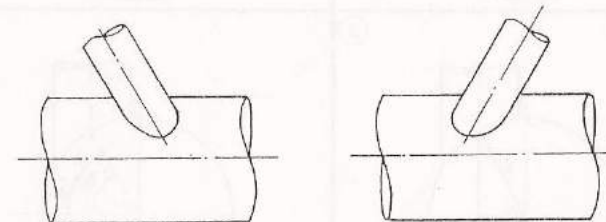
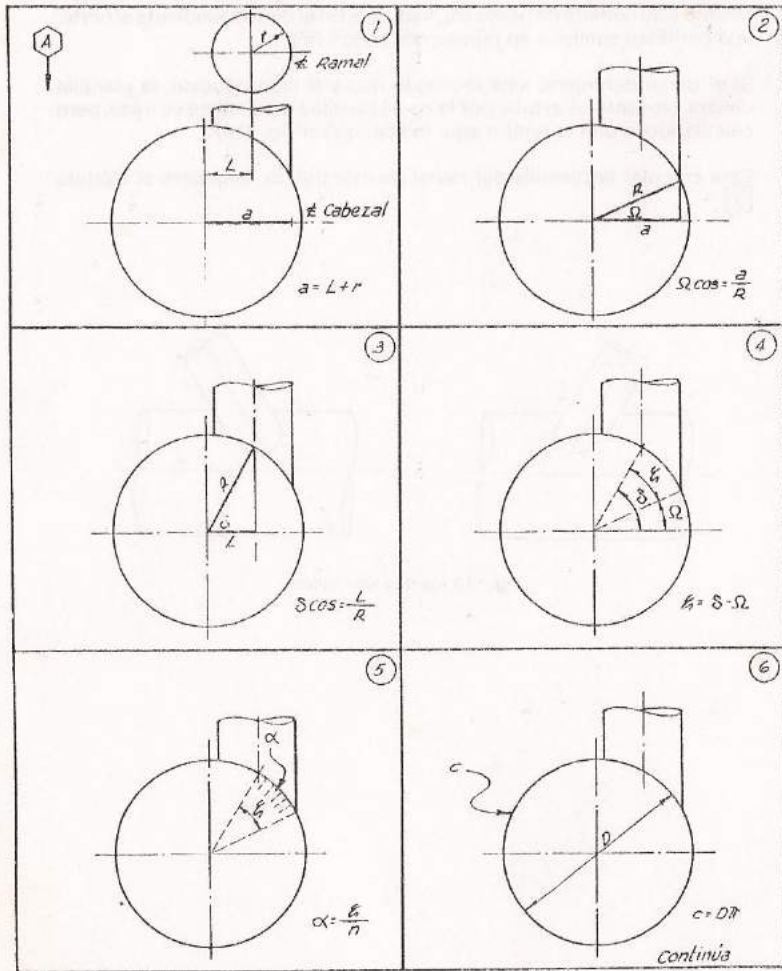
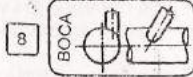
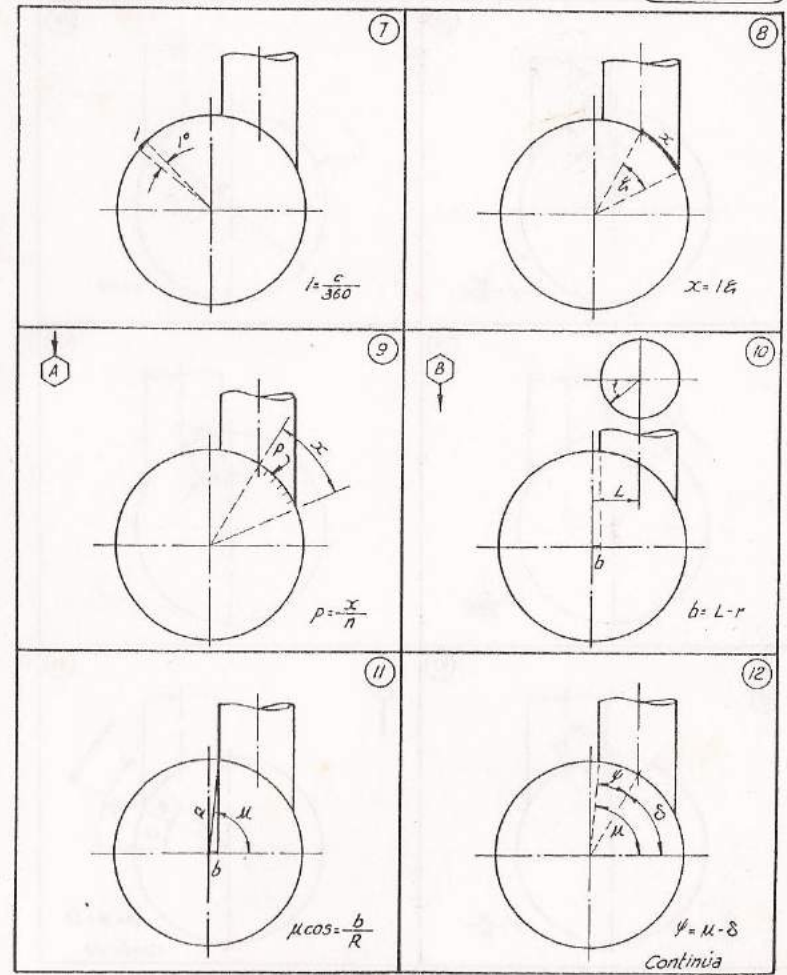
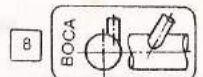


Fig. 110 Injertos simétricos.

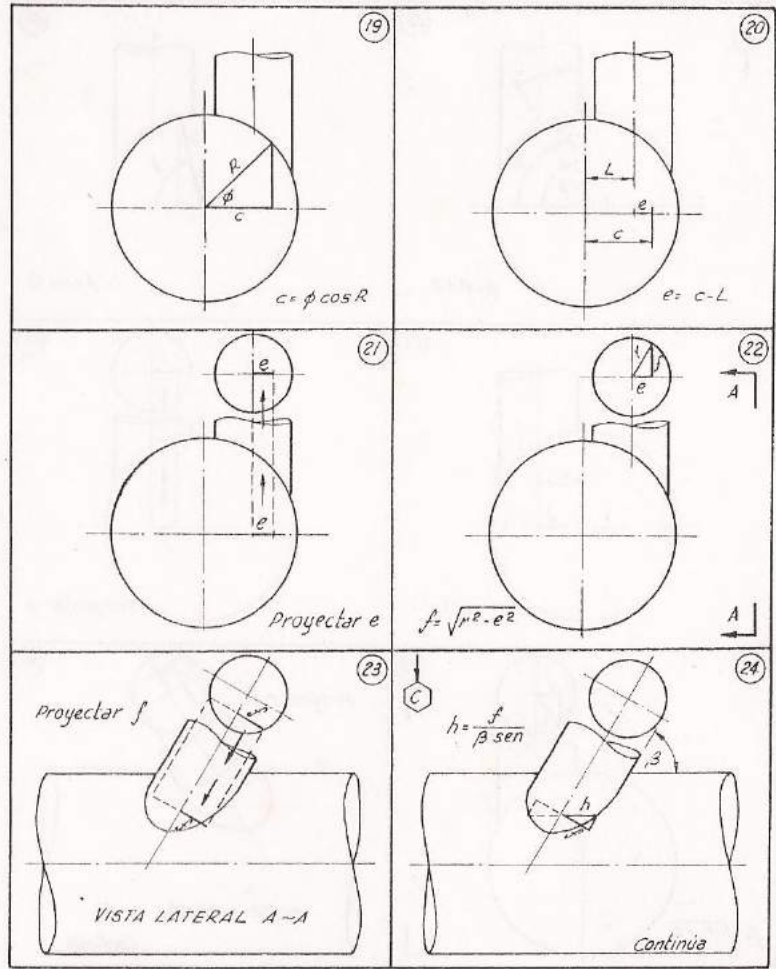
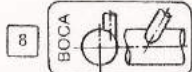
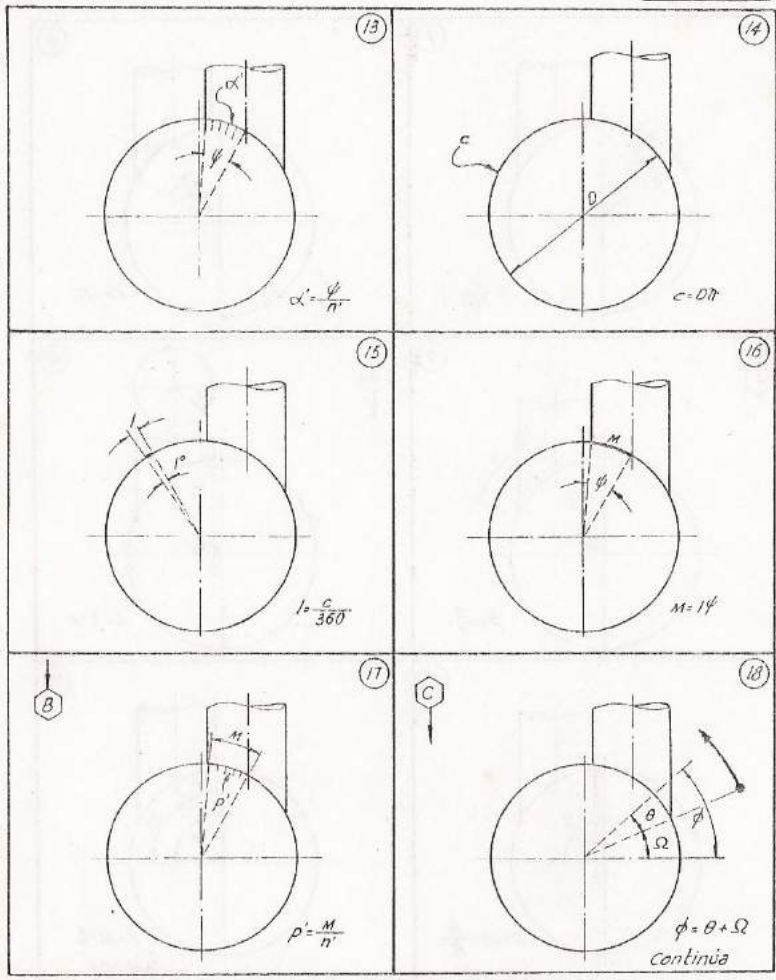
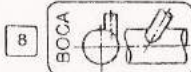
SECUELA ANALITICA

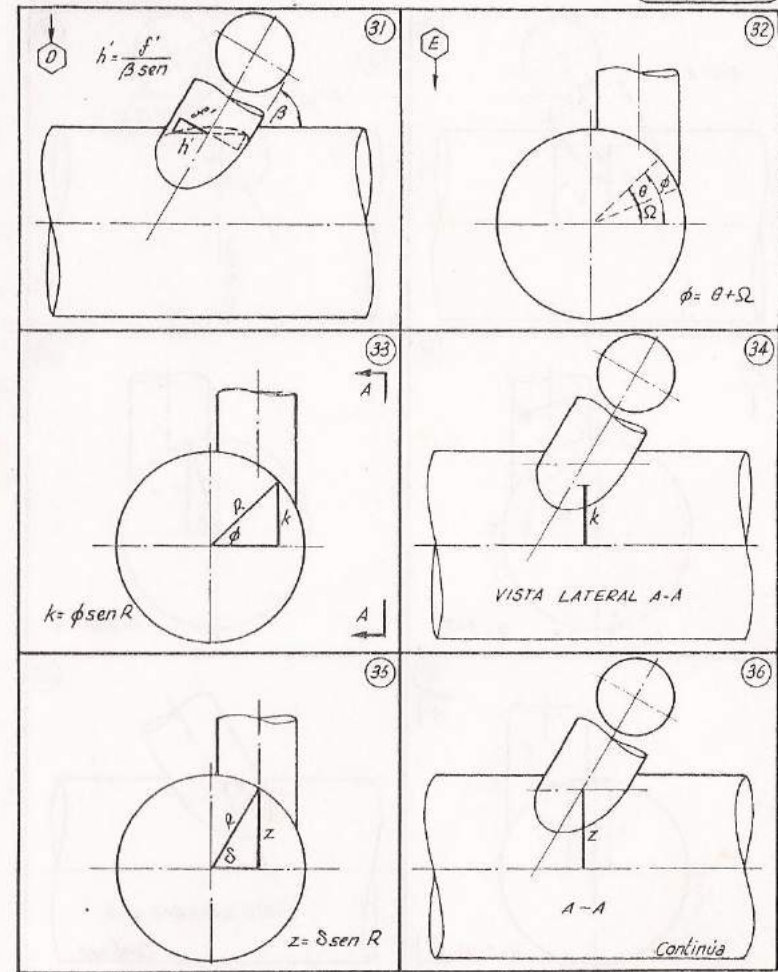
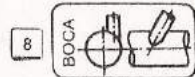
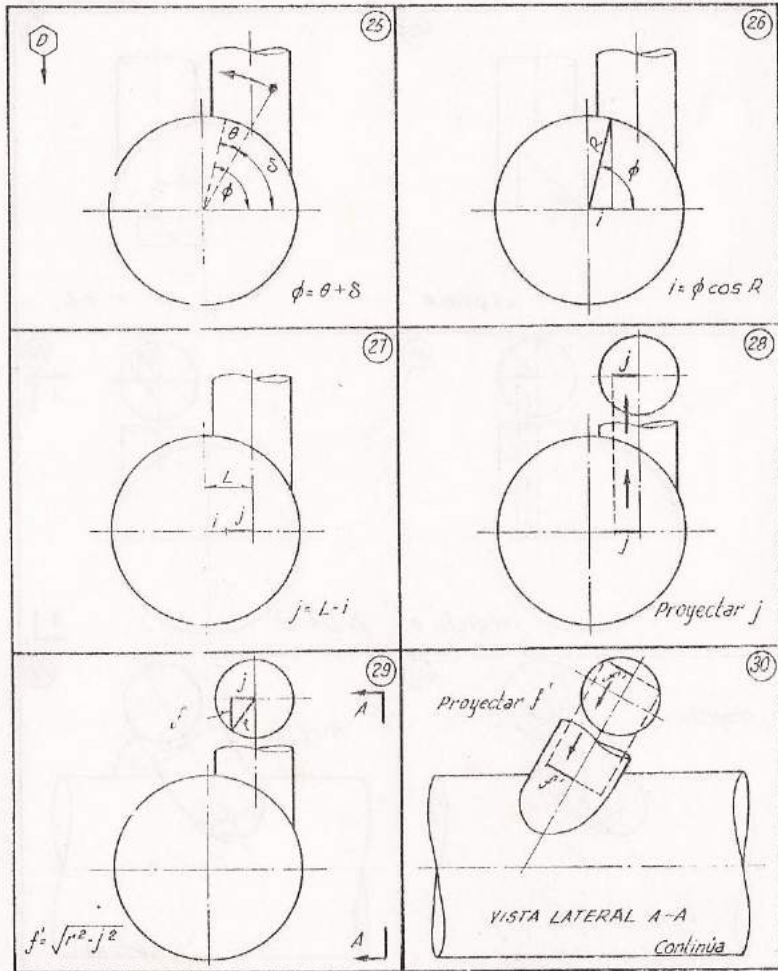


SECUELA ANALITICA









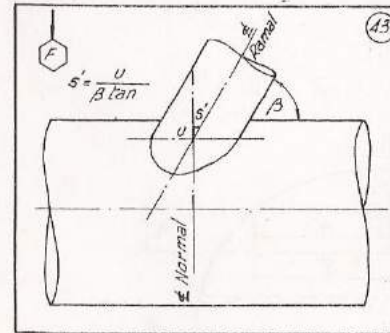
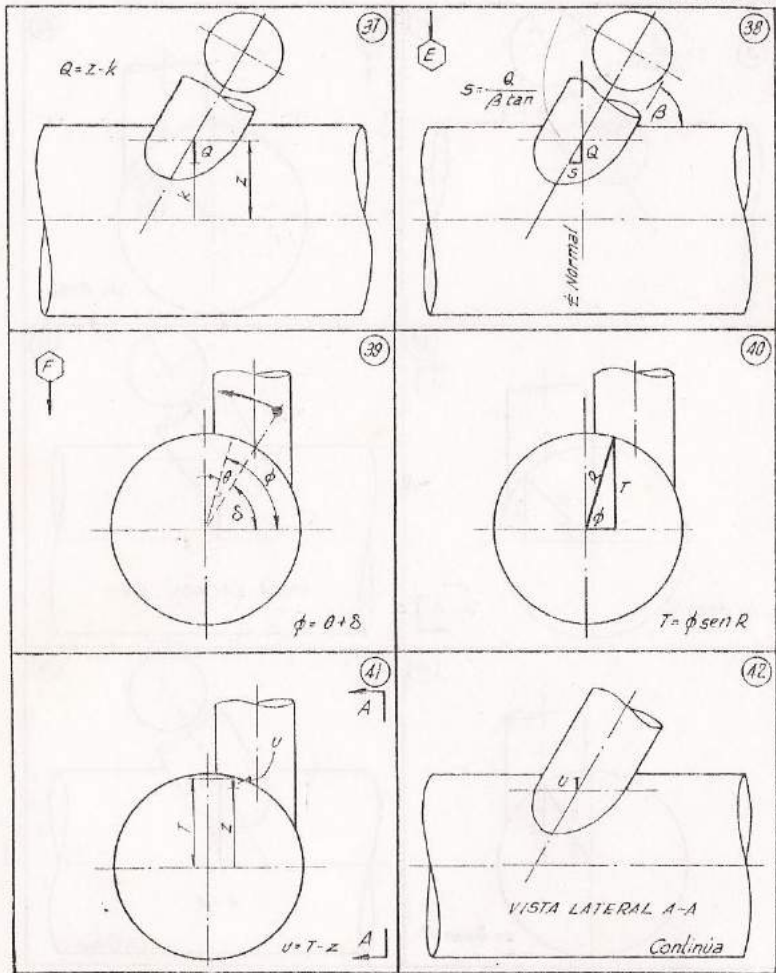


Fig. 111

LEYENDA

- $\beta$  - Angulo Int. Inclinación del Ramal.
- D - Diámetro del Cabezal.
- R - Radio del Cabezal.
- r - Radio del Ramal.
- L - Descentrado.
- $\delta$  - Angulo Inferior a  $\angle$  del Ramal.
- $\alpha$  - Angulo de Paso en Hemisferio Sur.
- $\alpha'$  - Angulo de Paso en Hemisferio Norte.
- $\mathcal{X}$  - Desarrollo del Hemisferio Sur.
- p - Paso Long. en Hemisferio Sur.
- n - Núm. de Pasos en Hemisferio Sur.
- $\alpha'$  - Angulo de Paso en Hemisferio Norte.
- M - Desarrollo en Hemisferio Norte.
- p' - Paso Long. en Hemisferio Nte.
- n' - Núm. de Pasos en Hemisferio Norte.
- $\theta$  - Angulo Básico de Cálculo (Inicial).
- $\phi$  - Angulo Básico Total.
- h - Proyección Preliminar Hemisferio Sur.
- h' - Proyección preliminar Hem. Nte.
- s - Corrección Hem. Sur.
- s' - Corrección Hemisferio Norte.
- g - Proyección Menor Hemisferio Norte.
- g' - Proyección Mayor Hemisferio Norte.
- G - Proyección Menor Hemisferio Sur.
- G' - Proyección Mayor Hemisferio Sur.

FORMULAS

$$\Omega \cos = \frac{L+r}{R} \quad \delta \cos = \frac{L}{R} \quad \alpha = \frac{\delta - \Omega}{n}$$

$$x = \frac{D\tau}{360} (\delta - \Omega) \quad p = \frac{x}{n}$$

$$\mu \cos = \frac{L-r}{R} \quad \alpha' = \frac{\mu - \delta}{n'} \quad M = \frac{D\tau}{360} (\mu - \delta)$$

$$p' = \frac{M}{n'} \quad h = \frac{\sqrt{r^2 - ((\Omega + \theta) \cos R) - L)^2}}{\beta \text{sen}}$$

$$h' = \frac{\sqrt{r^2 - (L - ((\theta + \delta) \cos R))^2}}{\beta \text{sen}}$$

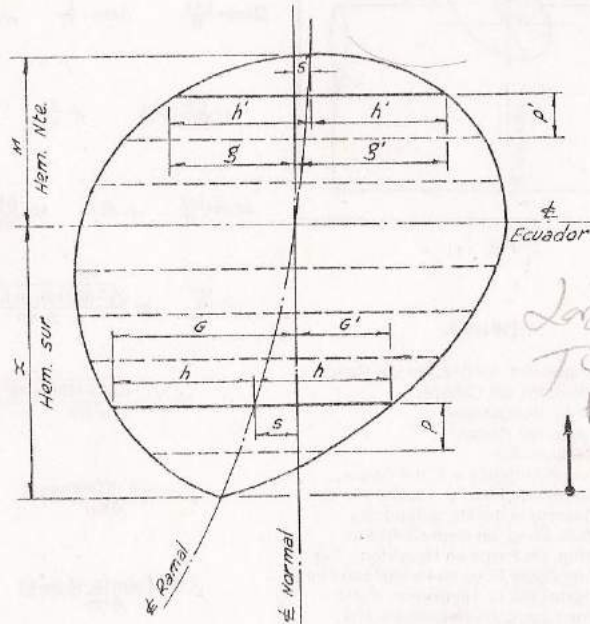
$$s = \frac{\delta \text{sen } R - ((\Omega + \theta) \text{sen } R)}{\beta \tan}$$

$$s' = \frac{((\theta + \delta) \text{sen } R) - (\delta \text{sen } R)}{\beta \tan}$$

$$g = h' - s' \quad g' = h' + s'$$

$$G = h + s \quad G' = h - s$$

7  
4 ordenadas



Longo del Tubo

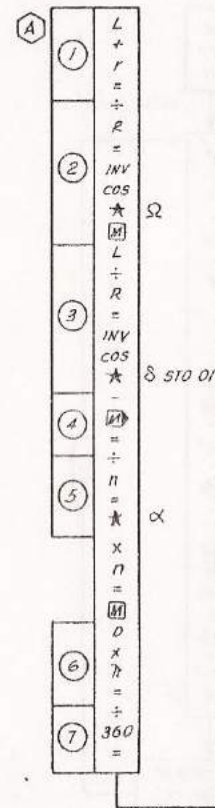
PLANTILLA

Fig. 112



DESARROLLO Y PASO LONGITUDINAL

HEMISFERIO SUR



HEMISFERIO NORTE

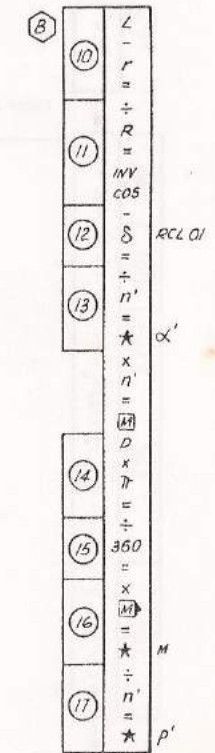
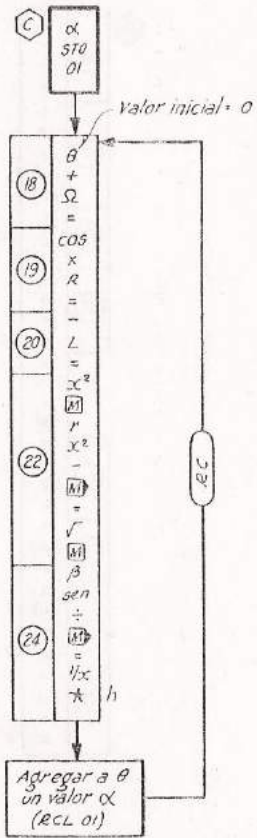


Fig. 113



PROYECCIONES PRELIMINARES

HEMISFERIO SUR



HEMISFERIO NORTE

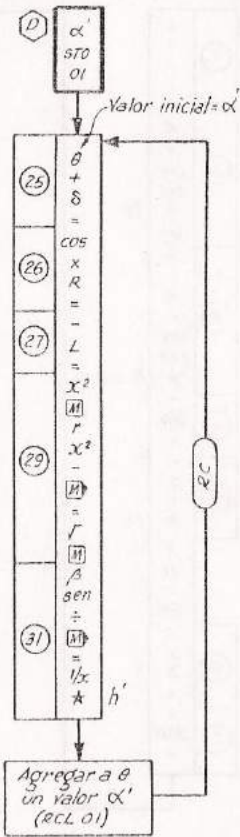
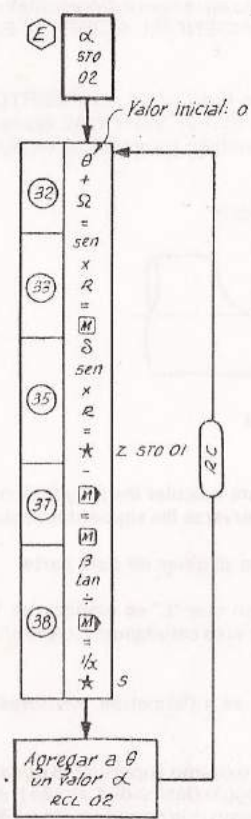


Fig. 114



CORRECCIONES

HEMISFERIO SUR



HEMISFERIO NORTE

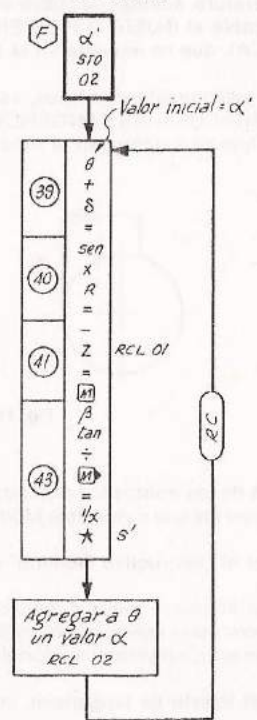
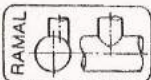


Fig. 115

**INJERTO PERPENDICULAR DESCENTRADO  
SOBRE EL EJE VERTICAL  
RAMAL**

9



**INSTRUCTIVO**

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable al INJERTO PERPENDICULAR TANGENCIAL SOBRE EL EJE VERTICAL que se muestra en la Fig. 116.

Para lo relacionado con tipos, variantes y datos básicos de los INJERTOS PERPENDICULARES TANGENCIALES SOBRE EL EJE VERTICAL véase la Fig. 93 que se muestra en el Módulo 5, que también es aplicable en éste.

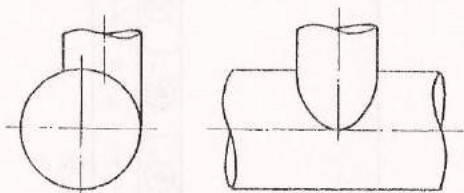
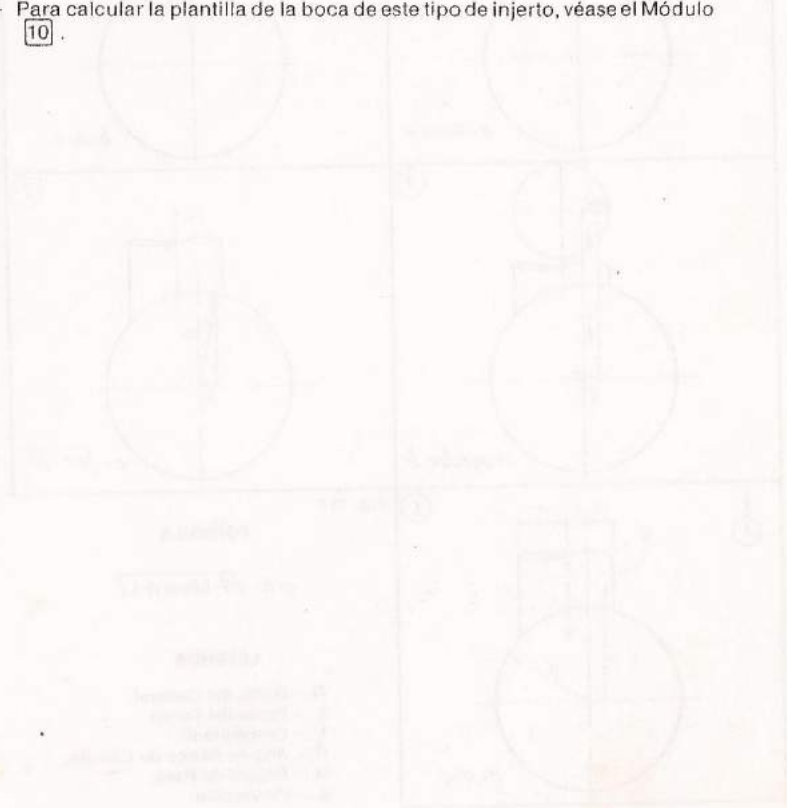


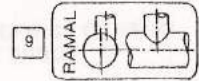
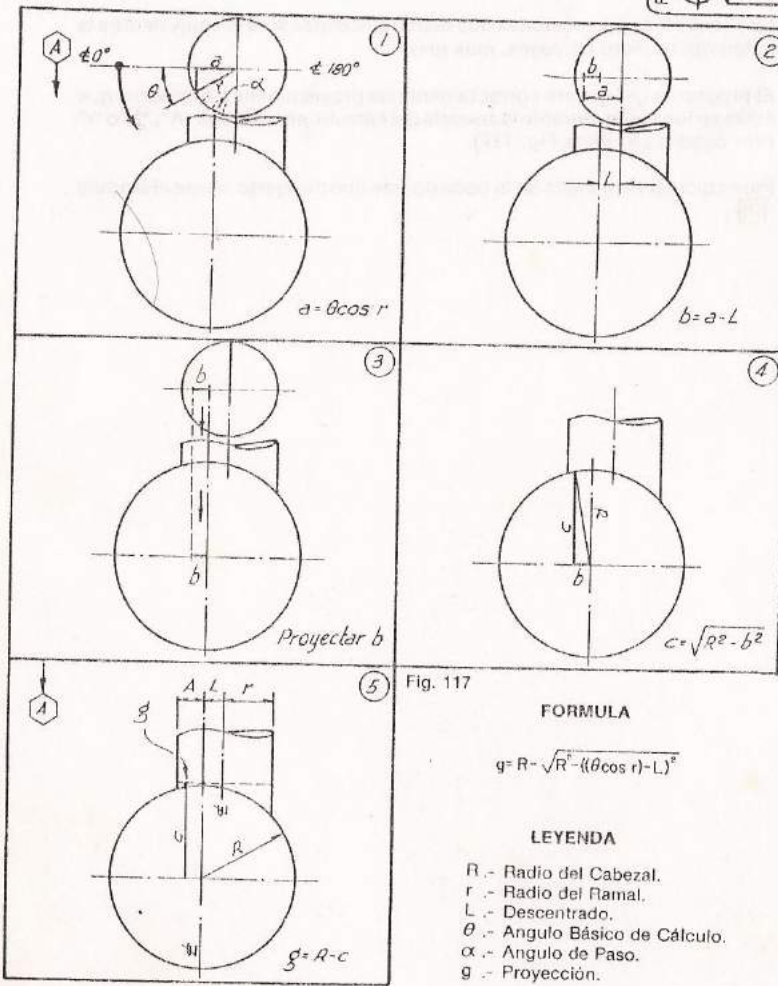
Fig. 116 Caso adicional.

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de los injertos que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- Esta literatura cubre solamente los Casos en que "L" es menor que "r" exterior si el injerto es insertado, o "r" interior si es cabalgado. Cuando "L" es mayor, empléese el Módulo 5.
- Si el injerto es tangencial, considerar si lo es a diámetros interiores o exteriores.
- El cálculo de las proyecciones se inicia en el extremo superior del ramal y sobre el eje vertical, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $0^\circ$  y termina en el extremo inferior del mismo que corresponde a  $180^\circ$  (Ver cuadro 1 en Fig. 117).

- Solamente se requiere calcular las proyecciones de la mitad de la plantilla; el complemento tiene valores similares, aunque ordenados simétricamente.
- La cantidad de proyecciones que deben calcularse será el equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.
- El programa A genera correctamente las proyecciones sin importar que éstas se localicen, durante la secuela del cálculo, en las áreas "A", "L" o "r" (Ver cuadro 5 de la Fig. 117).
- Para calcular la plantilla de la boca de este tipo de injerto, véase el Módulo 10.





PROYECCIONES

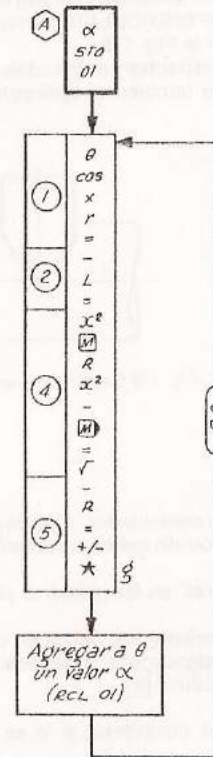
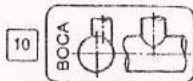


Fig. 118

**INJERTO PERPENDICULAR DESCENTRADO  
SOBRE EL EJE VERTICAL  
BOCA**



**INSTRUCTIVO**

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable al INJERTO PERPENDICULAR TANGENCIAL SOBRE EL EJE VERTICAL que se muestra en la Fig. 119. Para lo relacionado con tipos, variantes y datos básicos, véase la Fig. 97 que se muestra en el Módulo [6], que también es aplicable a éste.

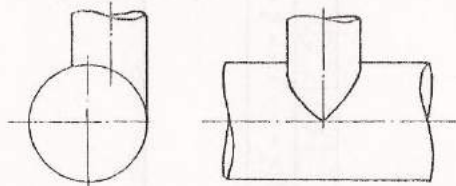


Fig. 119 Caso Adicional.

Aparte de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de los injertos que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

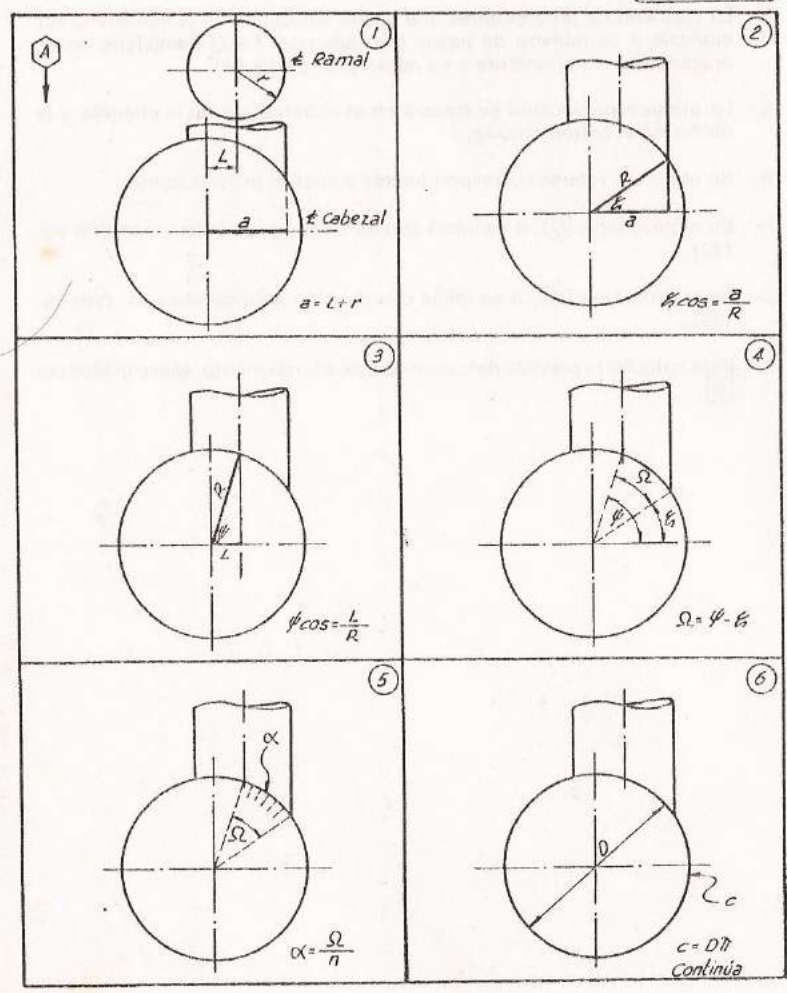
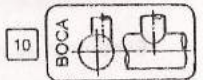
- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- Esta literatura cubre solamente los Casos en que "L" es menor que "r" interior si el injerto es cabalgado, o "r" exterior si es insertado. Cuando "L" es mayor, empléese el Módulo [6].
- c.- Si el injerto es tangencial, considerar si lo es a diámetros interiores o exteriores.

- d.- Cada hemisferio puede tener distinto número de pasos.
- e.- El número de pasos de cada hemisferio puede ser par o non.
- f.- La cantidad de proyecciones que deben calcularse en el hemisferio sur equivale a su número de pasos (n), más uno. En el hemisferio norte, únicamente al equivalente a su número de pasos (n').
- g.- La primera proyección se trazará en el extremo sur de la plantilla, y la última en el extremo norte.
- h.- Se obtienen valores correspondientes a medias proyecciones.
- i.- En el programa  $\odot$ ,  $\theta$  se inicia con un valor equivalente a cero (Ver fig. 122).
- j.- En el programa  $\odot$ ,  $\theta$  se inicia con un valor equivalente a  $\alpha'$  (Ver fig. 122).
- k.- Para calcular la plantilla del ramal de este tipo de injerto, véase el Módulo [9].

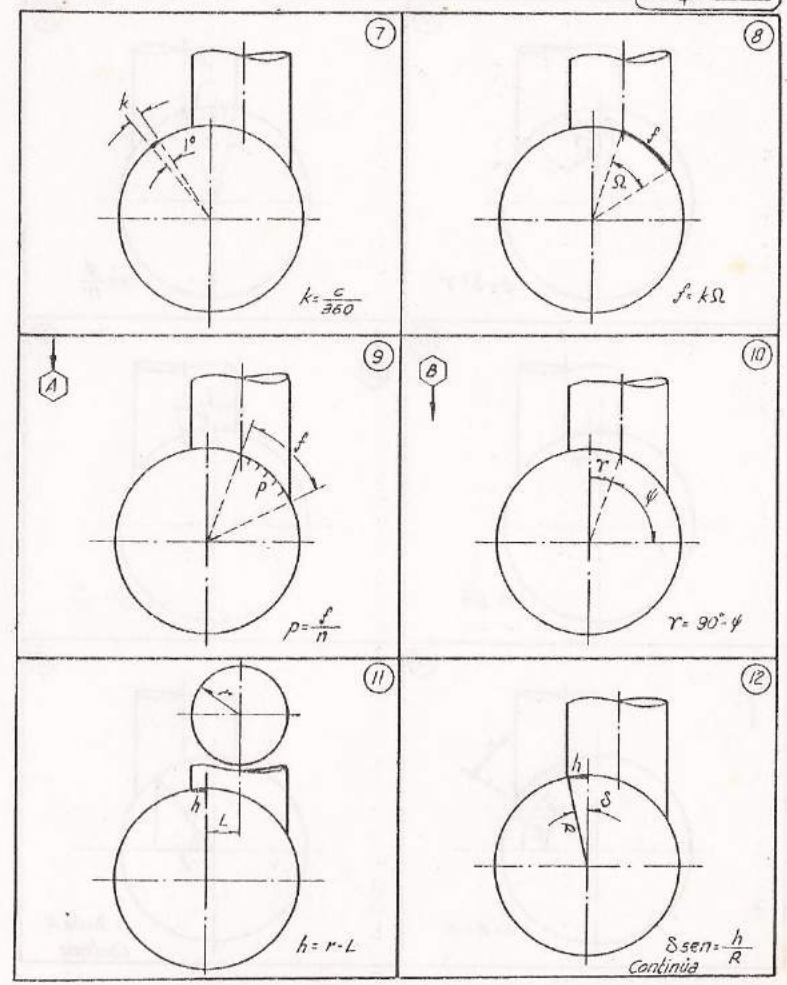
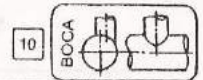




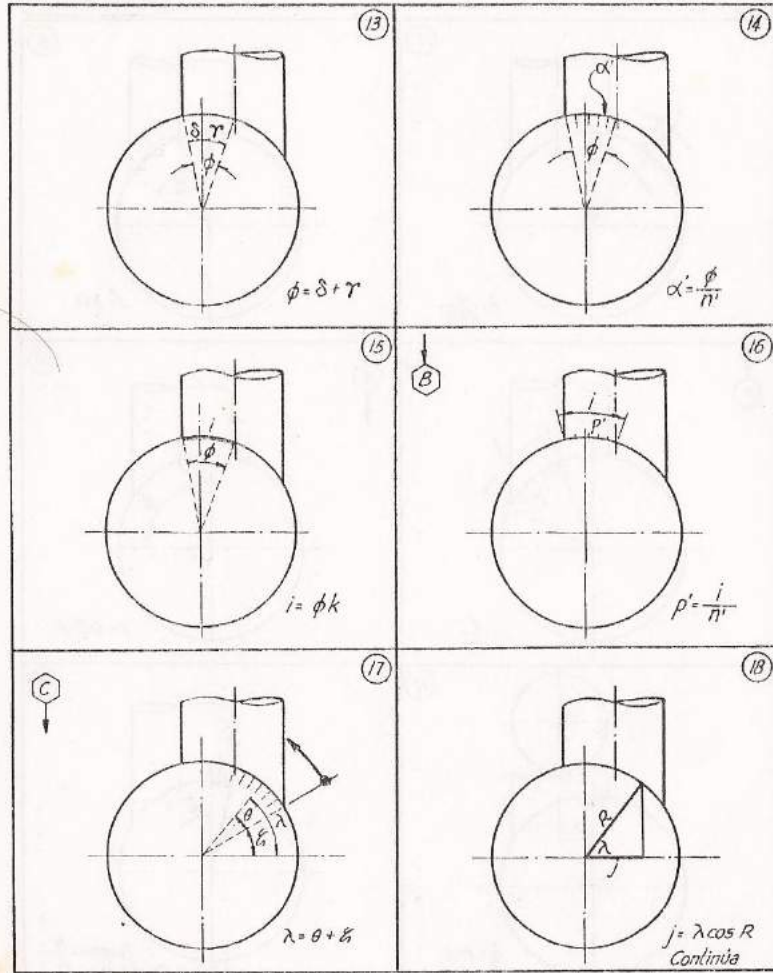
SECUELA ANALITICA



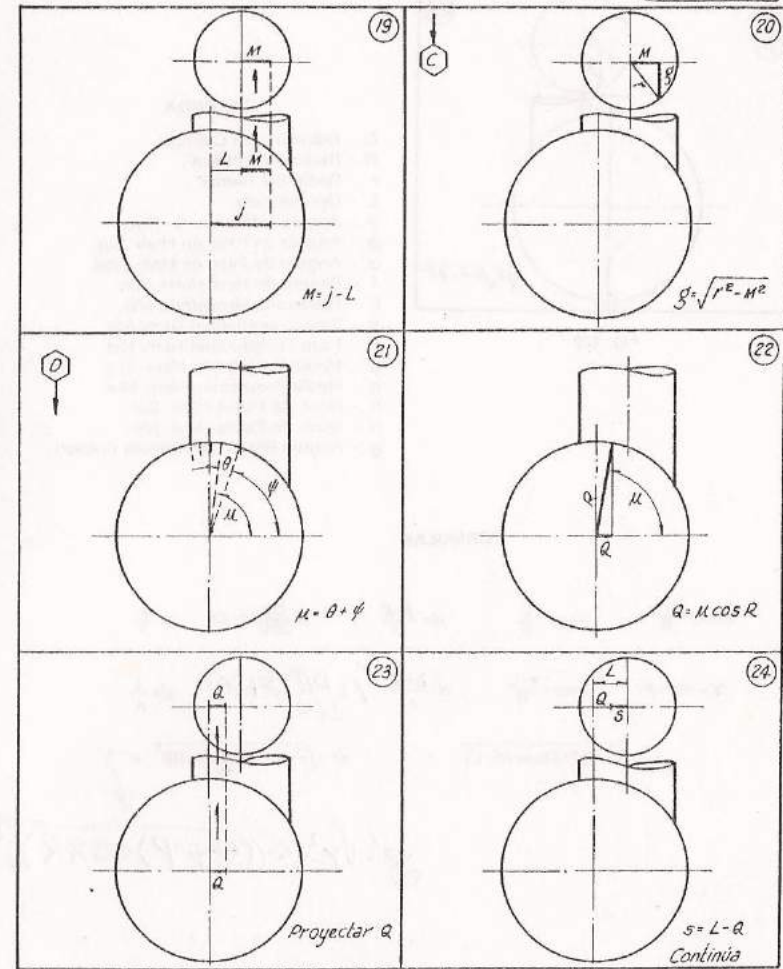
SECUELA ANALITICA



SECUELA ANALITICA



SECUELA ANALITICA



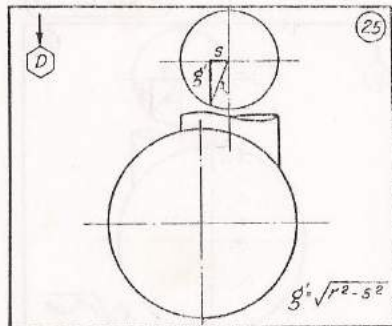


Fig. 120

LEYENDA

- D.- Diámetro del Cabezal.
- R.- Radio del Cabezal.
- r.- Radio del Ramal.
- L.- Descentrado.
- ψ.- Angulo Interior a 4 Hor.
- α.- Angulo de Paso en Hem. Sur.
- α'.- Angulo de Paso en Hem. Nte.
- f.- Desarrollo Hemisferio Sur.
- i.- Desarrollo Hemisferio Nte.
- p.- Paso Longitudinal Hem. Sur.
- p'.- Paso Longitudinal Hem. Nte.
- g.- Media Proyección Hem. Sur.
- g'.- Media Proyección Hem. Nte.
- n.- Núm. de Pasos Hem. Sur.
- n'.- Núm. de Pasos Hem. Nte.
- θ.- Angulo Básico de Cálculo (inicial).

FORMULAS

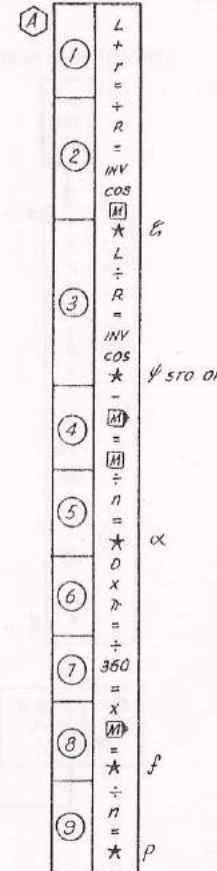
$$\begin{aligned}
 \epsilon \cos &= \frac{L+r}{R} & \psi \cos &= \frac{L}{R} & \alpha &= \frac{\psi - \epsilon}{n} & f &= \frac{D\pi}{360}(\psi - \epsilon) & p &= \frac{f}{n} \\
 \gamma &= 90^\circ - \psi & \delta \sin &= \frac{r-L}{R} & \alpha' &= \frac{\delta + \gamma}{n} & i &= \frac{D\pi}{360}(\delta + \gamma) & p' &= \frac{i}{n} \\
 g &= \sqrt{r^2 - ((\theta + \epsilon) \cos R) - L} & g' &= \sqrt{r^2 - (L - ((\theta + \delta) \cos R))}
 \end{aligned}$$

$$g' = \sqrt{r^2 - (L - ((\theta + \psi) \cos R))}^2$$



DESARROLLO Y PASO

HEMISFERIO SUR



HEMISFERIO NORTE

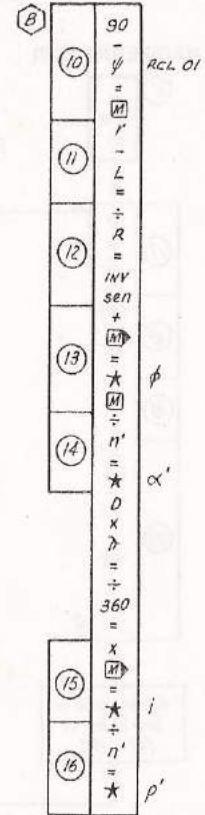
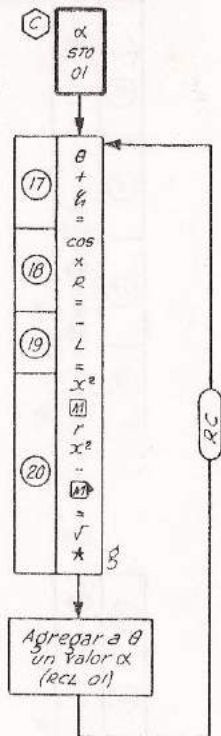


Fig. 121



PROYECCIONES

HEISFERIO SUR



HEMISFERIO NORTE

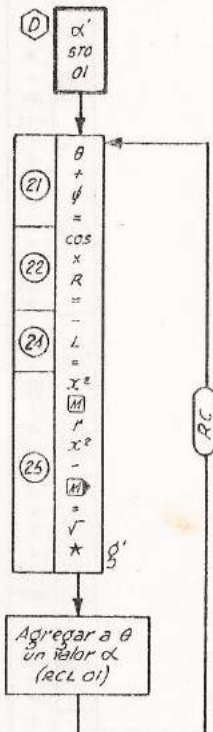


Fig. 122

INJERTO INCLINADO DESCENTRADO SOBRE EL EJE VERTICAL RAMAL



INSTRUCTIVO

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable al INJERTO INCLINADO DESCENTRADO TANGENCIAL SOBRE EL EJE VERTICAL que se muestra en la Fig. 123. Para lo relacionado con tipos, variantes y datos básicos de los INJERTOS INCLINADOS DESCENTRADOS TANGENCIALES SOBRE EL EJE VERTICAL véase la Fig. 93 que se muestra en el Módulo 5, que también es aplicable a éste.

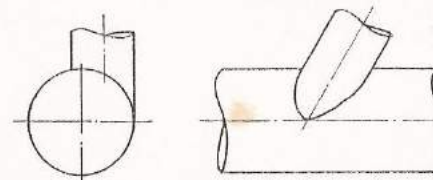


Fig. 123

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de los injertos que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

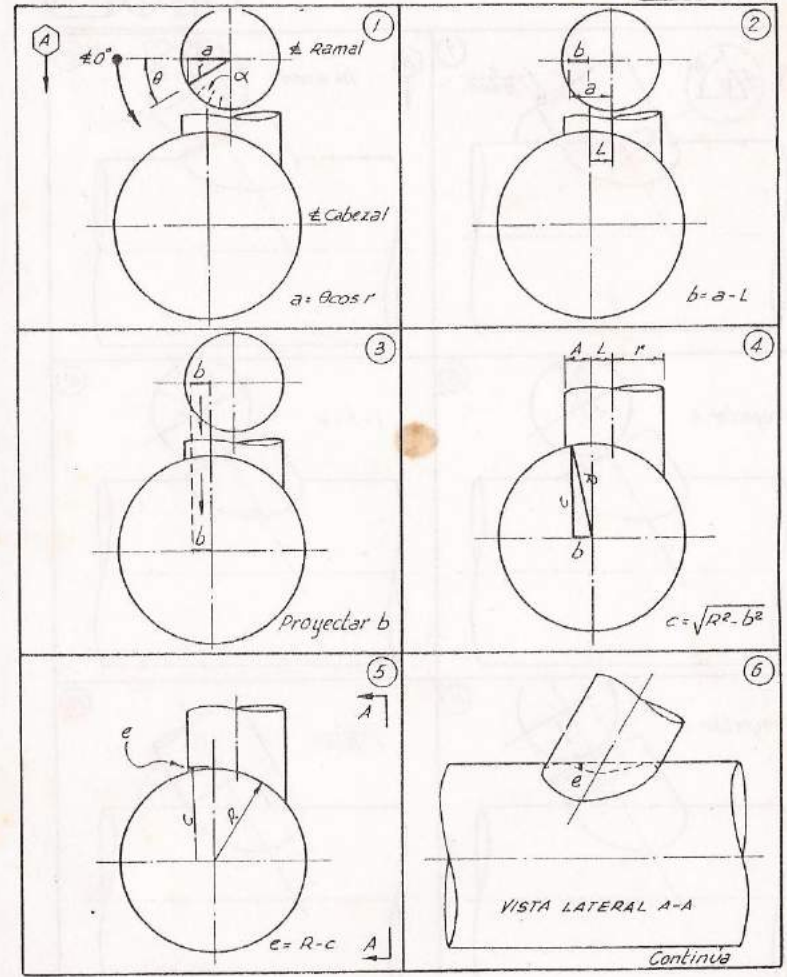
- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- Esta literatura cubre solamente los Casos donde "L" es menor que "r" exterior si el injerto es insertado, o "r" interior si es cabalgado. Cuando "L" sea mayor, empléese el Módulo 7.
- c.- El cálculo de las proyecciones se inicia en el extremo superior del ramal y sobre el eje del mismo, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( θ ) de 0°, y termina en el mismo punto con un valor de 360°.
- d.- Se requiere calcular la totalidad de las proyecciones.
- e.- La cantidad de proyecciones por calcularse, será el equivalente al número de pasos, más uno.

f.- Los programas **A** y **B** generan correctamente las proyecciones sin importar que se localicen en las áreas "A", o "L" o "r" (Ver cuadro **4**) de la Fig. 124).

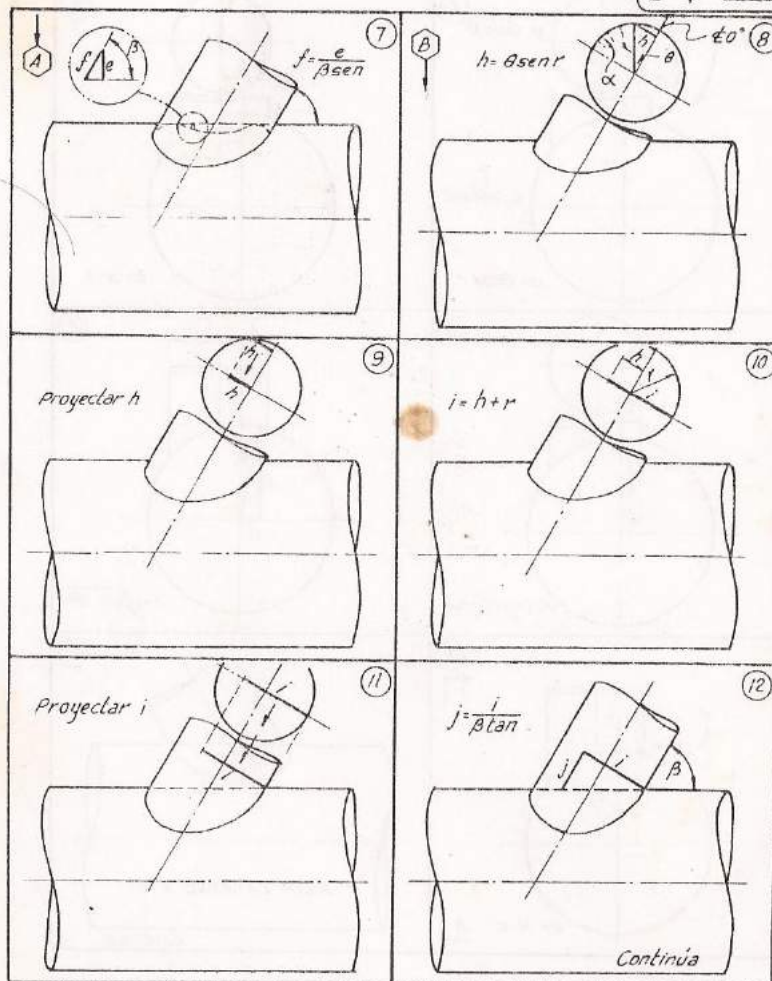
g.- Los valores "f" y "j" obtenidos respectivamente en los programas **A** y **B**, se relacionarán entre sí para obtener las proyecciones totales (g), cuando se hayan obtenido a partir del mismo Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) (Ver Fig. 125).

h.- Para calcular la plantilla de la boca de este tipo de injerto, véase el Módulo **12**.

SECUELA ANALITICA



SECUELA ANALITICA



SECUELA ANALITICA

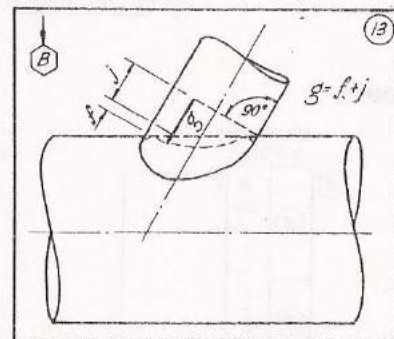


Fig. 124

LEYENDA

- R .- Radio del Cabezal.
- r .- Radio del Ramal.
- L .- Descentrado.
- $\beta$  .- Angulo Interior de Inclinación.
- $\theta$  .- Angulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$  .- Angulo de Paso.
- f .- Proyección Sumergida.
- j .- Proyección Aflorada.
- g .- Proyección Total.

FORMULAS

$$f = \frac{R \sqrt{R^2 - ((\theta \cos r) - L)^2}}{\beta \text{ sen}}$$

$$j = \frac{(\theta \text{ sen } r) + r}{\beta \text{ tan}}$$

$$g = f + j$$



PROYECCIONES

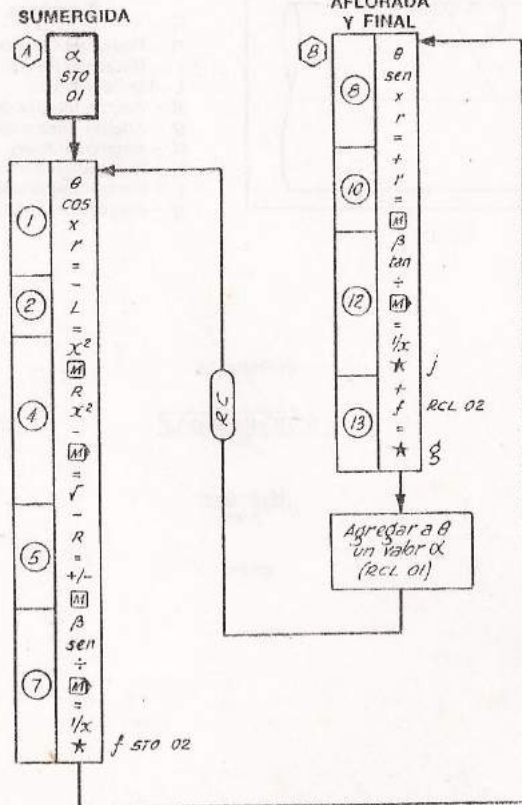


Fig. 125

INJERTO INCLINADO DESCENTRADO SOBRE EL EJE VERTICAL BOCA



INSTRUCTIVO

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable al INJERTO INCLINADO TANGENCIAL SOBRE EL EJE VERTICAL que se muestra en la Fig. 126. Para lo relacionado con tipos, variantes y datos básicos de los INJERTOS INCLINADOS TANGENCIALES SOBRE EL EJE VERTICAL véase la Fig. 97 que se muestra en el Módulo [6], que también es aplicable a éste.

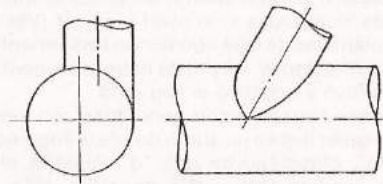


Fig. 126 Caso Adicional.

Cuando el cálculo de la plantilla que se genera con este Módulo se ejecuta con calculadoras de una memoria, se sugiere elaborar una tabla con las características de la Num. II; listar verticalmente en la primera columna los valores de los Angulos Básicos de Cálculo ( $\theta$ ) que vayan a emplearse, continuando por calcular los valores "k" con el programa [B] (Ver fig. 138), listando los valores obtenidos en los niveles correspondientes; posteriormente, calcular "s" con el programa [C] listando los valores obtenidos en la tercera columna; por último, para obtener los valores de las proyecciones finales "g" y "g'", se siguen las indicaciones que aparece en las cabezas de las columnas correspondientes.

Se hace notar que el programa [C] generará correcciones "s" positivas, cuando su localización corresponda a una proyección física inferior al nivel del punto de intersección de los ejes del ramal, normal y longitudinal (Ver cuadro [24] de la Fig. 135), así como las localizadas en un nivel superior de ese punto, generarán correcciones negativas. Cuando las correcciones "s" son negativas, se trazan al lado derecho del eje normal, y cuando son positivas en el izquierdo (Ver fig. 136).

Si una plantilla tiene un tramo inicial con correcciones "s" positivas, y a éste le precede otro con correcciones negativas, para que al final nuevamente tenga otra porción con signo positivo, indicará que el eje normal ascendió hasta el domo del cabezal y en seguida descendió por el lado posterior del mismo

TABLA II

$\theta$	$k$	$s$	$\frac{s}{k+s}$	$\frac{s}{k-s}$
0				
8				
16				
24				

hasta un nivel inferior del punto de intersección antes comentado. Expresado en otra forma: todas las correcciones de proyecciones localizadas en ambos lados del cabezal, a un nivel inferior del punto de intersección serán positivas, y negativas las localizadas a un nivel superior (Ver figs. 127 y 128). No todas las plantillas de este tipo tienen tres variantes en cuanto al signo del valor de sus correcciones, las puede haber solamente de dos; siendo siempre el primero positivo y negativo el segundo.

Las correcciones negativas son generadas con ese signo, debido a que el incremento angular llega a un grado donde el ángulo genera una distancia "m" mayor que "o", obteniéndose una "q" negativa al restar la primera de la segunda (Ver cuadros 21) y 22) de la Fig. 135). En el cuadro 24) de la misma figura, la corrección "s" resultará negativa, ya que se obtiene de una operación donde participa el factor "q" con ese signo (Ver fig. 129).

Las plantillas generadas con los programas aquí mostrados no precisan de un eje que facilite su localización con el cabezal. Si lo anterior es indispensable debido a los tamaños de los tubos involucrados, se recomienda calcular el arco "l" (Ver cuadro 2) de la fig. 130), entre los ejes del ramal y cabezal, siguiendo la secuela y programa indicados en las Figs. 130 y 131.

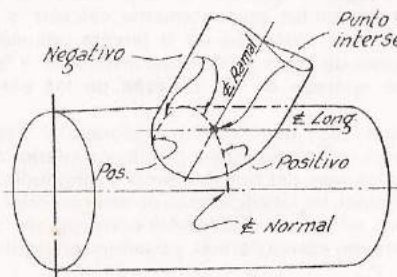


Fig. 127

Localización de proyecciones positivas.

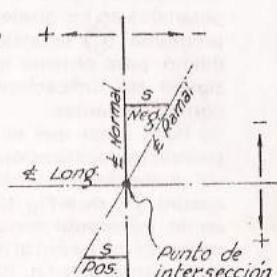


Fig. 128 Eje neutro.

Si el ensamble de ambos tubos está regido por la distancia entre los puntos de intersección de los ejes del ramal y cabezal (Ver fig. 132), debe emplearse la secuela analítica y programa mostrados en las Figs. 133 y 134 respectivamente para obtener las distancias "x". En los planos de ingeniería de detalle de estructuras tubulares generalmente se omite acotar esa distancia.

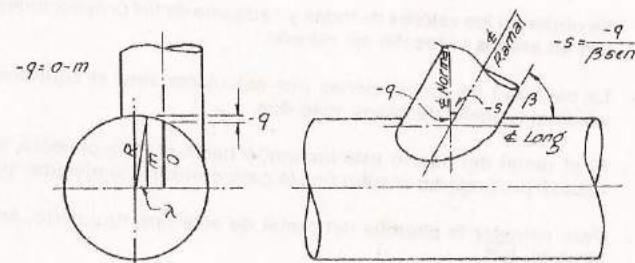


Fig. 129 Distancia "s" negativa.

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de los injertos que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- Esta literatura cubre los Casos en que "L" es menor que "r" exterior si el injerto es insertado, o "l" interior si es cabalgado. Cuando "L" es mayor, emplee el Módulo 8.
- En los programas B) y C), el valor inicial del Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ), será cero fig. 138).
- Las proyecciones se inician en el extremo sur de la plantilla y terminan en el extremo norte (Ver fig. 136).
- El trazo de las proyecciones parten de un eje normal perpendicular al cabezal, que cruza el centro del ramal en el punto donde hace contacto con aquél (Ver cuadro 24) de la fig. 135).
- En las dos primeras y dos últimas proyecciones se obtienen valores similares para cada juego, aunque con signos diferentes.



- g.- Las proyecciones negativas se trazarán en sentido opuesto a las positivas.
- h.- Si el injerto es tangencial, considerar si lo es a diámetros interiores o exteriores.
- i.- Se obtienen los valores de todas y cada una de las proyecciones localizadas en ambos lados del eje normal.
- j.- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a dos veces el número de pasos, más dos.
- k.- Si el ramal del injerto está inclinado hacia el lado opuesto, la plantilla deberá presentarse al tubo por la cara contraria al ejecutar su trazo.
- l.- Para calcular la plantilla del ramal de este tipo de injerto, empléese el Módulo **11**.

s.  
o  
a-  
os  
illa  
e el

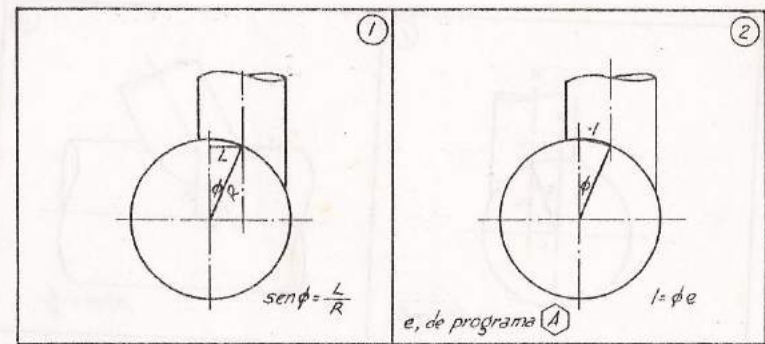


Fig. 130 Arco entre ejes.

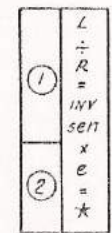


Fig. 131

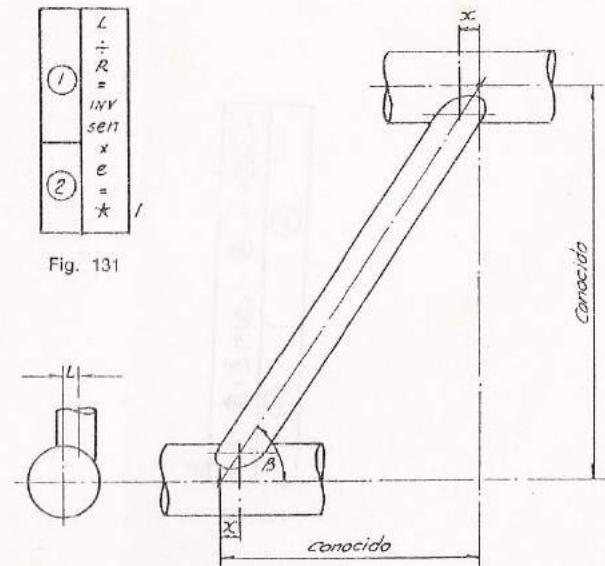


Fig. 132 Problema típico en miembros de unión.

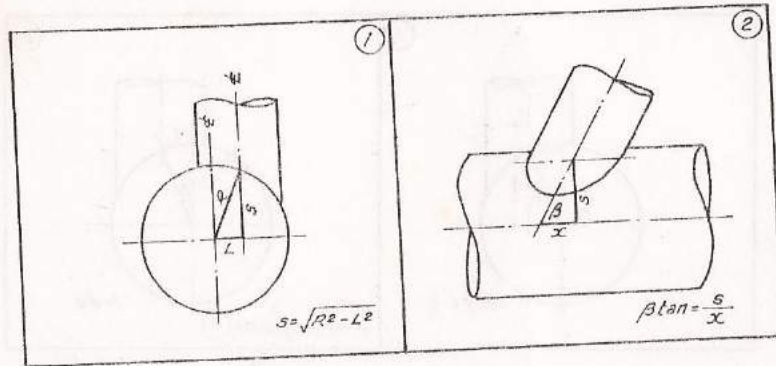


Fig. 133 Desplazamiento de ejes.

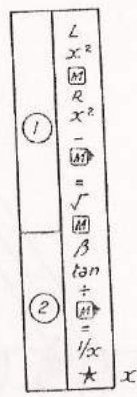
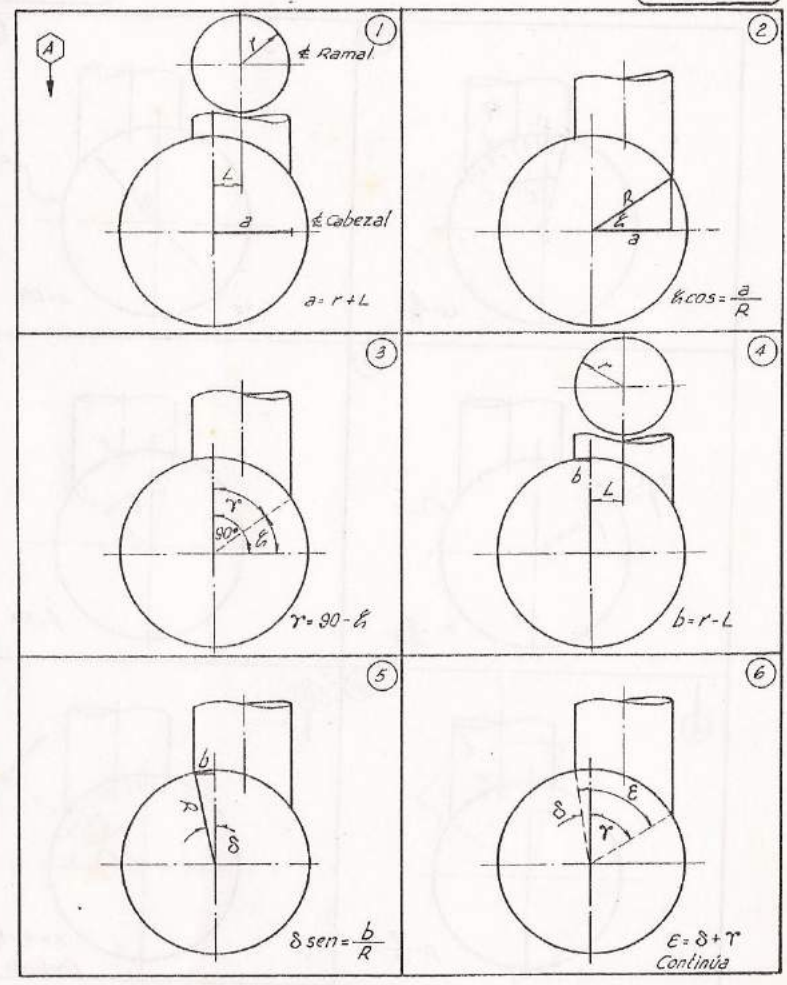
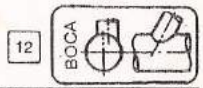
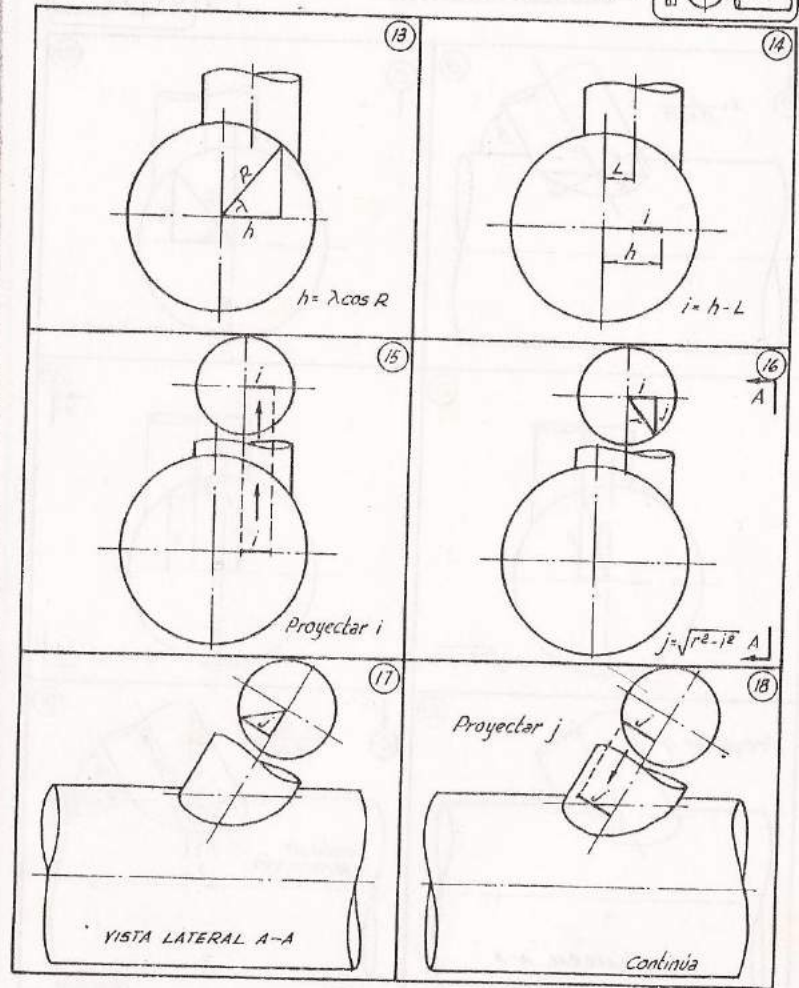
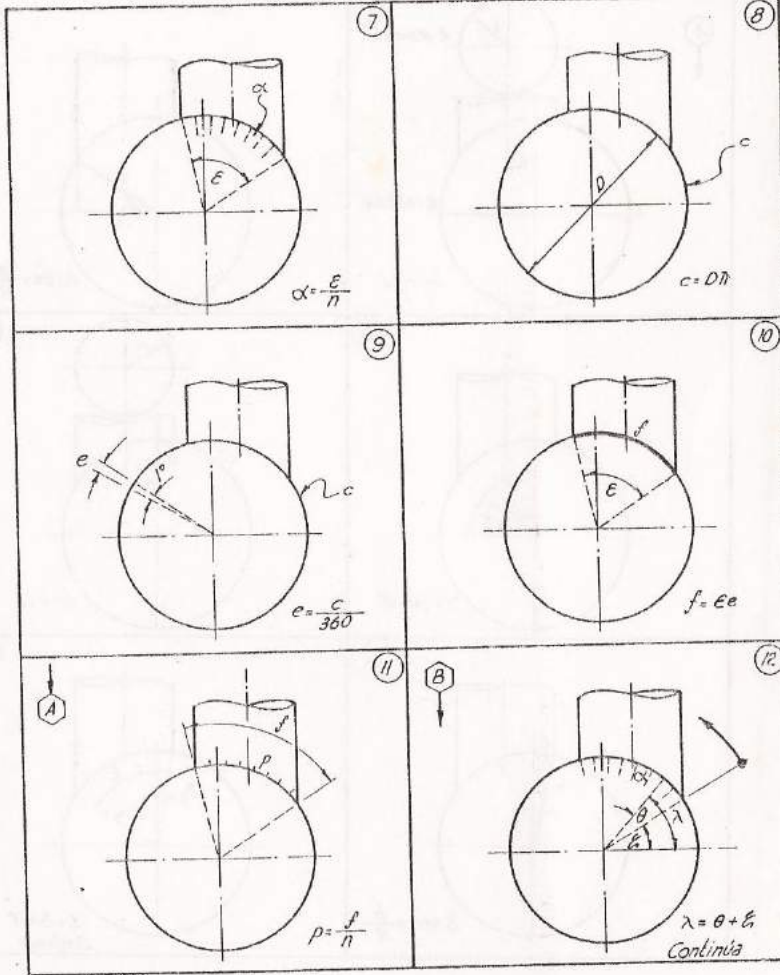


Fig. 134

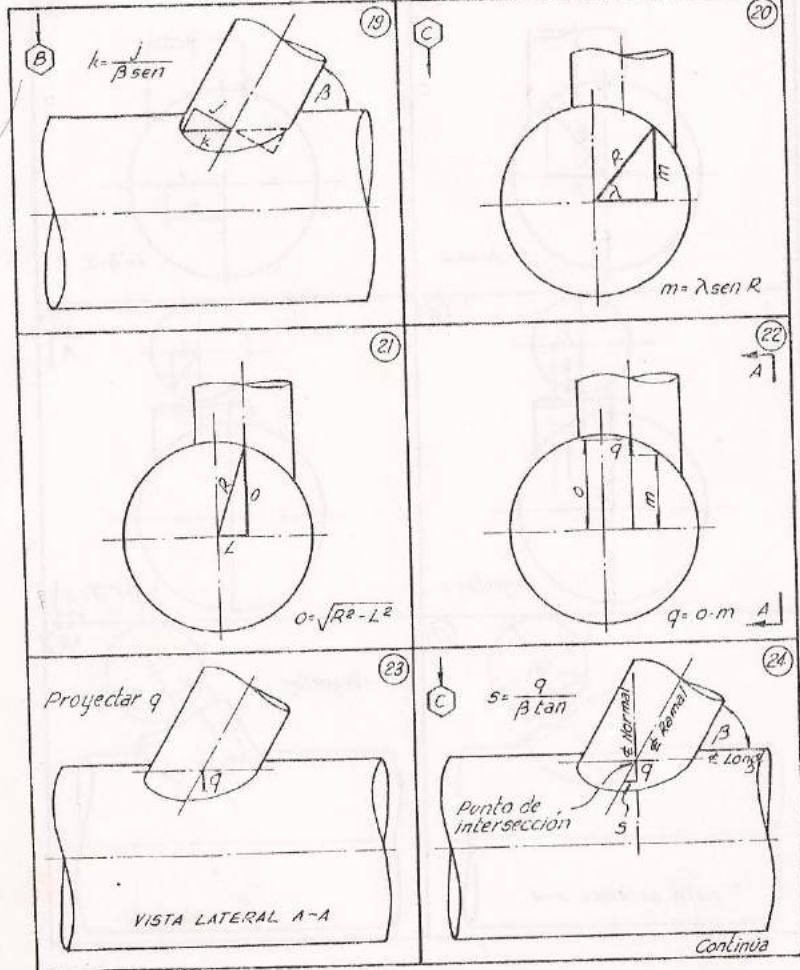
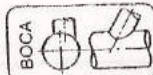
SECUELA ANALITICA





SECUELA ANALITICA

12



SECUELA ANALITICA

12

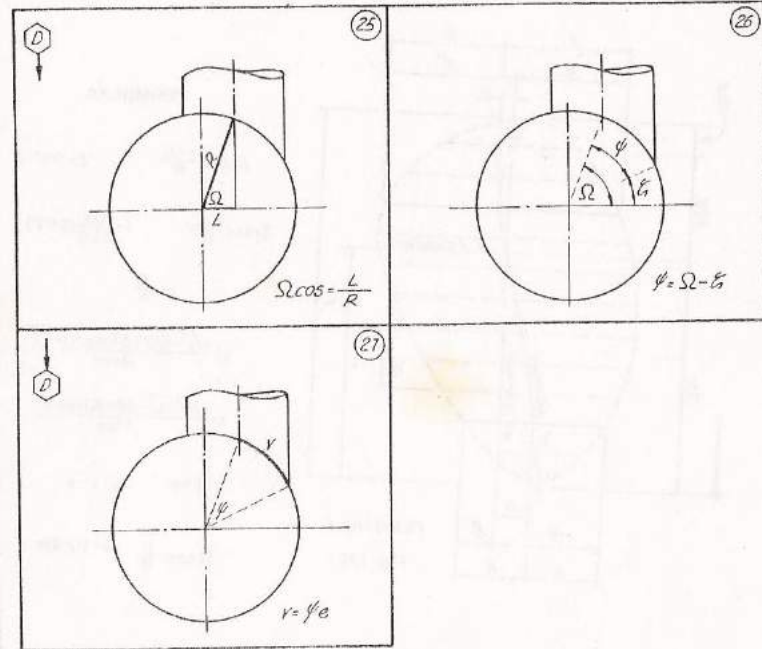
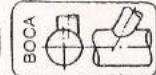
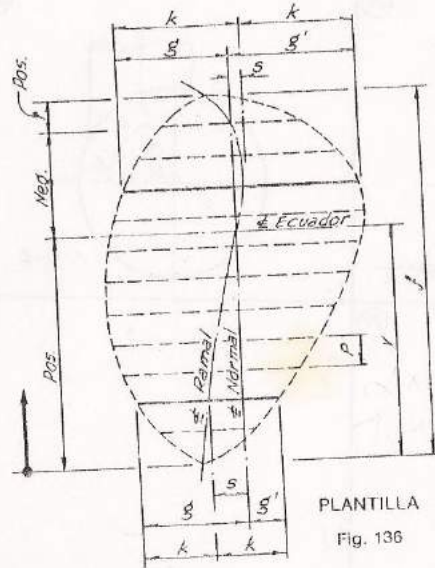
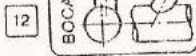


Fig. 135



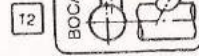
PLANTILLA  
Fig. 136

FORMULAS

$$\begin{aligned} \delta \cos &= \frac{r+L}{R} & \gamma &= 90^\circ - \delta \\ \delta \sin &= \frac{r-L}{R} & f &= \frac{D'r}{360} (\delta + \gamma) \\ p &= \frac{f}{n} \\ k &= \frac{\sqrt{r^2 - ((\theta + \beta) \cos R - L)^2}}{\beta \sin} \\ s &= \frac{\sqrt{R^2 - L^2 - ((\theta + \beta) \sin R)}}{\beta \tan} \\ g &= k + s & g' &= k - s \\ \Omega \cos &= \frac{1}{R} & v &= (\Omega - \delta) e \end{aligned}$$

LEYENDA

- D - Diámetro del Cabezal.
- R - Radio del Cabezal.
- r - Radio del Ramal.
- L - Descentrado.
- f - Desarrollo.
- p - Paso Longitudinal.
- α - Paso Angular.
- θ - Angulo Básico de Cálculo.
- β - Angulo Int. de Inclinación de Ramal.
- n - Número de Pasos.
- k - Proyección Preliminar.
- s - Corrección.
- g - Proyecciones Incrementadas.
- g' - Proyecciones Decrementadas.
- v - Desarrollo para Loc.  $\phi$ .



DESARROLLO Y PASO

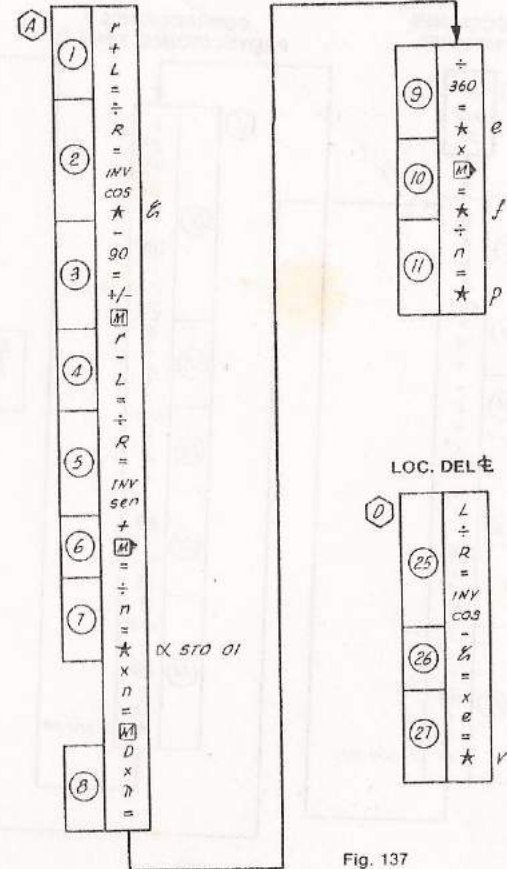
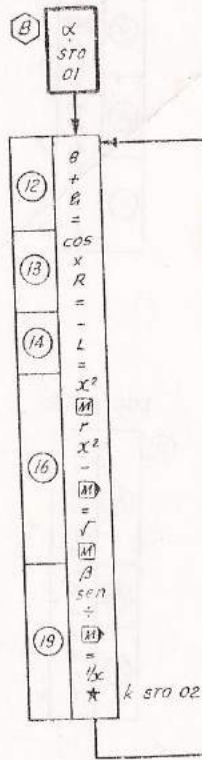


Fig. 137



PROYECCIONES PRELIMINARES



CORRECCIONES Y PROYECCIONES FINALES

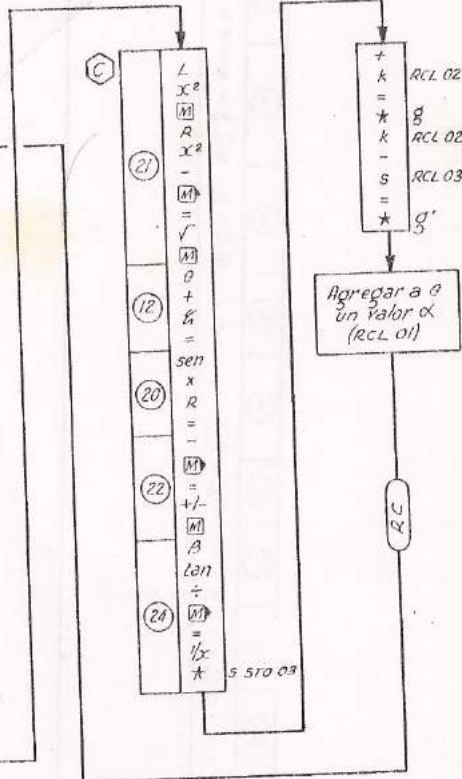


Fig. 138



INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa. En la plantilla que se genera con la literatura de este Módulo, la proyección 'g', que corresponde al Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $90^\circ$ , puede llegar a afectar las proyecciones "g" vecinas obtenidas, pudiendo alterar sus valores para mantener una curva de trazo armónica (Ver fig. 141). El tipo de tapón que cubre este Módulo es recomendado solamente para tubería cuyo espesor no sea demasiado grueso, debido a que la proyección correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $90^\circ$  puede resultar demasiado larga y desfasaría el punto de unión del ramal y la tapa (Ver fig. 139).

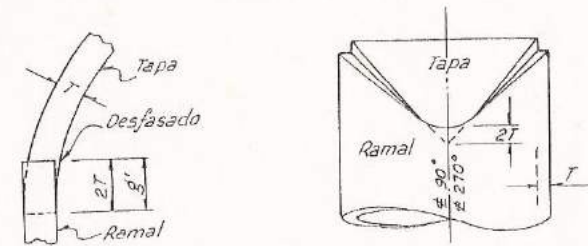


Fig. 139 Limitaciones debidas al espesor del tubo.

Además de los conceptos antes comentados, para desarrollar el cálculo de las proyecciones de este tipo de plantilla deben observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más alejado del ramal; correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo de  $0^\circ$  y deber terminar en  $90^\circ$ .
- c.- Solamente se requiere calcular las proyecciones correspondientes a un cuadrante, los restantes tienen valores similares aunque en dos de ellos ordenadas simétricamente.

d.- Las proyecciones por calcular será una cantidad equivalente a la cuarta parte del número total de pasos, más uno.

e.- Para calcular la plantilla de la tapa de este tipo de tapón, véase el Módulo 14.

a la cuarta

el dulo

SECUELA ANALITICA

13

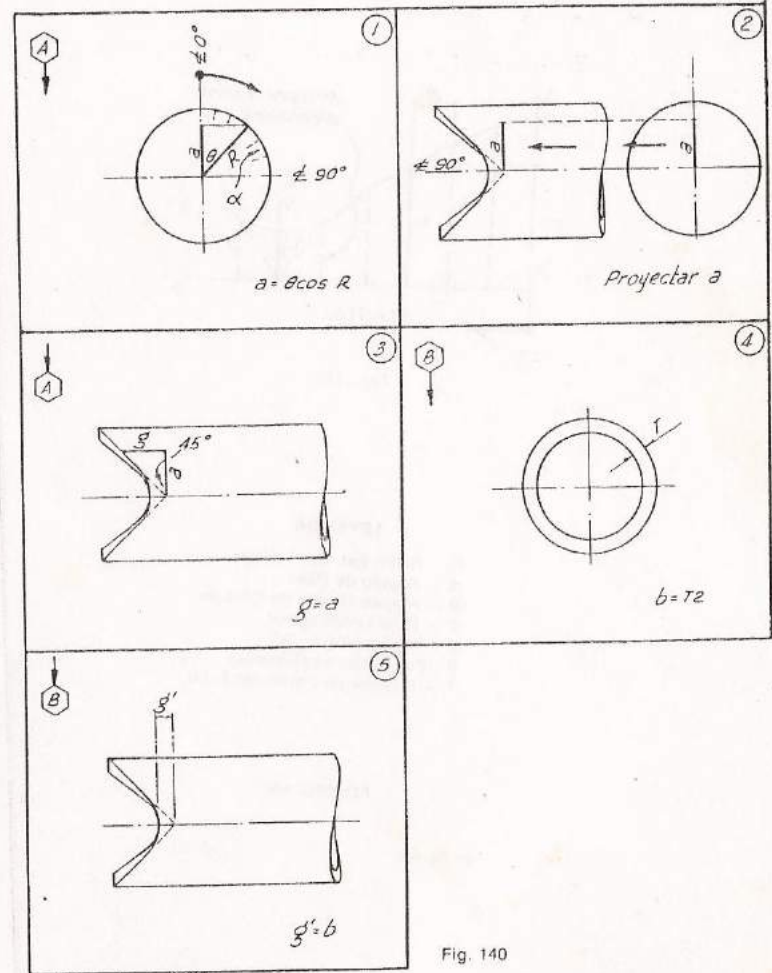
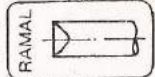


Fig. 140

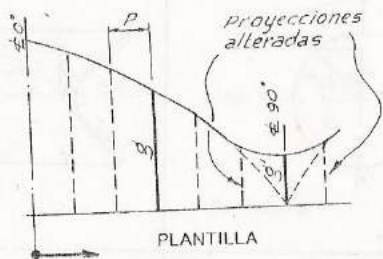
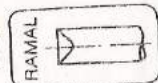


Fig. 141

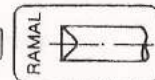
LEYENDA

- R - Radio Ext. del Tubo.
- $\alpha$  - Angulo de Paso.
- $\theta$  - Angulo Básico de Cálculo.
- P - Paso Longitudinal.
- g' - Proyección en 90°.
- g - Proyecciones Restantes.
- T - Espesor de Pared del Tubo.

FORMULAS

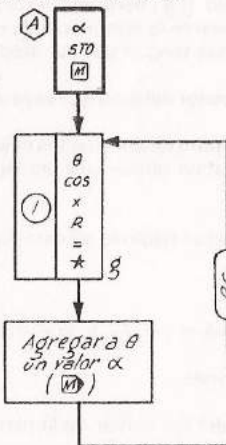
$$g = \theta \cos R$$

$$g' = 2T$$



PROYECCIONES

TODAS MENOS EN 90°



EN 90°

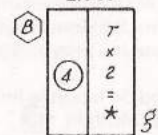
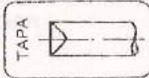


Fig. 142



TAPON MACHO  
TAPA

14



INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa. La plantilla que se genera con la literatura de este Módulo, al igual que la del ramal compañero que se obtiene con el Módulo 13, tiene una porción en los extremos de su perímetro donde debe mantenerse la armonía de la curva de trazo sin importar que las proyecciones vecinas tengan que ser modificadas (Ver fig. 144).

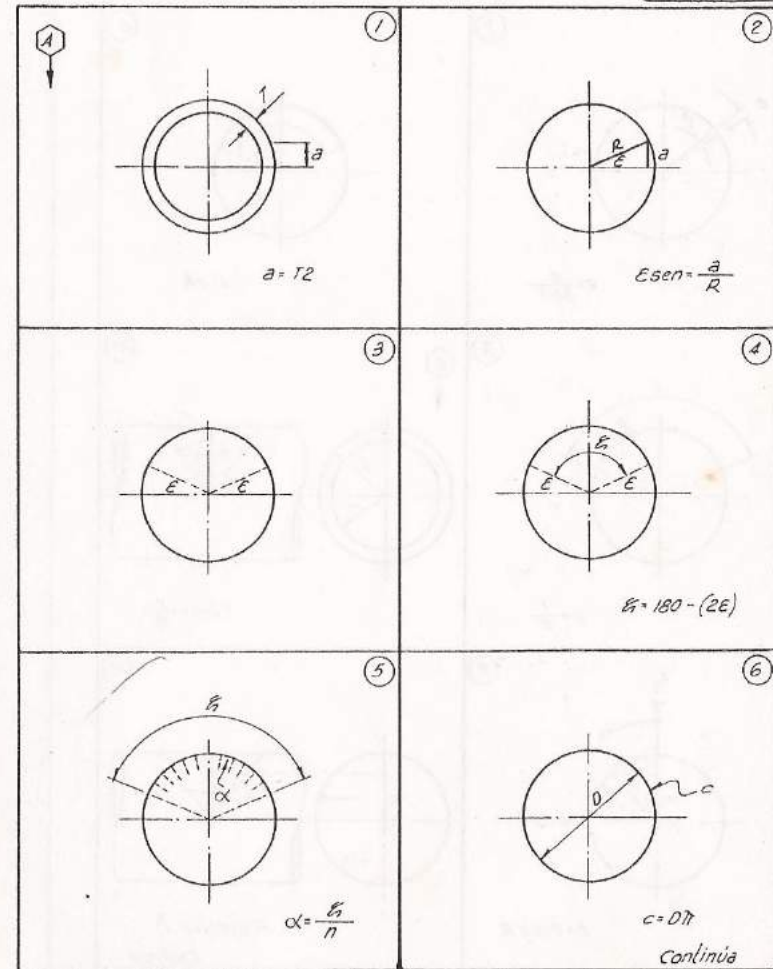
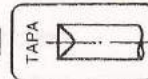
El empleo de este tipo de tapón lo limita al espesor del tubo que vaya a usarse, como se indica en el Módulo 13.

Además de los conceptos antes comentados, para desarrollar los cálculos de las proyecciones de este tipo de plantilla deben observarse las siguientes reglas:

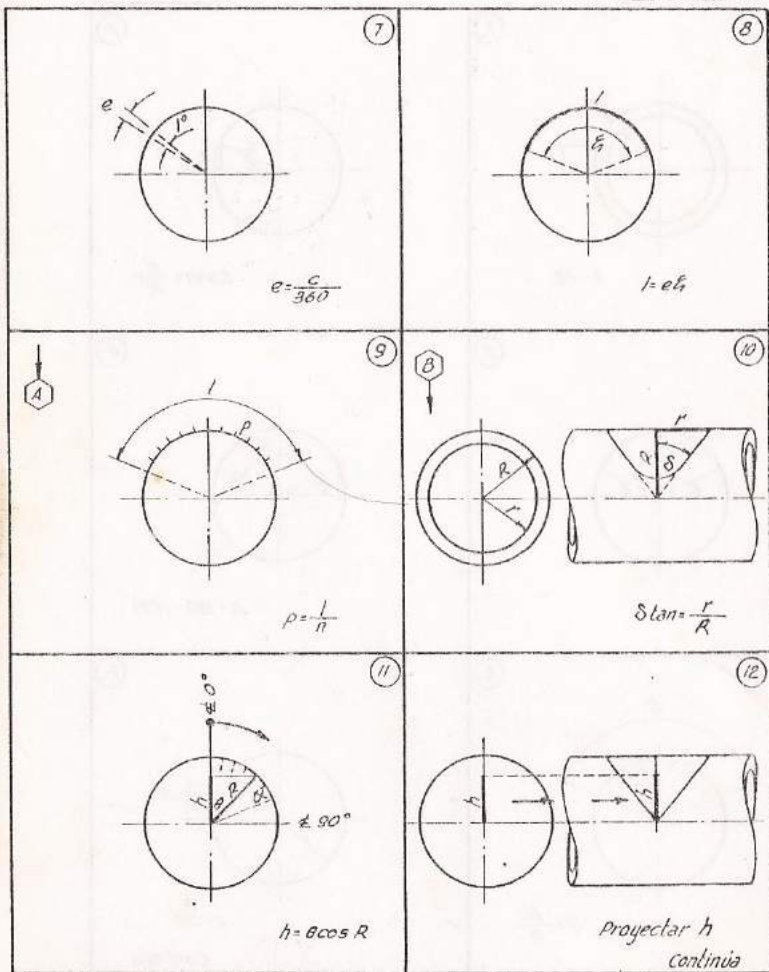
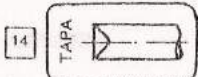
- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- El número total de pasos debe ser par.
- c.- El cálculo de las proyecciones se inicia en el centro de la plantilla.
- d.- Se obtienen valores de medias proyecciones.
- e.- Las proyecciones se trazarán partiendo del eje mayor de la plantilla.
- f.- En el programa (B),  $\theta$  se inicia con valor cero (Ver fig. 145).
- g.- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.
- h.- La última proyección tendrá valor cero, por lo tanto no debe calcularse. Su localización se obtiene por medio del desarrollo "I" (Ver programa (A) de fig. 145).
- i.- Solamente se requiere calcular las proyecciones de un cuadrante, en los restantes tienen valores similares, aunque en dos de ellos ordenadas simétricamente.
- j.- Para calcular la plantilla del ramal de este tipo de tapón, empléese el Módulo 13.

SECUELA ANALITICA

14



SECUELA ANALITICA



SECUELA ANALITICA

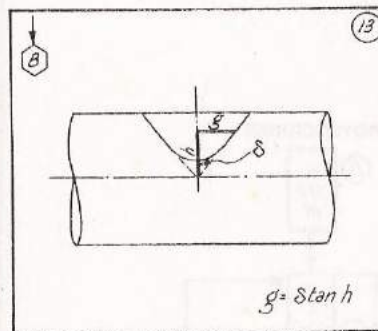
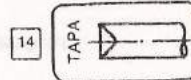


Fig. 143

LEYENDA

- D.- Diam. Exterior del Tubo.
- R.- Radio Exterior del Tubo.
- r.- Radio Interior del Tubo.
- T.- Pared del Tubo.
- $\alpha$ - Angulo de Paso.
- $\theta$ - Angulo Básico de Cálculo.
- n.- Número Total de Pasos.
- l.- Desarrollo.
- p.- Paso Longitudinal.
- $\delta$ - Angulo de Relación R/r.
- g.- Proyección.

FORMULAS

$$\epsilon \text{ sen} = \frac{2T}{R} \quad \alpha = \frac{180 - (2\epsilon)}{n} \quad l = \frac{D\pi}{360} (180 - (2\epsilon)) \quad p = \frac{l}{n} \quad \delta \tan = \frac{r}{R}$$

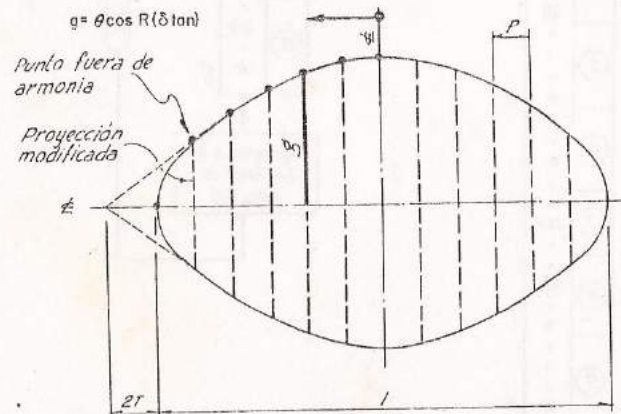
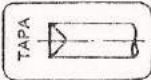
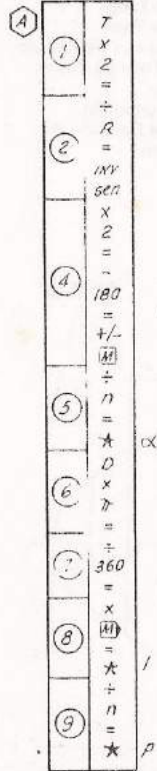


Fig. 144



DESARROLLO Y PASO



PROYECCIONES

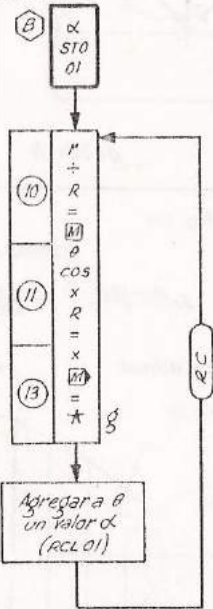


Fig. 145

Es  
El  
ex  
nú  
an  
de



INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa. El empleo de este tipo de tapón tiene sus limitaciones debido al espesor excesivo de la pared del tubo, diámetro del mismo demasiado grande y un número reducido de gajos que consecuentemente los haría muy anchos. Las anteriores características hacen difícil doblar los gajos en sentido longitudinal del tubo (Ver fig. 146).



Fig. 146 Doblado de gajos.

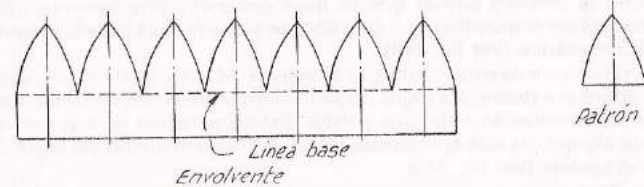


Fig. 146

E:  
a:  
ir:  
al:  
E:  
y:  
p:  
g:  
c:  
o:  
g:

Este tipo de tapón, cuando se emplea en líneas de conducción, debe limitarse a productos fríos y con relativa baja presión, además que no sean tóxicos ni inflamables. Cuando se emplea en estructuras tubulares, no tiene limitación alguna.

El trazo de esta plantilla puede desarrollarse de dos maneras: una, calculando y trazando solamente la plantilla de un gajo, y posteriormente emplearlo como patrón en el trazo de una plantilla envolvente que incluya la totalidad de los gajos (ver fig. 147). Este procedimiento es recomendado cuando con frecuencia se construye ese tipo de tapón y se desea aprovechar la misma plantilla. El otro procedimiento requiere desarrollar únicamente la plantilla patrón de un gajo; trazar sobre el tubo los ejes de todos y cada uno de los gajos incluidos en

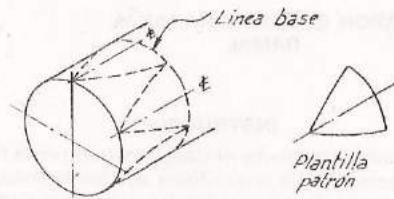


Fig. 148 Plantilla patrón.

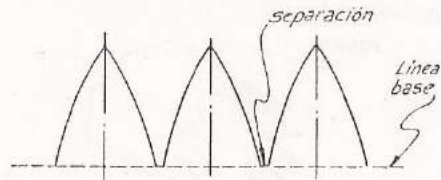


Fig. 149 Claro entre gajos.

el desarrollo, además de una línea base que circundará el tubo; al final, empleando la plantilla patrón que se haya generado, directamente trazar sobre los ejes correspondientes y apoyándose sobre la línea base la totalidad de gajos necesarios (Ver fig. 148).

Como en el cálculo de esta plantilla se emplea el diámetro interior y el trazo se ejecuta sobre el exterior, los gajos no se tocarán entre sí, sin importar que la plantilla sea envolvente o de gajo patrón. Esta separación no representará problema alguno, ya que aproximadamente equivale al ancho del corte que ejecuta el soplete (Ver fig. 149).

Este tipo de tapón no es recomendado para tubería de diámetro mayor de 12". Por lo que respecta al número de gajos que deben aplicarse en relación de su dimensión, empléese las cantidades indicadas en la Tabla III.

TABLA III

DIAM. TUBO	NUM. GAJOS
HASTA 4"	4
6" A 8"	5
10"	7
12"	8

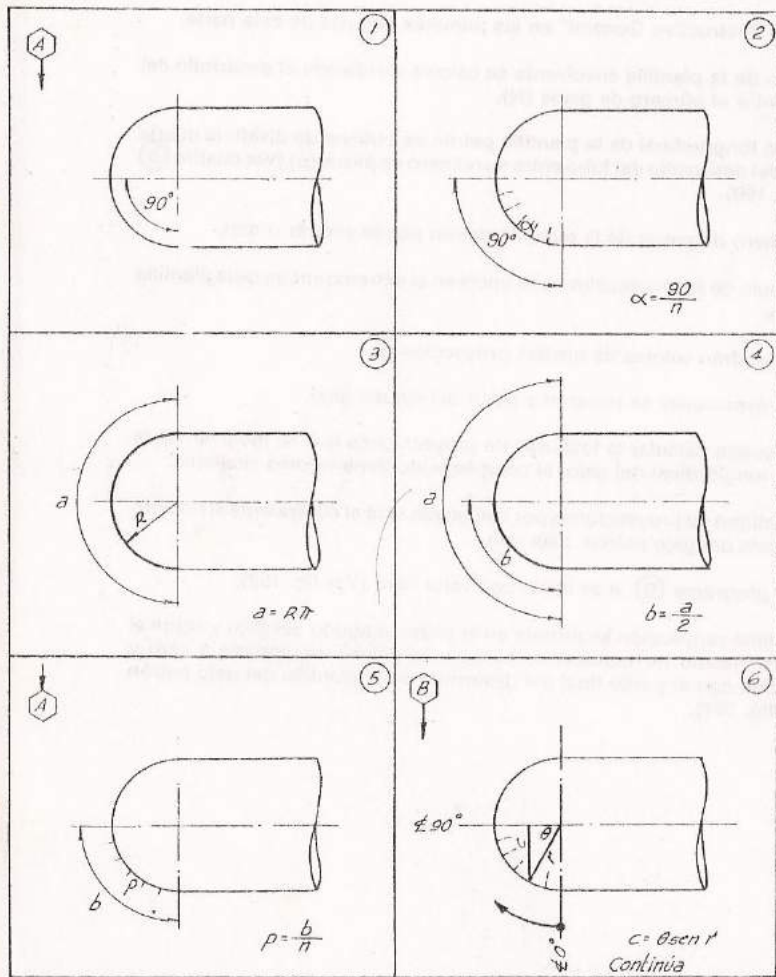
Ac  
de  
re  
  
a.  
b.  
c.  
d.  
e.  
f.  
g.  
h.  
i.  
j.  
k.  
por  
ción de s

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- El paso de la plantilla envolvente se calcula dividiendo el desarrollo del tubo entre el número de gajos (N).
- c.- El paso longitudinal de la plantilla patrón se obtiene de dividir la cuarta parte del desarrollo del tubo entre su número de pasos (n) (Ver cuadro 5 en fig. 150).
- d.- El número de pasos de la plantilla patrón puede ser par o non.
- e.- El cálculo de las proyecciones se inicia en el extremo ancho de la plantilla patrón.
- f.- Se obtendrán valores de medias proyecciones.
- g.- Las proyecciones se trazarán a partir del eje del gajo.
- h.- Se requiere calcular la totalidad de proyecciones que se incluyan en la mitad longitudinal del gajo, el complemento tiene valores similares.
- i.- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente al número de pasos del gajo patrón, más uno.
- j.- En el programa (B),  $\theta$  se inicia con valor cero (Ver fig. 152).
- k.- La última proyección localizada en el extremo agudo del gajo y sobre el eje del mismo no requiere calcularse, su valor corresponde a cero y coincide con el punto final del desarrollo de la plantilla del gajo patrón (Ver fig. 151).

SECUELA ANALITICA

15



SECUELA ANALITICA

15

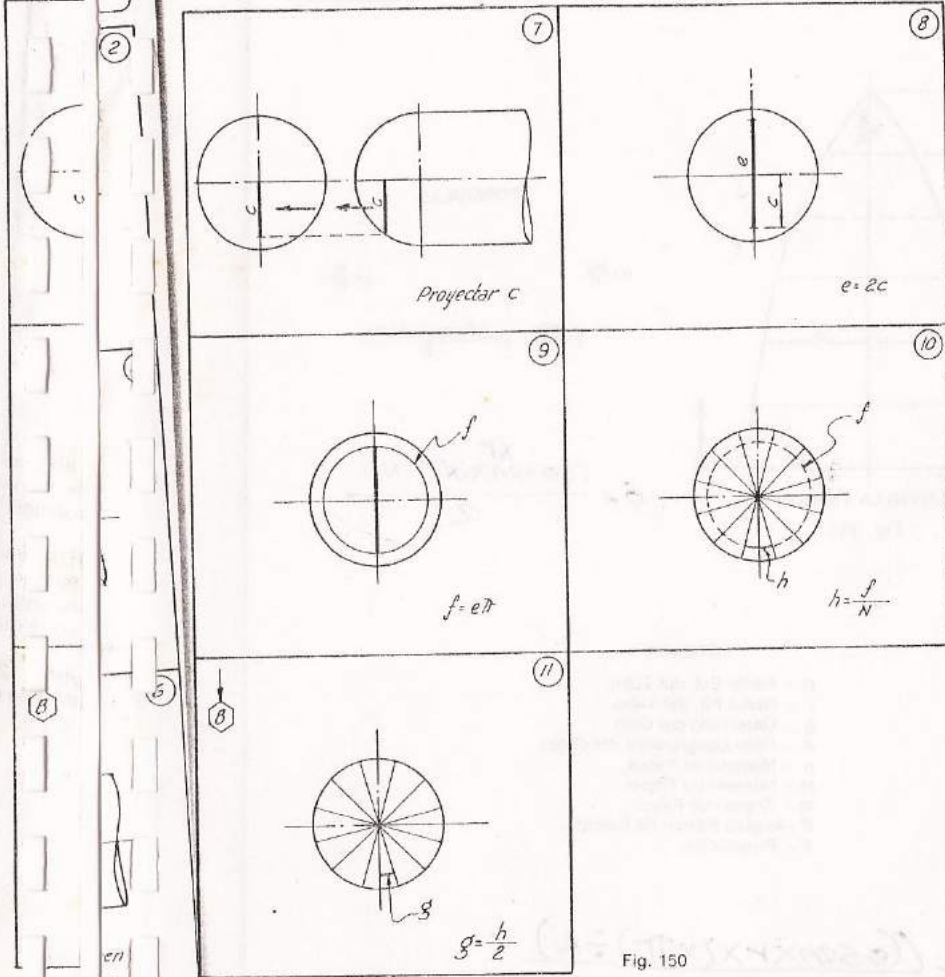
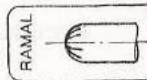
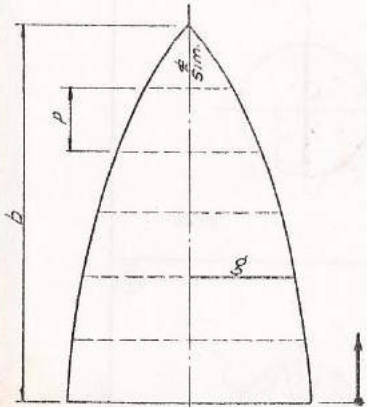


Fig. 150



PLANTILLA PATRON

Fig. 151

FORMULAS

$$\alpha = \frac{90}{n} \quad p = \frac{b}{n}$$

$$b = \frac{R\pi}{2} \quad g = \frac{(\theta \text{ sen } r) 2\pi}{N}$$

$$g = \frac{(\cos \alpha \times r \times 2\pi) / N}{2}$$

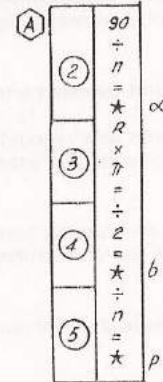
LEYENDA

- R.- Radio Ext. del Tubo.
- r.- Radio Int. del Tubo.
- b.- Desarrollo del Gajo.
- p.- Paso Longitudinal del Gajo.
- n.- Número de Pasos.
- N.- Número de Gajos.
- α.- Angulo de Paso.
- θ.- Angulo Básico de Calculo.
- g.- Proyección.

$$g = \frac{(\cos \alpha \times r \times 2\pi) \div N}{2}$$



DESARROLLO Y PASO



PROYECCION

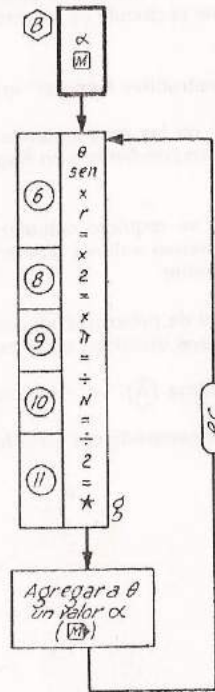
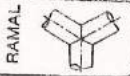


Fig. 152

"Y" GRIEGA REPARTIDA  
RAMAL

16



INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa, y para desarrollar el cálculo de sus proyecciones deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más recogido del ramal, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $0^\circ$  y termina en  $90^\circ$ .
- Solamente se requiere calcular las proyecciones de un cuadrante, los restantes tienen valores similares aunque en dos de ellos ordenados simétricamente.
- La cantidad de proyecciones por calcular será el equivalente al número total de pasos dividido entre cuatro, más uno.
- En el programa (A),  $\theta$  se inicia con valor cero (Ver fig. 154).
- La plantilla generada con este Módulo es aplicable a los tres ramales.

SECUELA ANALITICA

16

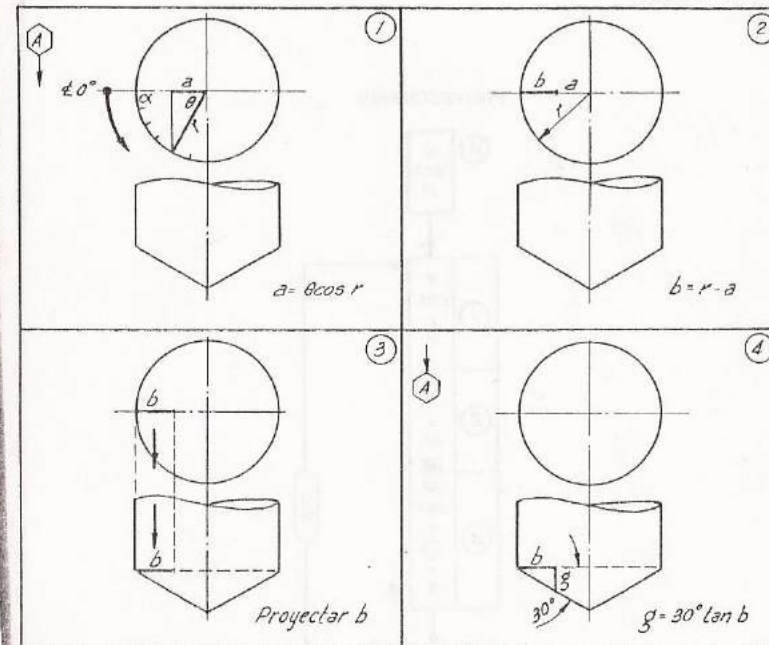


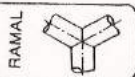
Fig. 153

FORMULA

$$g = 30^\circ \tan(r - (\theta \cos r))$$

LEYENDA

- r.- Radio Int. del Tubo.
- $\theta$ - Angulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$ - Angulo de Paso.
- n.- Número Total de Pasos.
- g.- Proyección.



## PROYECCIONES

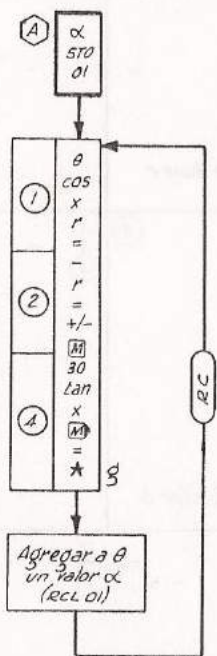


Fig. 154



## INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa, y para desarrollar el Cálculo de las proyecciones deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- Este Módulo cubre solamente los Casos donde el ángulo  $\beta$  es menor de  $120^\circ$  (Ver cuadro 1 de Fig. 155).
- El número de pasos para ambas plantillas debe ser similar y múltiple de cuatro.
- El cálculo de las proyecciones de las plantillas de ambos ramales se inicia en el punto más recogido.
- En la plantilla del ramal bifurcado, el cálculo de las proyecciones se inicia con un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $0^\circ$ , y termina con  $180^\circ$ . El complemento tiene proyecciones con valores similares, aunque ordenadas simétricamente.
- En la plantilla del ramal base, el cálculo de las proyecciones se inician con un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $0^\circ$  y termina en  $90^\circ$ . Los cuadrantes complementarios tienen proyecciones con valores similares, aunque dos de ellos ordenados simétricamente.
- En el ramal bifurcado, el número de proyecciones por calcularse será la mitad del número de pasos, más uno.
- En el ramal base, el número de proyecciones por calcularse será la cuarta parte del número de pasos, más uno.
- La plantilla generada con los programas (B) y (C), debe emplearse en ambos ramales bifurcados (Ver fig. 156).
- Este Módulo cubre solamente los Casos donde la "Y" Griega es simétrica a su eje vertical, por lo tanto los ángulos  $\epsilon$  serán similares (Ver cuadro 1 de Fig. 155).

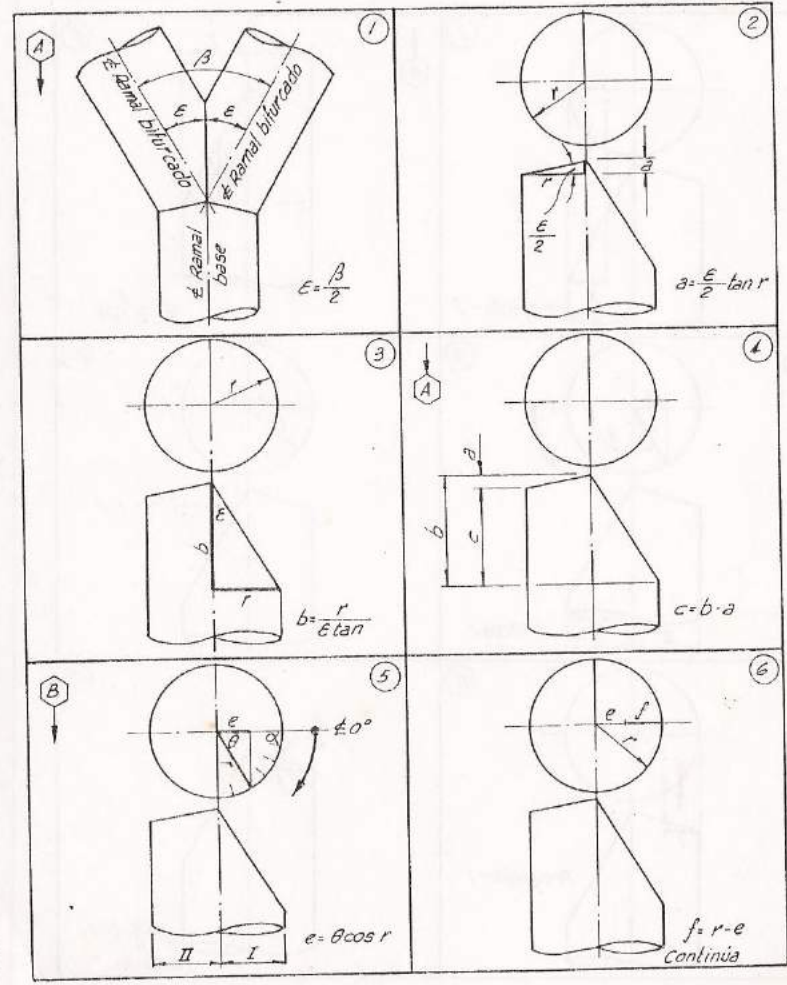


k.- En el programa **(B)**,  $\theta$  se inicia con valor cero (Ver fig. 156).

l.- En el programa **(C)**,  $\theta$  se inicia con un valor de  $90^\circ$ , más el ángulo de paso ( $\alpha$ ).



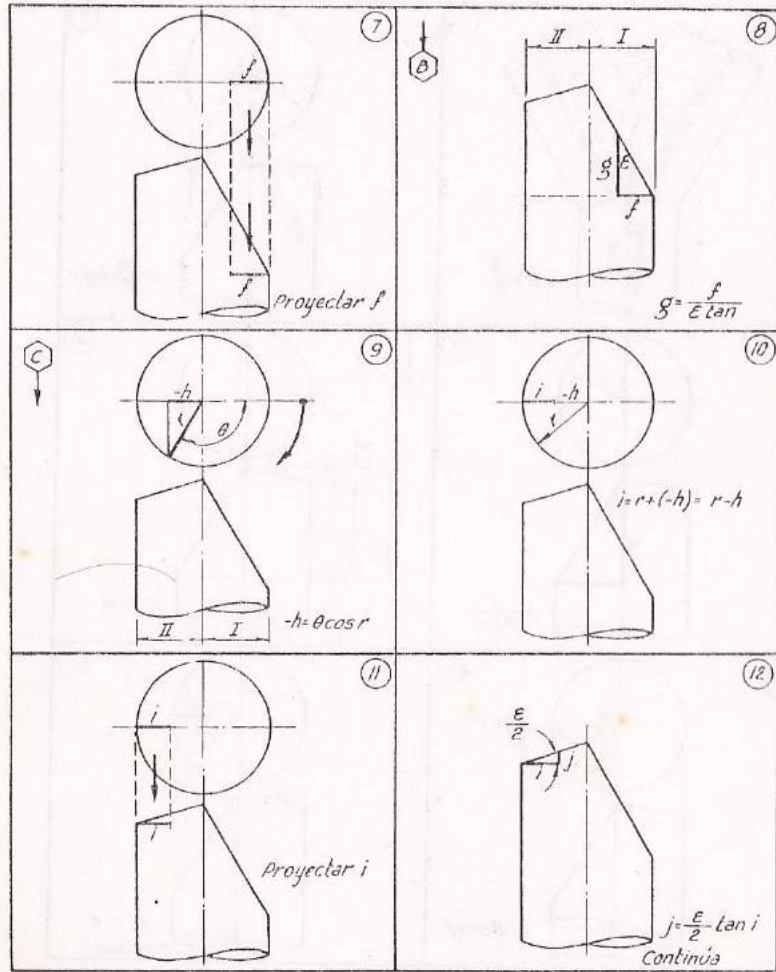
SECUELA ANALITICA



SECUELA ANALITICA

17

RAMAL



SECUELA ANALITICA

17

RAMAL

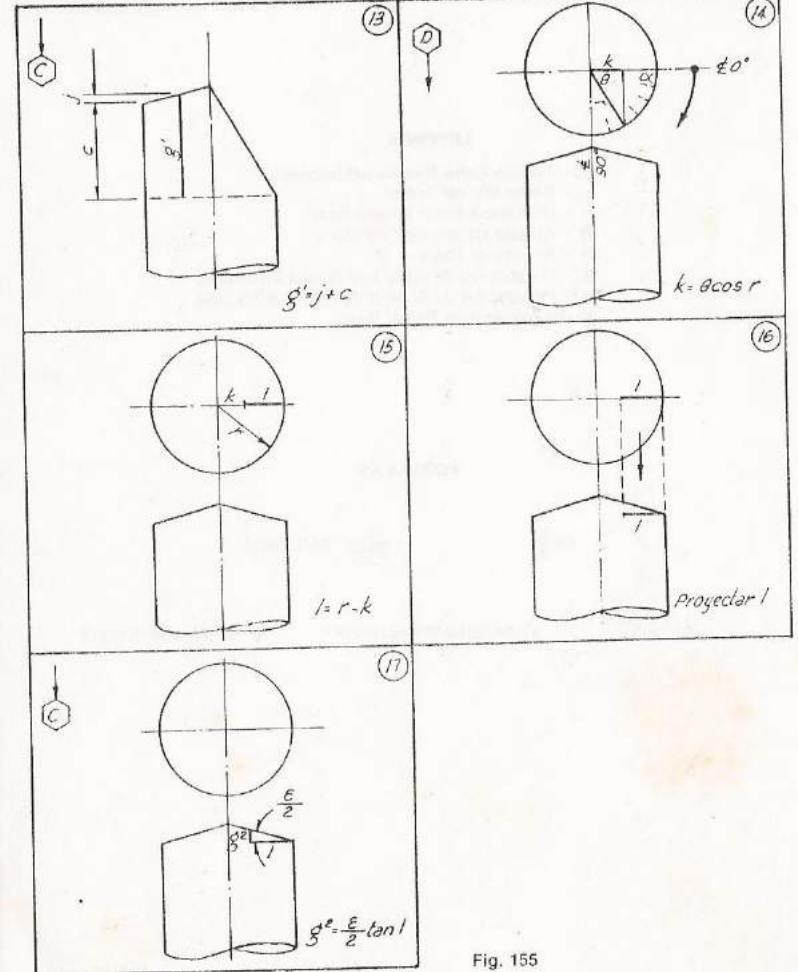


Fig. 155

LEYENDA

- $\beta$  - Angulo Entre Ramales Bifurcados.
- $r$  - Radio Int. del Tubo.
- $c$  - Diferencia Entre Líneas Base.
- $\theta$  - Angulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$  - Angulo de Paso.
- $g$  - Proyección de Zona I de Ramal Bifurcado.
- $g'$  - Proyección de Zona II de Ramal Bifurcado.
- $g''$  - Proyección en Ramal Base.

FORMULAS

$$E = \frac{\beta}{2}$$

$$c = \frac{r}{Z \tan} - ((E/2) \tan)$$

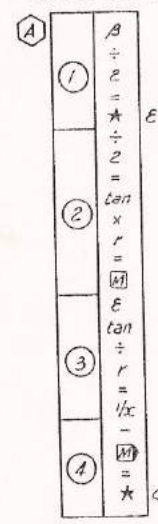
$$g = \frac{r - \theta \cos r}{Z \tan}$$

$$g' = ((E/2) \tan) ((\theta \cos r) + r) + c$$

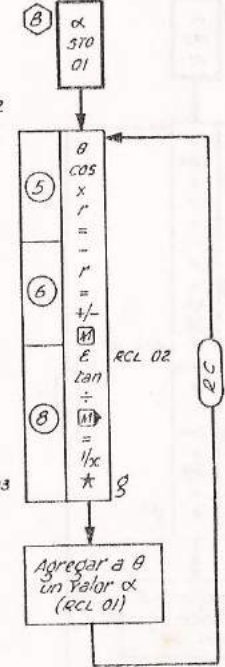
$$g'' = ((E/2) \tan) (r - (\theta \cos r))$$

RAMAL BIFURCADO

DIFERENCIA ENTRE LINEAS BASE



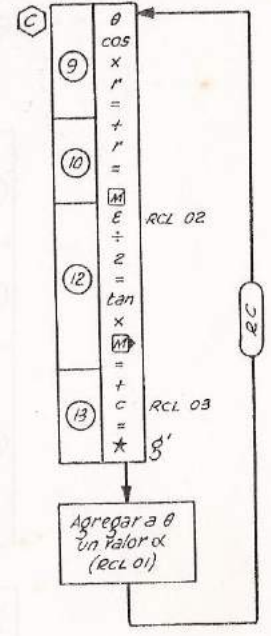
ZONA I



Agregar a  $\theta$  un Valor  $\alpha$  (RCL 01)

PROYECCIONES

ZONA II



Agregar a  $\theta$  un Valor  $\alpha$  (RCL 01)

Fig. 156



## RAMAL BASE

## PROYECCIONES

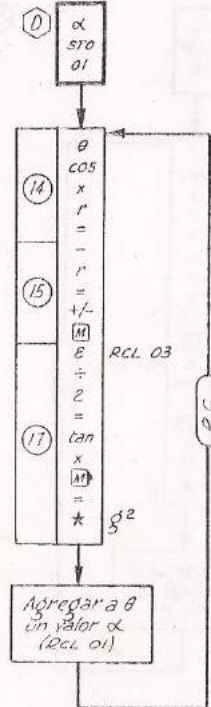


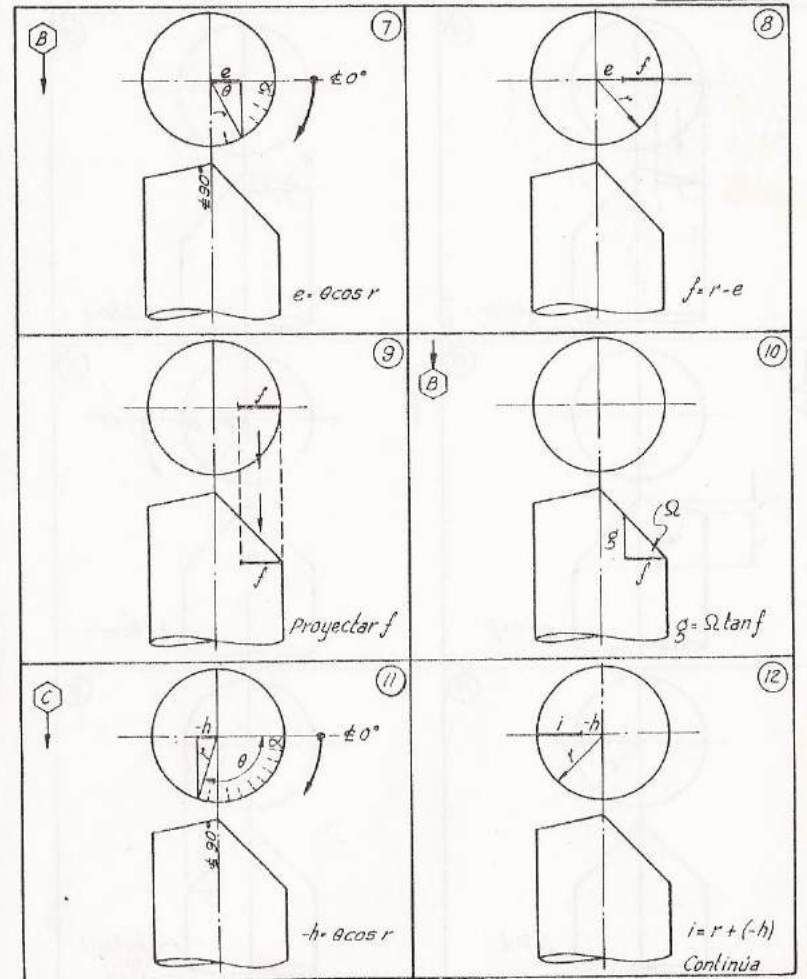
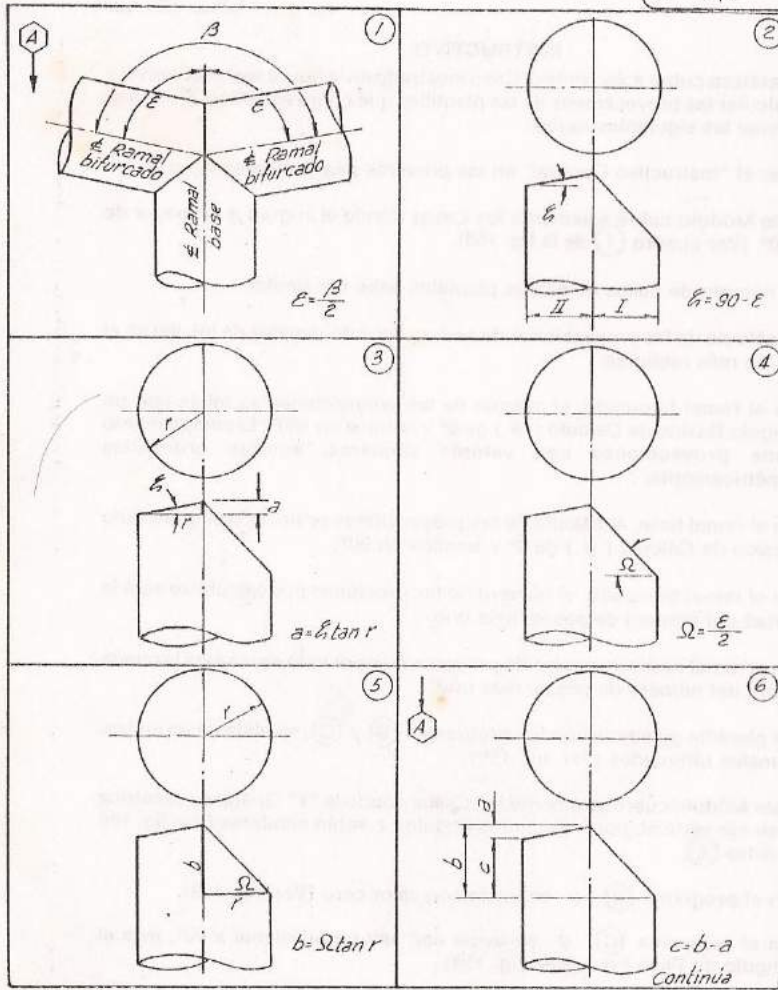
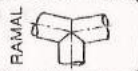
Fig. 157



## INSTRUCTIVO

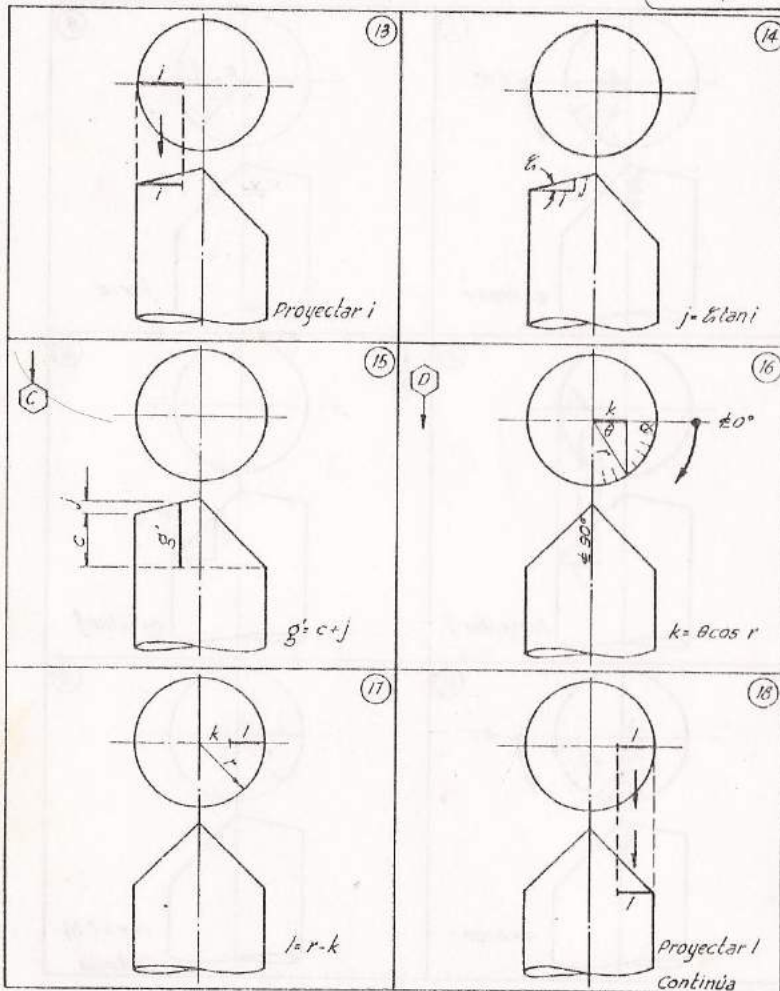
Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa, y para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo, deben observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- Este Módulo cubre solamente los Casos donde el ángulo  $\beta$  es mayor de  $120^\circ$  (Ver cuadro 1 de la fig. 158).
- c.- El número de pasos de ambas plantillas debe ser similar.
- d.- El cálculo de las proyecciones de ambos tipos de ramales de inician en el punto más recogido.
- e.- En el ramal bifurcado, el cálculo de las proyecciones se inicia con un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $0^\circ$  y termina en  $180^\circ$ . El complemento tiene proyecciones con valores similares, aunque ordenadas simétricamente.
- f.- En el ramal base, el cálculo de las proyecciones se inicia con un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $0^\circ$  y termina en  $90^\circ$ .
- g.- En el ramal bifurcado, el número de proyecciones por calcularse será la mitad del número de pasos, más uno.
- h.- En el ramal base, el número de proyecciones por calcularse será la cuarta parte del número de pasos, más uno.
- i.- La plantilla generada con los programas B y C, se utilizará en ambos ramales bifurcados (Ver. fig. 159).
- j.- Este Módulo cubre solamente los Casos donde la "Y" Griega es simétrica a su eje vertical, por lo tanto los ángulos  $\xi$  serán similares (Ver fig. 158 cuadro 1).
- k.- En el programa B,  $\theta$  se inicia con valor cero (Ver. fig. 159).
- l.- En el programa C,  $\theta$  se inicia con valor equivalente a  $90^\circ$ , más el Angulo de Paso ( $\alpha$ ) (Ver. fig. 159).



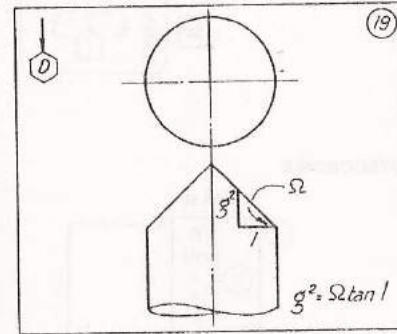
SECUELA ANALITICA

18



SECUELA ANALITICA

18



FORMULAS

$$c = \left( \frac{\beta/2}{2} \tan r \right) - \left( 90 - \frac{\beta}{2} \right) \tan r$$

$$g = \Omega \tan(r - (\beta \cos r))$$

$$g' = \left( (90 - \varepsilon) \tan(r + (\beta \cos r)) \right) + c$$

$$g^2 = \Omega \tan(r - (\beta \cos r))$$

$$\Omega = \frac{g}{\varepsilon} \quad \varepsilon = \frac{\beta}{2}$$

LEYENDA

- $\beta$  .- Angulo entre ramales bifurcados.
- $r$  .- Radio interior del tubo.
- $c$  .- Diferencia entre lineas base.
- $\alpha$  .- Angulo de paso.
- $\theta$  .- Angulo básico de cálculo.
- $g$  .- Proyecciones de zona I del ramal bifurcado.
- $g'$  .- Proyecciones de zona II del ramal bifurcado.
- $g^2$  .- Proyecciones de ramal base.

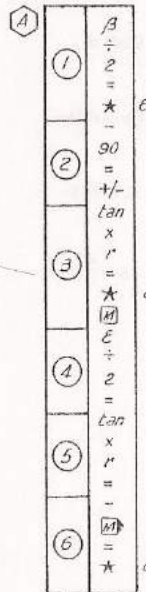
PROGRAMAS

18



RAMAL BIFURCADO

DIFERENCIA ENTRE LINEAS BASE



ZONA I



ZONA II

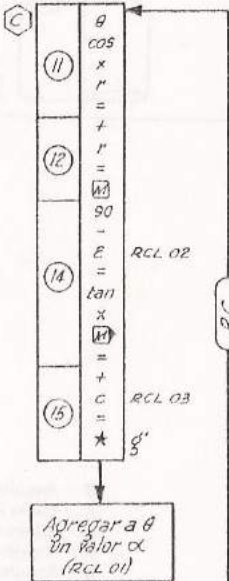
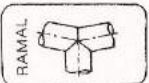


Fig. 159

PROGRAMA

18



RAMAL BASE

PROYECCIONES

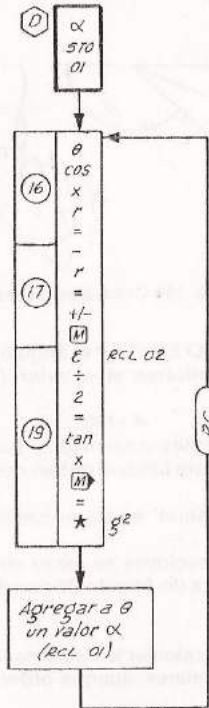
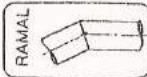


Fig. 160

DEFLEXION  
RAMAL

19



INSTRUCTIVO

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable al NUDO EN "V", cuando el ángulo de deflexión  $\beta$  excede a los  $90^\circ$ , así como al CODO DE  $90^\circ$ , según se muestran en la Fig. 161.

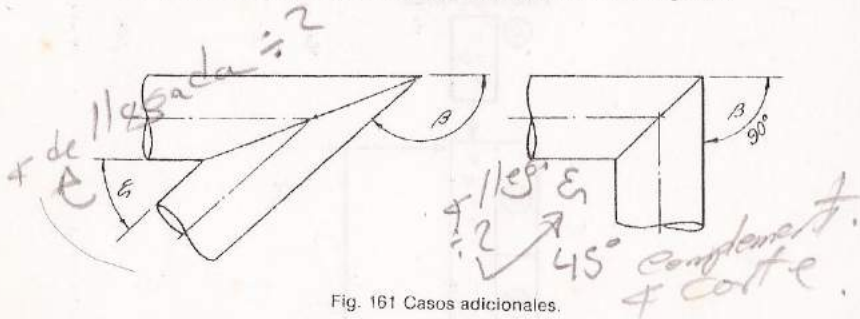


Fig. 161 Casos adicionales.

Cuando se maneja un NUDO EN "V" y el ángulo de deflexión conocido es el interior ( $\epsilon$ ), puede encontrarse el exterior ( $\beta$ ) aplicando la siguiente fórmula:

$$\beta = 180^\circ - \epsilon$$

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguiente reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más recogido del ramal, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $0^\circ$  y termina en  $180^\circ$ .
- Solamente se requiere calcular la mitad de las proyecciones; el complemento tiene valores similares, aunque ordenadas simétricamente.
- En el programa (A),  $\theta$  se inicia con valor cero (Ver. fig. 163).
- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.

$$\epsilon_1 = 180 - \beta$$

SECUELA ANALITICA

19

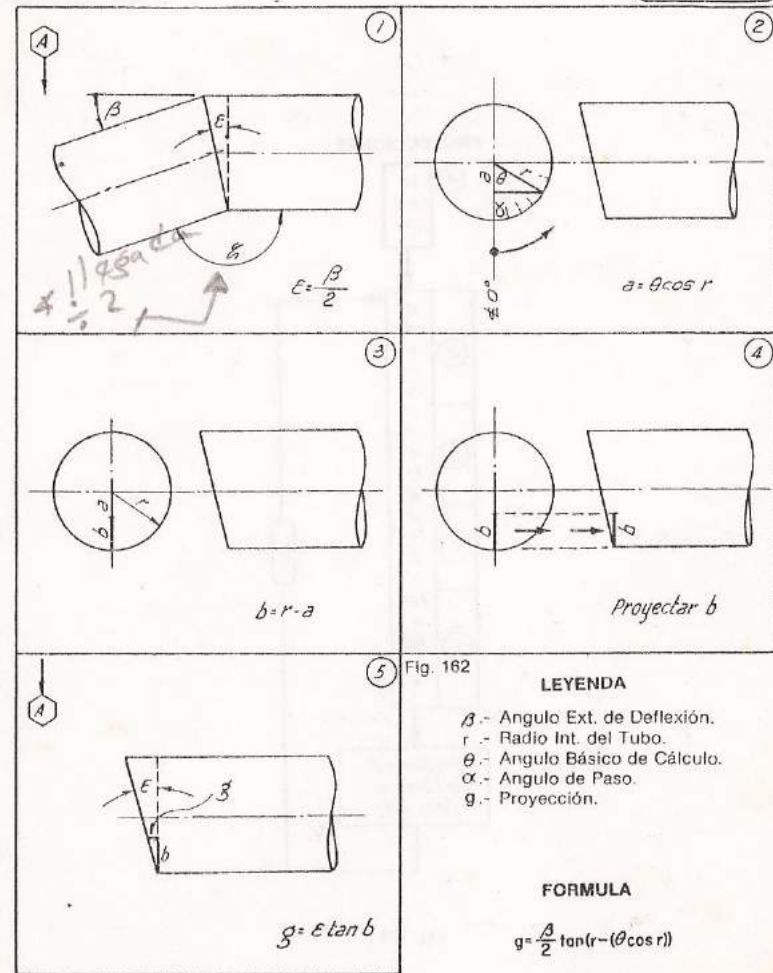
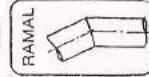


Fig. 162

LEYENDA

- $\beta$  - Angulo Ext. de Deflexión.
- $r$  - Radio Int. del Tubo.
- $\theta$  - Angulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$  - Angulo de Paso.
- $g$  - Proyección.

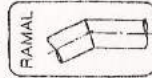
FORMULA

$$g = \frac{A}{2} \tan(r - (\theta \cos r))$$

$$g = r - (\theta \cos r) = x \cdot \epsilon \cdot \frac{1}{2}$$

$$g = r - (\theta \cos r) = x \cdot \left(\frac{\beta}{2}\right) \cdot \frac{1}{2}$$





## PROYECCIONES

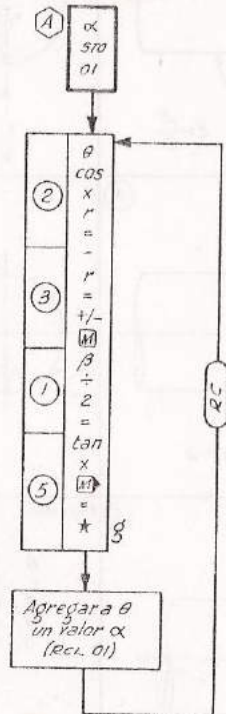
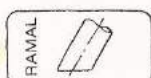


Fig. 163



## INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa. Este Módulo puede generar plantillas para dos tipos diferentes de asiento en el extremo de la pata. Uno de ellos lo obtendrá plano y propio para soldarse a su base en una forma somera, o para no soldarse, cuando es para estructuras temporales o móviles sujetas a bajos esfuerzos. El segundo tipo, obtiene una pata con el extremo biselado y adecuado para soldarse en condiciones óptimas a su base. Este tipo de asiento es propio para pata de estructuras sujetas a elevados esfuerzos, o permanentes. (Ver fig. 164).

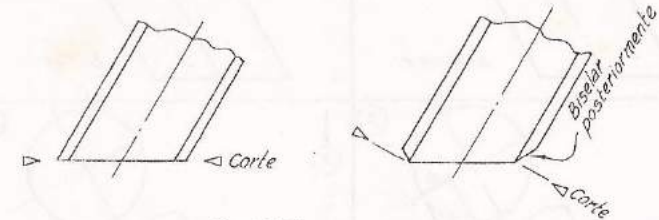


Fig. 164 Tipos de asientos.

Para obtener el primero de los tipos descritos, "r" corresponderá al radio exterior del tubo, y para el segundo el interior, además de que al ejecutar el corte, el soplete deberá mantenerse con un rumbo especial para cada uno de ellos.

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más recogido del ramal, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de  $0^\circ$ , y termina en  $180^\circ$ .
- Se requiere calcular solamente la mitad de las proyecciones, el complemento tiene valores similares, aunque ordenadas simétricamente.
- Debe calcularse un número tal de proyecciones equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.
- En el programa (A),  $\theta$  se inicia con valor cero (Ver fig. 166).

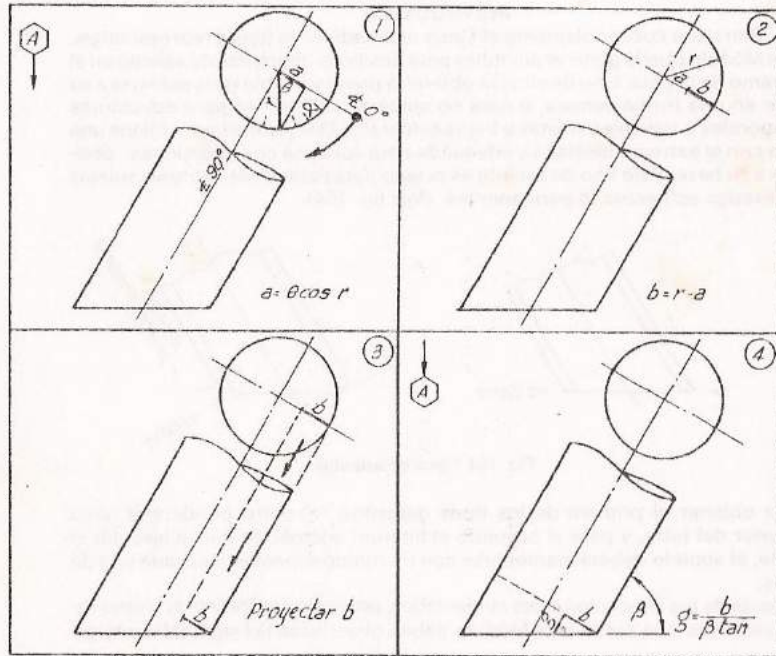


Fig. 165

LEYENDA

- r.- Radio del Tubo (ver instructivo).
- $\beta$ .- Angulo Int. de Inclinación.
- $\alpha$ .- Angulo de Paso.
- $\theta$ .- Angulo Básico de Cálculo.
- g.- Proyección.

FORMULA

$$g = \frac{r - (r \cos \theta)}{\beta \tan}$$



PROYECCIONES

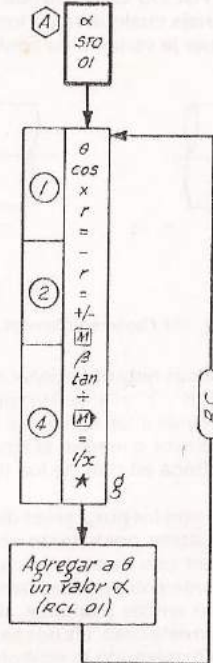


Fig. 166

**INTERFERENCIA PERPENDICULAR DE  
TUBOS CON DIFERENTES DIAMETROS  
BOCA EN TUBO MAYOR**

21



**INSTRUCTIVO**

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable a INTERFERENCIA PERPENDICULAR DE TUBOS CON DIFERENTES DIAMETROS Y BOCA EN TUBO MENOR, así como a INTERFERENCIA PERPENDICULAR DE TUBOS CON DIAMETROS SIMILARES que se muestran en la Fig. 167. Además cualquiera de los tres Casos que se cubren con este Módulo, pueden tener la variante de contar con boca en uno de los tubos, o en los dos.

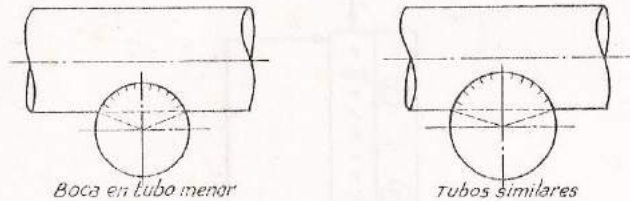


Fig. 167 Casos adicionales.

Este Módulo tiene características muy especiales en cuanto a la aplicación de diámetros y radios ("D", "R", "K", "r" y "k") en los programas. En ciertos Casos representan conceptos diferentes a los aplicados en otros dependiendo si la boca se localiza en el tubo mayor o menor, si sus diámetros son similares o diferentes, o si contará con boca en uno de los tubos o en los dos. Para su selección véase la Tabla IV.

Las plantillas que se generan con los programas de este Módulo comúnmente se aplican en estructuras tubulares, por lo tanto no es necesario confeccionar bocas en ambos tubos. Si por una característica muy especial se llegase a requerir la conducción del fluido entre ambos, habría que hacerles boca a los dos, y por lo tanto desarrollar ambas plantillas, siempre y cuando los tubos sean de diferente diámetro. En este caso, las dos se calcularán con los mismos programas (A) y (B), pero empleando la simbología de radios y diámetros apropiada en cada una de ellas, según se explicó anteriormente. Si los tubos de la interferencia son de diámetros similares, se desarrollará solamente la plantilla de uno de ellos y se aplicará en ambos.

Es muy importante aplicar el rumbo del soplete correctamente, al ejecutar el corte de la, o las bocas. El bisel, así como el tipo de soldadura, son diferentes entre uniones de tubos que cuenten con una boca, a las que tienen dos (Ver fig. 168).

TABLA IV

DIAMETROS	BOCA EN	SIMBOLOGIA EN:	
		TUBO MAYOR	TUBO MENOR
DIFERENTES	TUBO MAYOR	D.- DIAM. EXT. R.- RADIO EXT. K.- RADIO INT.	k.- RADIO EXT. K.- RADIO INT.
	TUBO MENOR	r.- RADIO EXT. k.- RADIO EXT.	D.- DIAM. EXT. R.- RADIO EXT. K.- RADIO INT.
	AMBOS TUBOS PLANTILLA EN TUBO MAYOR	D.- DIAM. EXT. R.- RADIO EXT. K.- RADIO INT.	k.- RADIO EXT. K.- RADIO INT.
	AMBOS TUBOS PLANTILLA EN TUBO MENOR	r.- RADIO EXT. k.- RADIO INT.	D.- DIAM. EXT. R.- RADIO EXT. K.- RADIO INT.
IGUALES	UN TUBO	D.- DIAM. EXT. R.- RADIO EXT. r.- RADIO EXT. k.- RADIO EXT. K.- RADIO INT.	
	AMBOS TUBOS	D.- DIAM. EXT. R.- RADIO EXT. r.- RADIO EXT. K.- RADIO INT. k.- RADIO INT.	

El primer corte siempre debe ser normal y radial al tubo, posteriormente se biselarán los tramos que lo requieran con una inclinación especial y variable (Ver fig. 169).

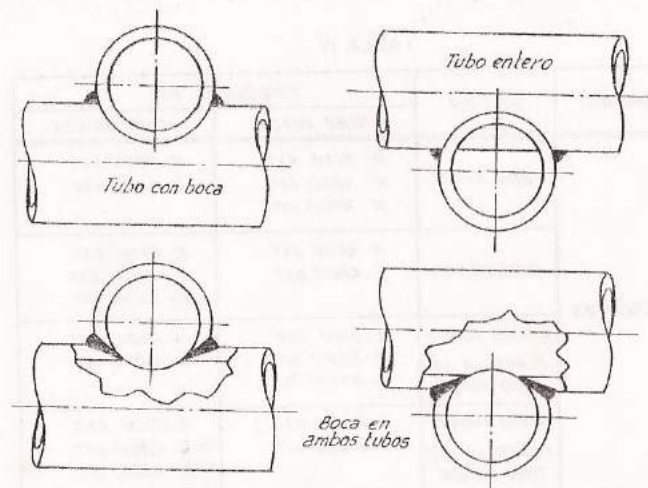


Fig. 168 Tipos de uniones dependiendo del número de bocas.

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- Esta literatura cubre solamente los Casos en que el radio interior del tubo mayor sea menor que "L".
- El número total de pasos deberá ser par.
- El cálculo y trazo de la primera proyección se iniciará en el centro de la plantilla, que corresponderá al eje menor, y la última en el extremo de la misma.
- Los valores obtenidos corresponden a medias proyecciones y parten gráficamente del eje mayor de la plantilla, en sentido perpendicular.

- En el programa  $\text{B}$ ,  $\theta$  se inicia con valor cero (Ver fig. 172).
- El juego de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número total de pasos, más uno.
- Se obtendrán proyecciones correspondientes a la mitad de la plantilla, el complemento tiene valores similares, aunque ordenadas simétricamente.

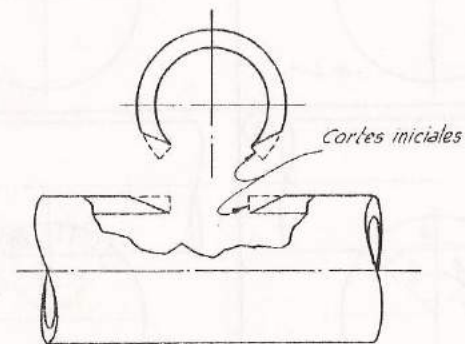
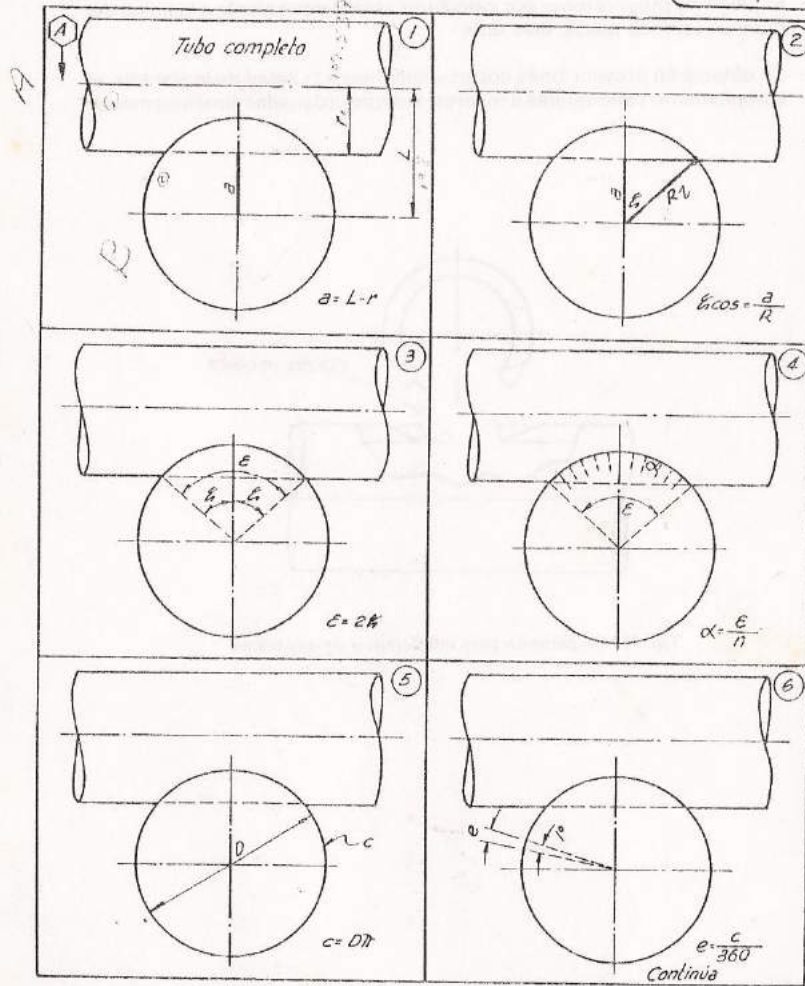
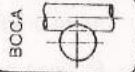


Fig. 169 Preparación para interferencia de dos bocas.

SECUELA ANALITICA

21



SECUELA ANALITICA

21

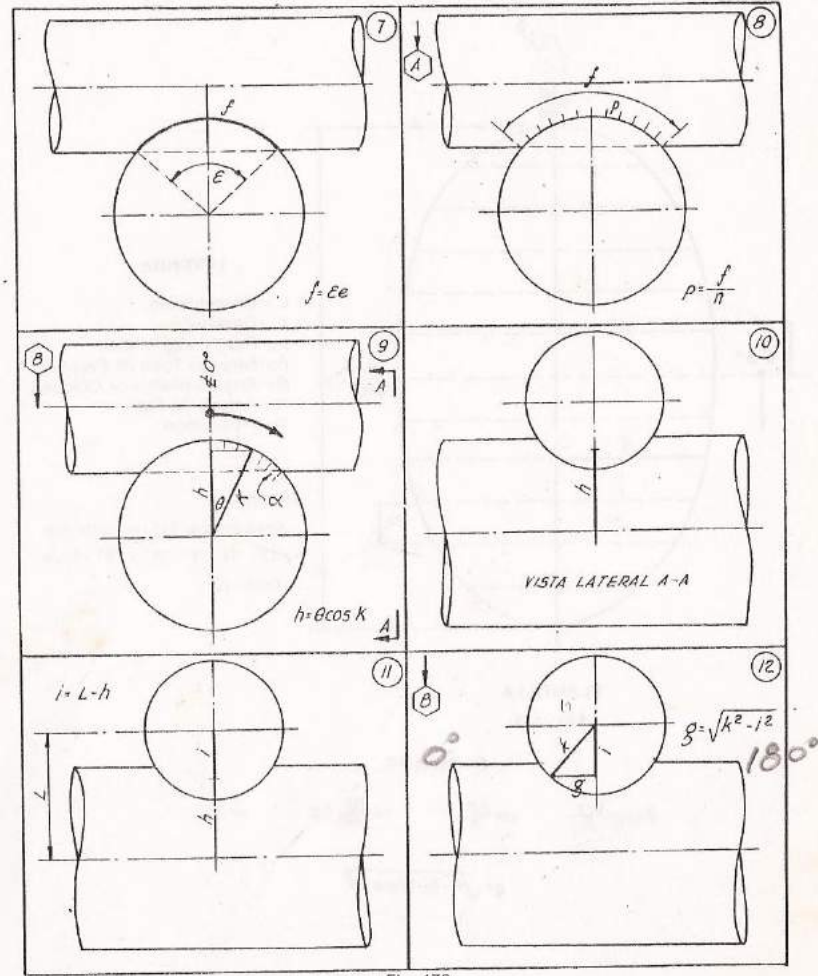
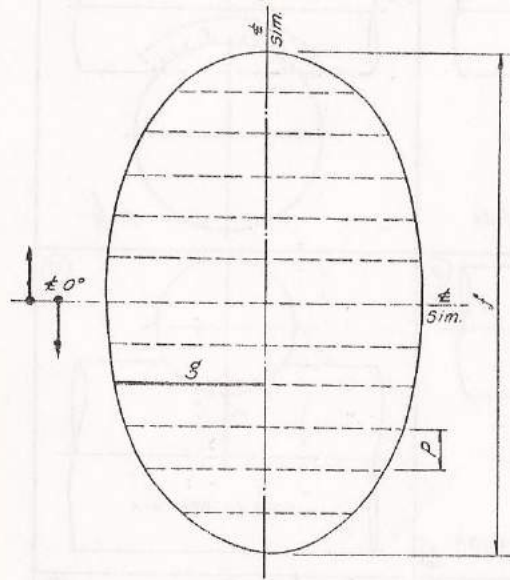
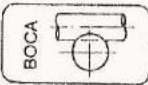


Fig. 170



LEYENDA

- L.- Descentrado.
- f.- Desarrollo.
- p.- Paso Longitudinal.
- n.- Número Total de Pasos.
- $\theta$ .- Angulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$ .- Angulo de Paso.
- g.- Proyección.

NOTA.-

Para conceptos de símbolos "D", "R", "r", "K" y "k" véase Tabla IV.

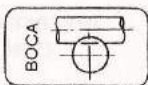
PLANTILLA

Fig. 171

FORMULAS

$$g \cos = \frac{L-r}{R} \quad \alpha = \frac{2\epsilon}{n} \quad f = \frac{D\gamma}{360} 2\epsilon \quad p = \frac{f}{n}$$

$$g = \sqrt{k^2 - (L - (\theta \cos k))^2}$$



DESARROLLO Y PASO



PROYECCIONES

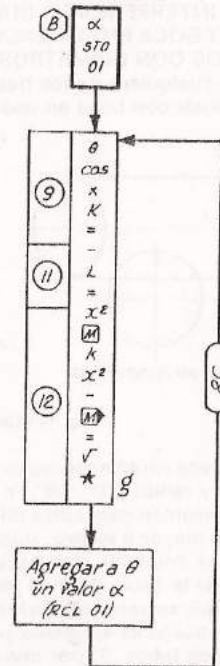
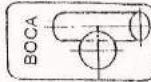


Fig. 172

**INTERFERENCIA DIAGONAL DE TUBOS  
CON DIFERENTES DIAMETROS  
BOCA EN EL MAYOR**

22



BOCA

**INSTRUCTIVO**

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable a INTERFERENCIA DIAGONAL DE TUBOS CON DIFERENTES DIAMETROS Y BOCA EN EL MENOR, así como a INTERFERENCIA DIAGONAL DE TUBOS CON DIAMETROS SIMILARES que se muestran en la Fig. 173. Además, cualquiera de los tres Casos que se cubren, pueden tener la variante de contar con boca en uno de los tubos, o en los dos.

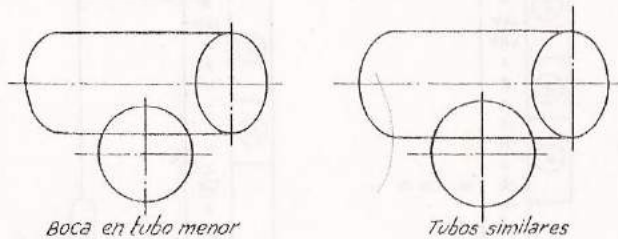


Fig. 173 Casos adicionales.

Este Módulo tiene características muy especiales en cuanto a la aplicación de los diámetros y radios ("D", "R", "K", "r" y "k") en los programas. En ciertas variantes representan conceptos diferentes, dependiendo si la boca se localiza en el tubo mayor o menor, si los diámetros de los tubos son similares o diferentes, o si contarán con boca en los dos tubos, o en uno. Para su selección véase la Tabla IV en el Módulo 21.

Las plantillas que se generan con los programas de este Módulo comúnmente se aplica en estructuras tubulares, por lo tanto no es necesario confeccionar bocas en ambos tubos. Si por una característica muy especial se llegase a requerir la conducción del fluido entre los dos tubos, habría que hacerles boca a ambos, y por lo tanto desarrollar dos plantillas siempre y cuando los tubos sean de diferente diámetro. En este caso se calculará cada plantilla con el mismo programa, pero empleando la simbología de radios y diámetros apropiada para cada una de ellas, según se explicó anteriormente. Si los tubos de la interferencia son de diámetros similares, se desarrollará solamente la plantilla de uno de ellos y se aplicará en ambos.

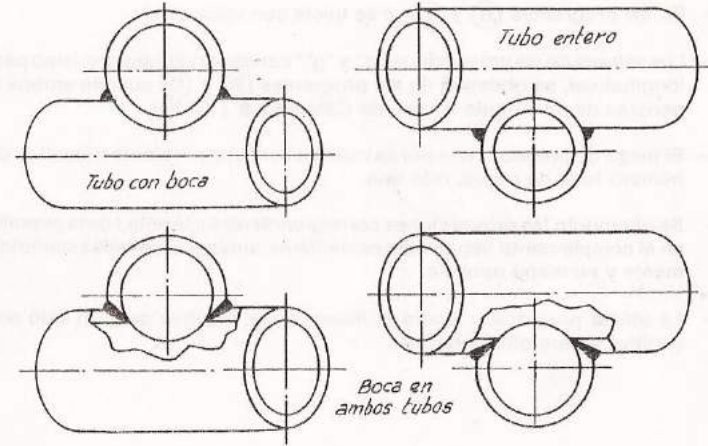


Fig. 174 Tipos de uniones dependiendo del número de bocas.

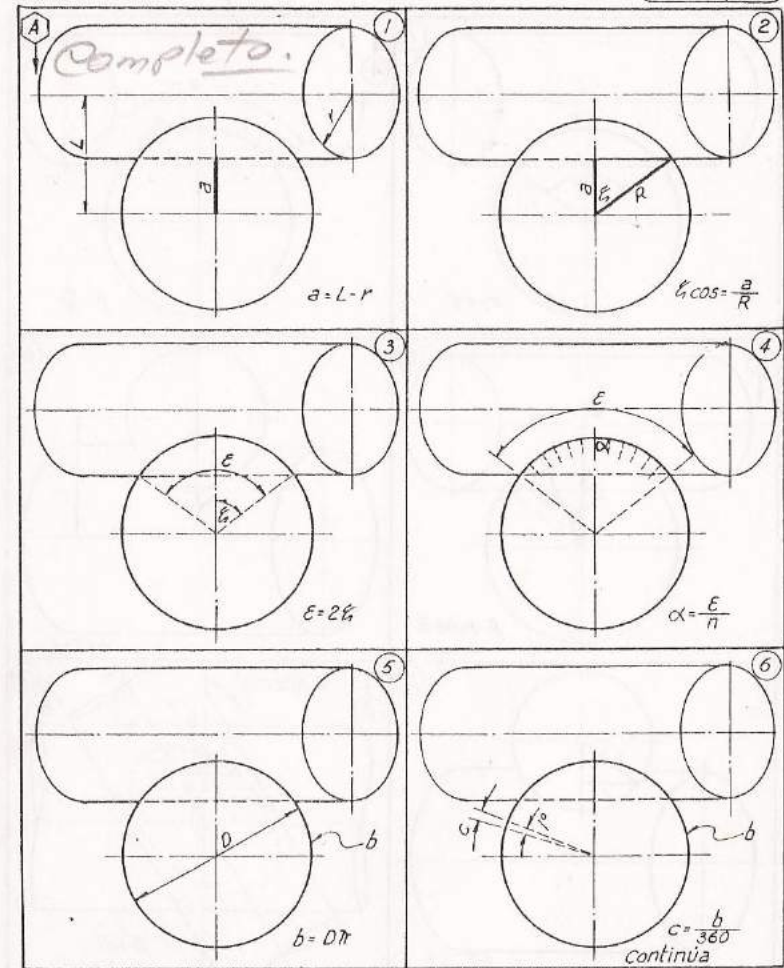
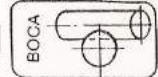
Es muy importante aplicar correctamente el rumbo del soplete al ejecutar el corte de la, o las bocas. El bisel y tipo de soldadura es diferente entre uniones de tubos que cuenten con una boca, a las que tienen dos (Ver fig. 174).

El primer corte siempre debe ser normal y radial al tubo, posteriormente se biselarán los tramos que lo requieran con una inclinación especial y variable (Ver fig. 169).

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- Esta literatura cubre solamente los Casos en que el radio interior del tubo mayor sea menor que "L".
- c.- El número total de pasos deberá ser par.
- d.- El cálculo y trazo de la primera proyección se inicia en el centro de la plantilla, correspondiente al eje menor, y la última en el extremo de la misma (Ver fig. 176).
- e.- Los valores obtenidos corresponderán a medias proyecciones y se trazarán perpendicularmente del eje mayor de la plantilla.

- r.- En los programas (B) y (C),  $\theta$  se inicia con valor cero.
- g.- Los valores de las proyecciones "g" y "g'" correspondientes al mismo paso longitudinal, se obtienen de los programas (B) y (C) cuando ambos se generan de un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) similar.
- h.- El juego de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número total de pasos, más uno.
- i.- Se obtendrán las proyecciones correspondientes a la mitad de la plantilla, en el complemento tienen valores similares, aunque ordenadas simétricamente y en mano opuesta.
- j.- La última proyección tendrá el mismo valor, aunque para un lado será positiva y para otro negativa.





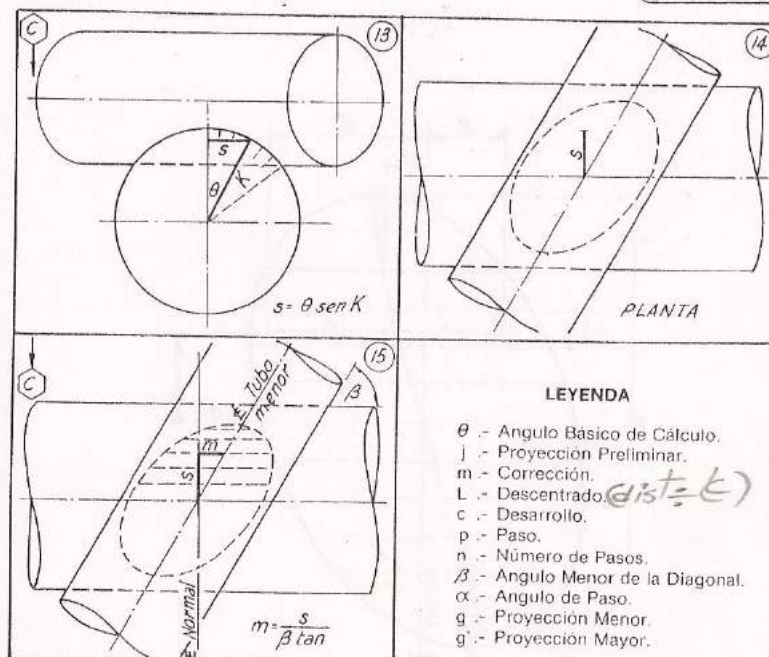
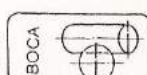
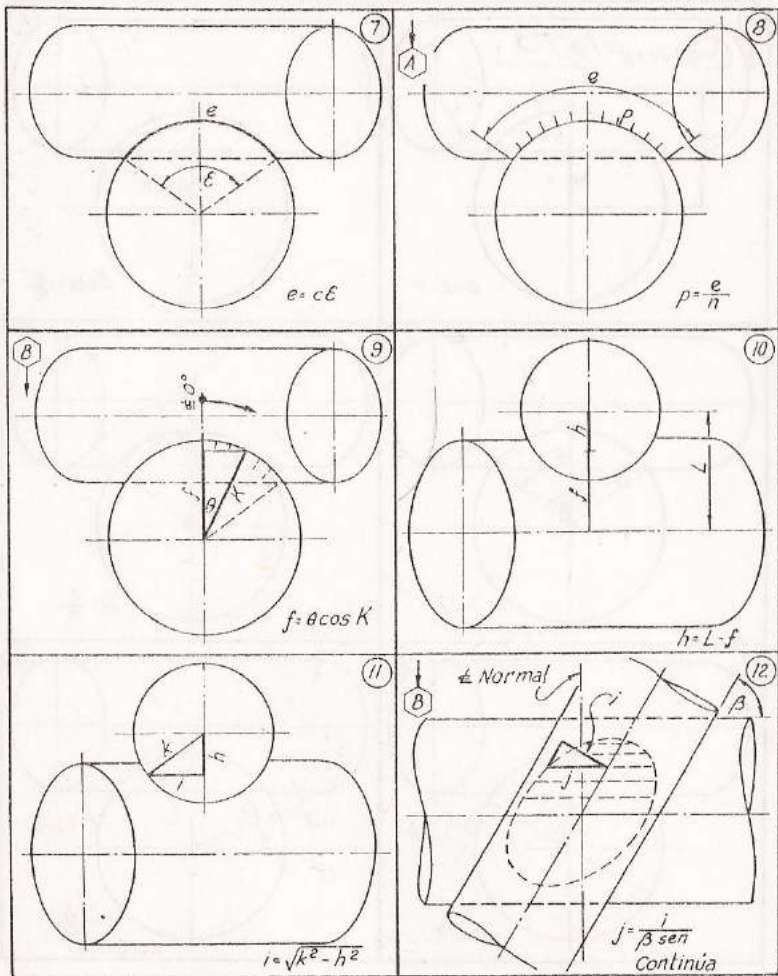
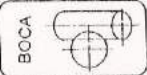


Fig. 175

LEYENDA

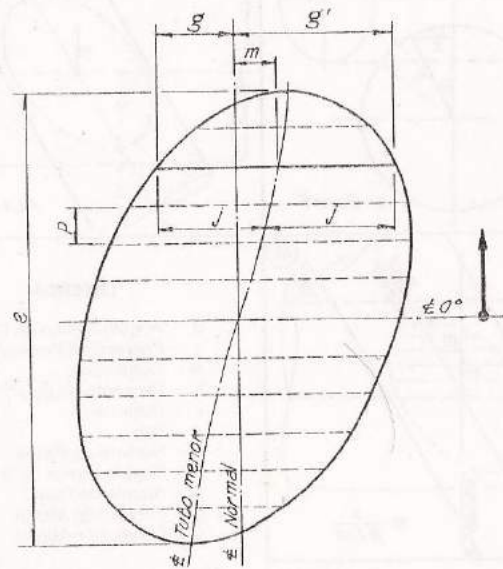
- θ - Angulo Básico de Cálculo.
- j - Proyección Preliminar.
- m - Corrección.
- L - Descentrado. *(dist = e)*
- c - Desarrollo.
- p - Paso.
- n - Número de Pasos.
- β - Angulo Menor de la Diagonal.
- α - Angulo de Paso.
- g - Proyección Menor.
- g' - Proyección Mayor.

NOTA.-  
Para conceptos de símbolos "D", "R",  
"r", "K" y "k" ver Tabla IV en Módulo

21

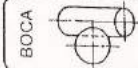
FORMULAS

$$\begin{aligned}
 \epsilon \cos &= \frac{L-r}{R} & \alpha &= \frac{2\epsilon}{n} & e &= \frac{D\gamma}{360} 2\epsilon & p &= \frac{e}{n} \\
 j &= \frac{\sqrt{k^2 - (L - (\theta \cos k))^2}}{\beta \text{sen}} & m &= \frac{\theta \text{sen } k}{\beta \tan} & g &= j - m & g' &= j + m
 \end{aligned}$$

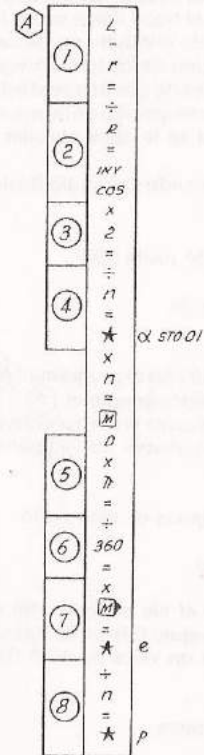


PLANTILLA

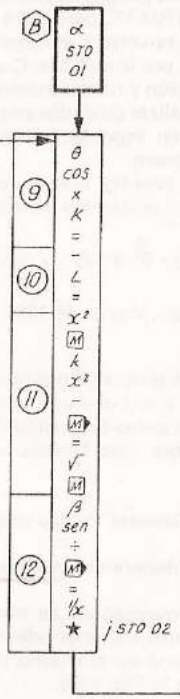
Fig. 176



DESARROLLO Y PASO



PROYECCIONES PRELIMINARES



CORRECCIONES Y PROYECCIONES FINALES

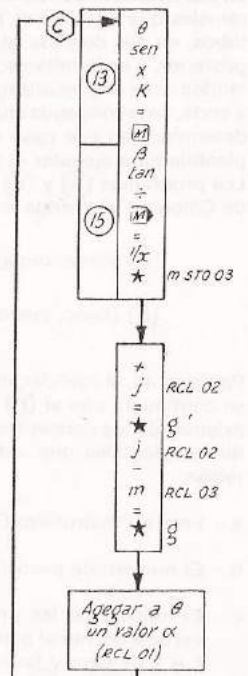
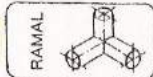


Fig. 177



RAMAL

INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa. La plantilla obtenida con los programas de este Módulo es aplicable a los tres ramales que integran el TRIATE, pero para ejecutar el trazo físico sobre los tubos, en dos de ellos se envolverá al mismo haciendo contacto por la cara posterior, y en el faltante, por la anterior. Cuando alguno de los tubos involucrados tiene una localización y rumbo inamovible, antes de ejecutarse el trazo y corte, se recomienda analizar cuidadosamente su participación en la unión y determinar en ese caso en especial, sobre qué cara se le debe enrollar la plantilla para ejecutar el trazo.

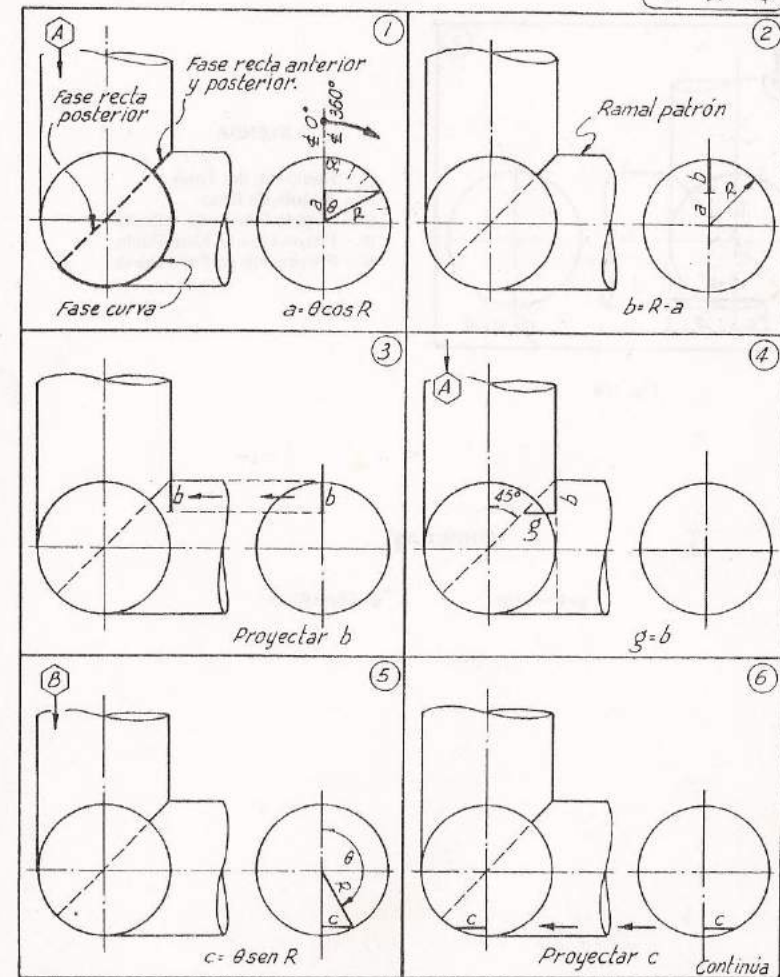
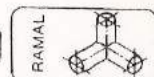
Los programas (A) y (B) (Ver fig. 179) se aplicarán cuando el Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) tenga los siguientes valores:

(A) (Secc. recta).-  $0^\circ$  a  $135^\circ$ , y mayor de  $315^\circ$  hasta  $360^\circ$ .

(B) (Secc. curva).- Mayor de  $135^\circ$  y hasta  $315^\circ$ .

Por lo tanto, al calcular las proyecciones se comenzará con el programa (A), se continuará con el (B) y se concluirá empleando nuevamente el (A). Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- El número de pasos deberá ser múltiplo de ocho.
- El cálculo de las proyecciones se inicia sobre el eje superior del eje vertical del ramal patrón, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de cero y termina en el mismo punto con un valor de  $360^\circ$  (Ver cuadros (1) y (2) de la Fig. 178).
- Se requiere calcular la totalidad de las proyecciones.
- En el programa (A) (Ver fig. 179)  $\theta$  se inicia con valor cero, y el incremento angular debe mantenerse aunque tenga que cambiarse el programa empleado.



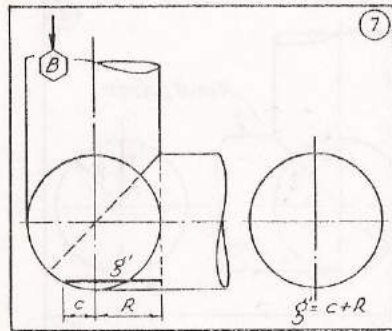
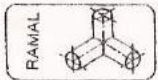


Fig. 178

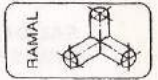
LEYENDA

- R.- Radio Int. del Tubo.
- $\alpha$ .- Angulo de Paso.
- $\theta$ .- Angulo Básico de Cálculo.
- g.- Proyección en Fase Recta.
- g'.- Proyección en Fase Curva.

FORMULAS

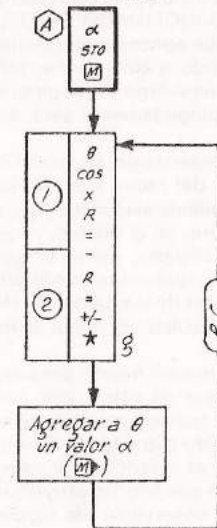
$$g = R - \theta \cos r$$

$$g' = (\theta \sin R) + R$$



PROYECCIONES

SECTOR RECTO



SECTOR CURVO

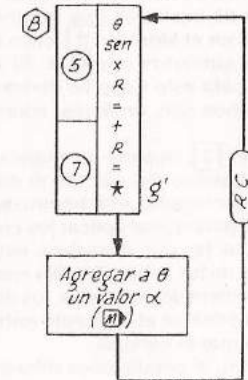
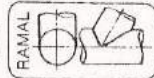


Fig. 179

## SALIDA INCLINADA INSERTADA DE TUBOS CON DIÁMETROS SIMILARES

24



### RAMAL

#### INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa. Este tipo de injerto es una variante del INJERTO INCLINADO CENTRADO mostrado en el Módulo [3], cuya literatura no debe aplicarse en cálculos de plantillas cubiertos por éste. El motivo que obligó a elaborar un Módulo especial para este Caso se deriva de que, tanto diámetros como paredes de ambos tubos son similares, además el injerto obligadamente será de tipo insertado.

El Módulo [3], cuando es empleado en injertos insertados, se toman como factores básicos del cálculo el diámetro exterior del ramal y el interior del cabezal, por lo tanto, el diámetro del primero físicamente será menor que el del segundo, para que al aplicar los conceptos anteriores en el cálculo, y éste sea posible, se tengan diámetros exteriores de los ramales, menores que los interiores de los cabezales. Sin embargo, en el Caso que cubre este Módulo lo anterior difiere debido a que, los diámetros y paredes de los tubos son similares, y al aplicarse el concepto antes comentado, resultará el ramal de mayor diámetro que el cabezal.

Ahora bien, si condiciones diferentes obligan el mismo injerto pero de tipo cabalgado, debe emplearse el Módulo [3], ya que en este Caso, aunque diámetros y paredes fueran similares físicamente, para el cálculo el diámetro del ramal resultará menor que el del cabezal, debido a que los conceptos se invierten; en el ramal regirá el diámetro interior y el exterior en el cabezal. Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- Solamente se requiere calcular la mitad de las proyecciones, el complemento tiene valores similares, aunque ordenadas simétricamente.
- El programa (B) se inicia con un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) con valor cero. El programa (C) lo hace con  $90^\circ$  más el valor del Angulo de Paso ( $\alpha$ ) (Ver fig. 182).
- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.

- La primera proyección se calculará con un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) con valor de  $0^\circ$ , y la última con  $180^\circ$ .
- El valor del ángulo  $\beta$  puede ser desde el mínimo posible hasta  $90^\circ$  (Ver fig. 180).
- Para calcular la plantilla de la boca de este tipo de injerto empléese el Módulo [25].

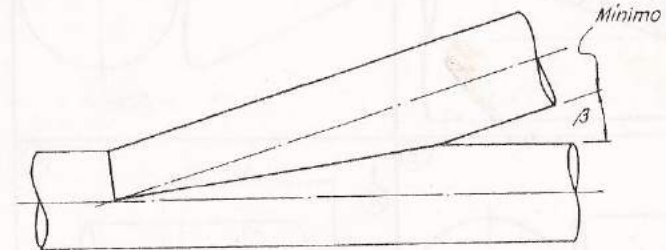
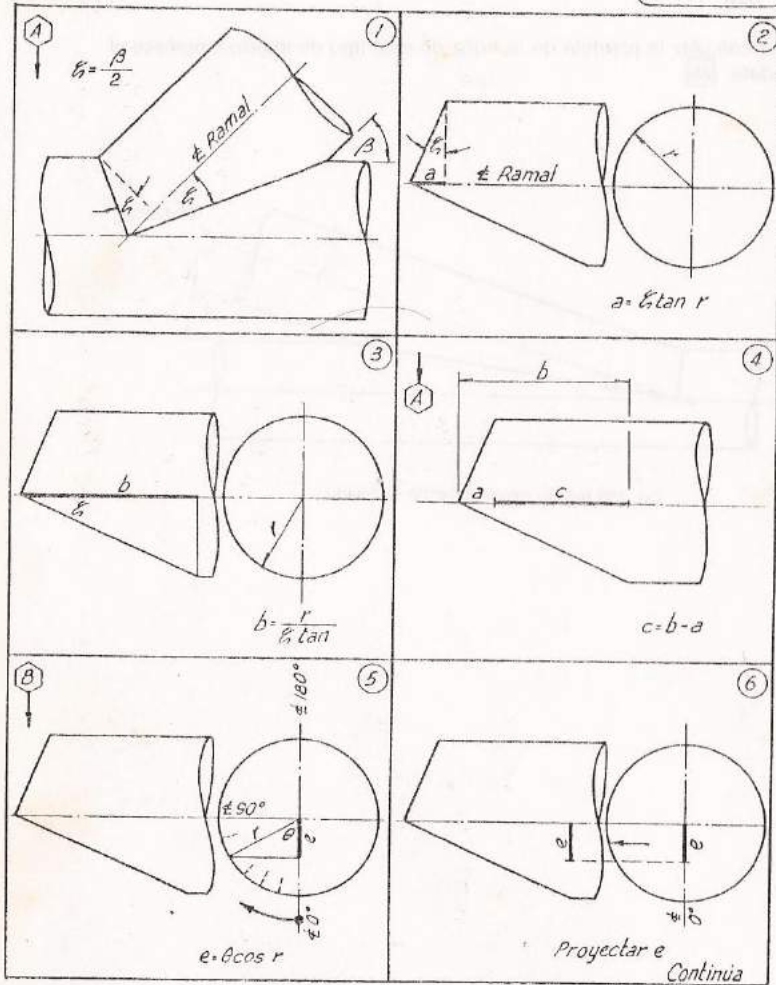
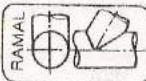


Fig. 180 Injerto excesivamente inclinado.

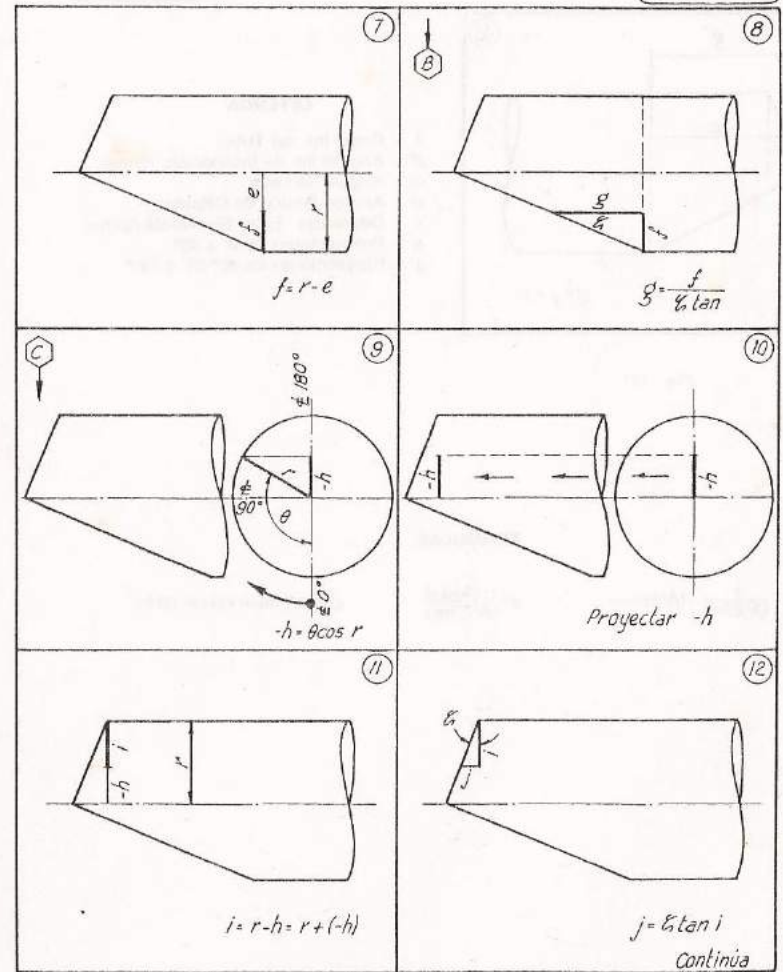
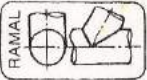
SECUELA ANALITICA

24



SECUELA ANALITICA

24



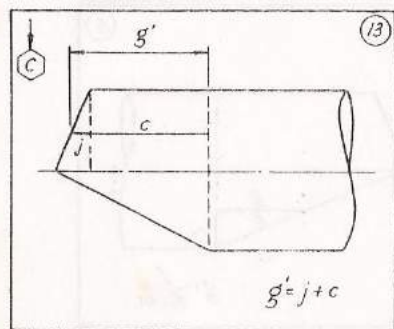
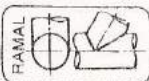


Fig. 181

LEYENDA

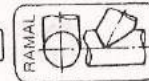
- r .- Radio int. del Tubo.
- $\beta$  .- Angulo int. de Inclinación, Ramal.
- $\alpha$  .- Angulo de Paso.
- $\theta$  .- Angulo Básico de Cálculo.
- c .- Diferencia Entre Niveles de Apoyo.
- g .- Proyecciones de 0° a 90°.
- g' .- Proyecciones de 90°-01' a 180°.

FORMULAS

$$c = \frac{r}{(\beta/2)\tan} - (\beta/2)\tan r$$

$$g = \frac{r(\beta \cos r)}{(\beta/2)\tan r}$$

$$g' = ((\beta/2)\tan(r + (\beta \cos r))) + c$$



PROYECCIONES

DIFERENCIA ENTRE NIVELES DE APOYO

DE 0° A 90°

MAYOR DE 90° Y HASTA 180°

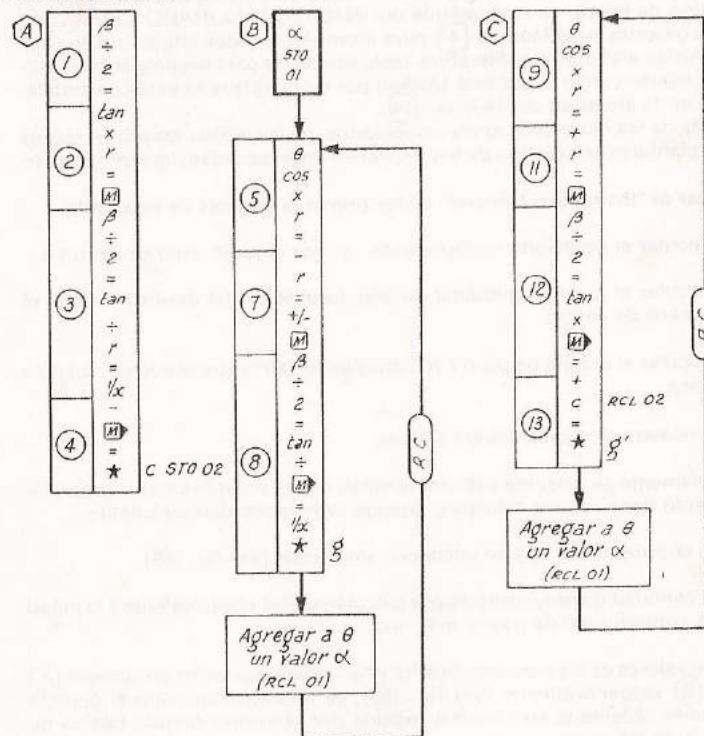
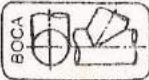


Fig. 182

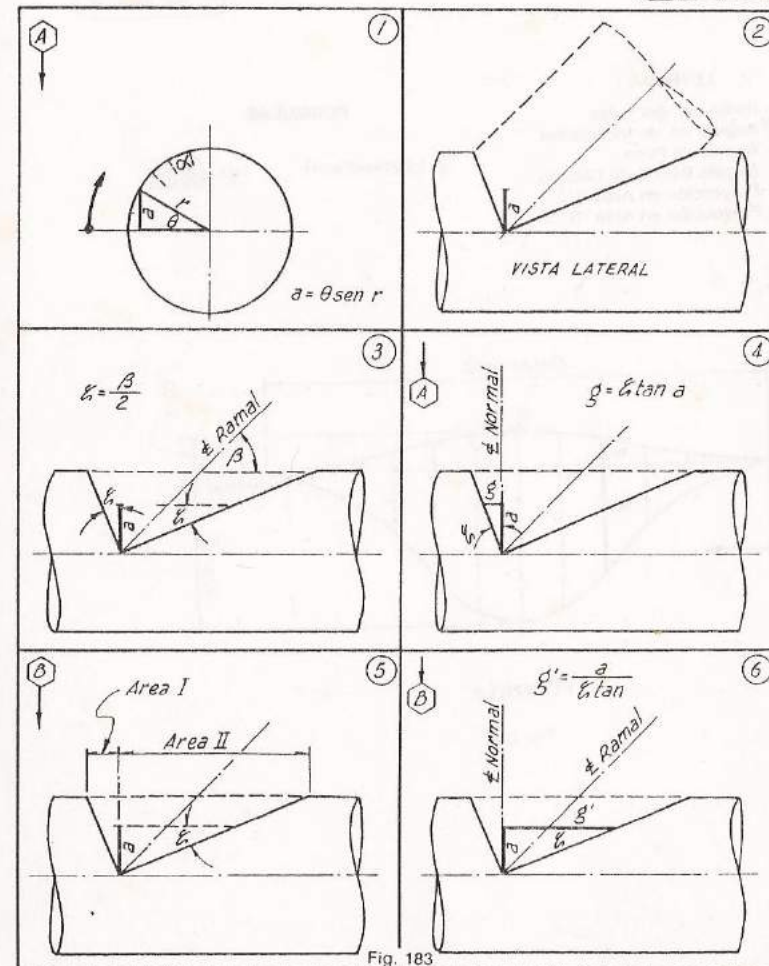
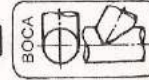


BOCA

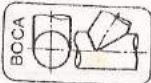
INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa. Este tipo de injerto es una variante del INJERTO INCLINADO CENTRADO que se muestra en el Módulo 4, cuya literatura no debe emplearse en éste. Fue preciso elaborar esta literatura exclusivamente para desarrollar la plantilla del injerto cubierto por este Módulo por motivos que se explican ampliamente en la literatura del Módulo 24. Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas de este tipo de injerto, deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- Calcular el desarrollo multiplicando  $\pi$  por el radio exterior del tubo.
- Calcular el paso longitudinal dividiendo el valor del desarrollo entre el número de pasos.
- Calcular el ángulo de paso ( $\alpha$ ) dividiendo  $180^\circ$  entre el número total de pasos.
- El número de pasos deberá ser par.
- Solamente se requiere calcular la mitad de las proyecciones, el complemento tiene valores similares, aunque ordenadas simétricamente.
- En el programa (A)  $\theta$  se inicia con valor cero (Ver fig. 185).
- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número total de pasos, más uno.
- Los valores de las proyecciones "g" y "g'" obtenidos en los programas (A) y (B) respectivamente (Ver fig. 185), se relacionarán entre sí cuando fueron obtenidos en cálculos regidos por el mismo Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ).
- El valor del ángulo  $\beta$  puede ser desde el mínimo posible hasta  $90^\circ$  (Ver fig. 180).







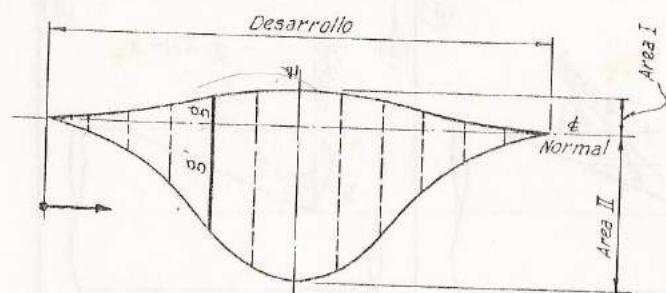
LEYENDA

- r.- Radio int. del Tubo.
- $\beta$ .- Angulo int. de Inclinación
- $\alpha$ .- Angulo de Paso.
- $\theta$ .- Angulo Básico de Cálculo.
- g.- Proyección en Area "I".
- g'.- Proyección en Area "II".

FORMULAS

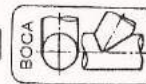
$$g = (\sqrt{2}) \tan(\theta \text{sen } r)$$

$$g' = \frac{\theta \text{sen } r}{(\sqrt{2}) \tan}$$



PLANTILLA

Fig. 184



PROYECCIONES

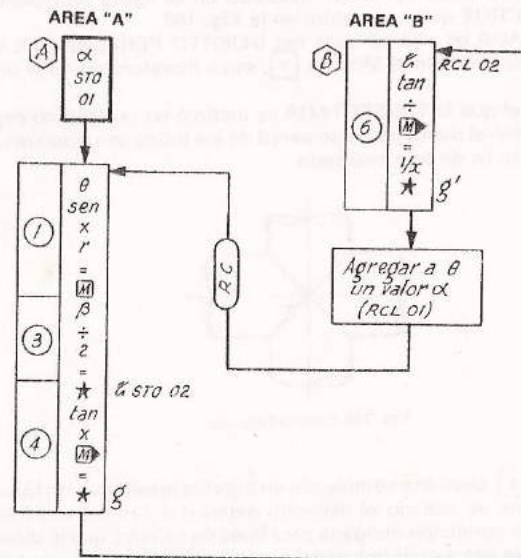


Fig. 185

## T INSERTADA

### RAMAL

26



### INSTRUCTIVO

Esta literatura, además del Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable a la CRUZ que se muestra en la Fig. 185.

La T INSERTADA es una variante del INJERTO PERPENDICULAR CENTRADO correspondiente al Módulo 1, cuya literatura no debe emplearse para éste.

El motivo por el que la T INSERTADA se incluyó en un Módulo especial se debe a que, tanto el diámetro como pared de los tubos son similares, además de que el injerto es de tipo insertado.

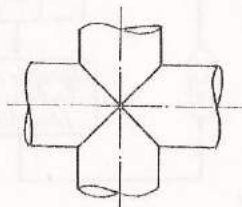


Fig. 186 Caso adicional.

En el Módulo 1, cuando es empleado en injertos insertados, se toman como factores básicos de cálculo el diámetro exterior del ramal y el interior del cabezal, siendo condición obligada para fines de cálculo, que el diámetro del primero siempre sea menor que el del segundo. Sin embargo, en el Caso que cubre este Módulo, al ser similares los diámetros y paredes de los tubos; y aplicando la regla antes comentada, el ramal resultará de mayor diámetro que el cabezal, siendo imposible el cálculo de la plantilla.

Ahora bien, si condiciones especiales obligan este tipo de injerto, pero de tipo cabalgado, debe emplearse el Módulo 1, ya que en ese Caso el ramal resultará de menor diámetro que el del cabezal debido a que los conceptos se invierten; en el primero regirá el diámetro interior y en el segundo el exterior. Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.

b.- Solamente se requiere calcular las proyecciones correspondientes a un cuadrante, en los restantes éstas tienen valores similares, aunque en dos de ellos ordenadas simétricamente.

c.- En el programa A,  $\theta$  se inicia con valor cero y termina con  $90^\circ$  (Ver fig. 188).

d.- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la cuarta parte del número total de pasos, más uno.

e.- La plantilla se inicia en el punto más recogido del ramal.

f.- Cuando la plantilla generada es empleada en una CRUZ, es aplicable a los cuatro ramales.

g.- Para calcular la plantilla de la boca de la T INSERTADA empleese el Módulo 27.

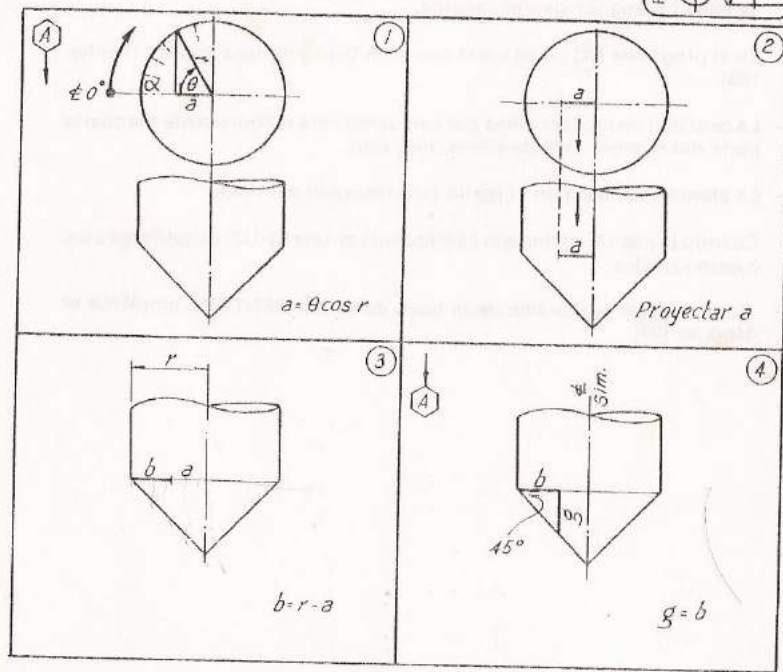


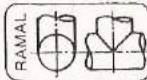
Fig. 187

LEYENDA

- r.- Radio Int. del Tubo.
- $\theta$ .- Anqulo Basico de Cálculo
- $\alpha$ .- Anqulo de Paso.
- g.- Proyección

FORMULA

$g = r - (r \cos \theta)$



PROYECCIONES

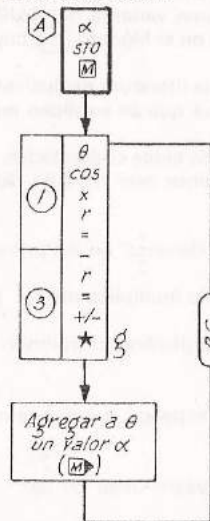
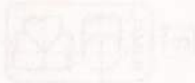


Fig. 188



## T INSERTADA BOCA



### INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa. Este tipo de injerto es una variante del INJERTO PERPENDICULAR CENTRADO que se muestra en el Módulo 2, cuya literatura no debe emplearse en éste.

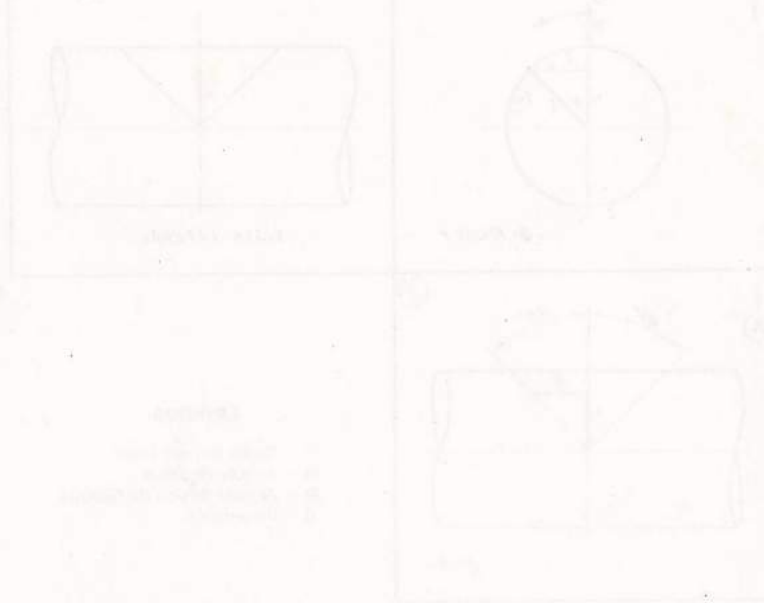
Fue preciso elaborar esta literatura exclusivamente para el injerto que cubre este Módulo por motivos que se explican ampliamente en comentarios del Módulo 26.

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- Calcular el desarrollo multiplicando  $\pi$  por el radio exterior del tubo.
- c.- Calcular el paso longitudinal dividiendo el valor del desarrollo entre el número de pasos.
- d.- Calcular el ángulo de paso ( $\alpha$ ) dividiendo  $180^\circ$  entre el número total de pasos.
- e.- El número total de pasos debe ser par.
- f.- Solamente se requiere calcular la mitad de las proyecciones, el complemento tiene valores similares, aunque ordenadas simétricamente.
- g.- En el programa  $\theta$  se inicia con valor cero y termina con  $90^\circ$  (Ver fig. 190).
- h.- El cálculo y trazo de las proyecciones se inician en el centro de la plantilla y termina en los extremos.
- i.- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número total de pasos, más uno.
- j.- Los valores obtenidos equivalen a media proyección.

k.- Las medias proyecciones se trazarán perpendicularmente del eje mayor de la plantilla.

l.- Para calcular la plantilla del ramal de este tipo de injerto empleese el Módulo 26.



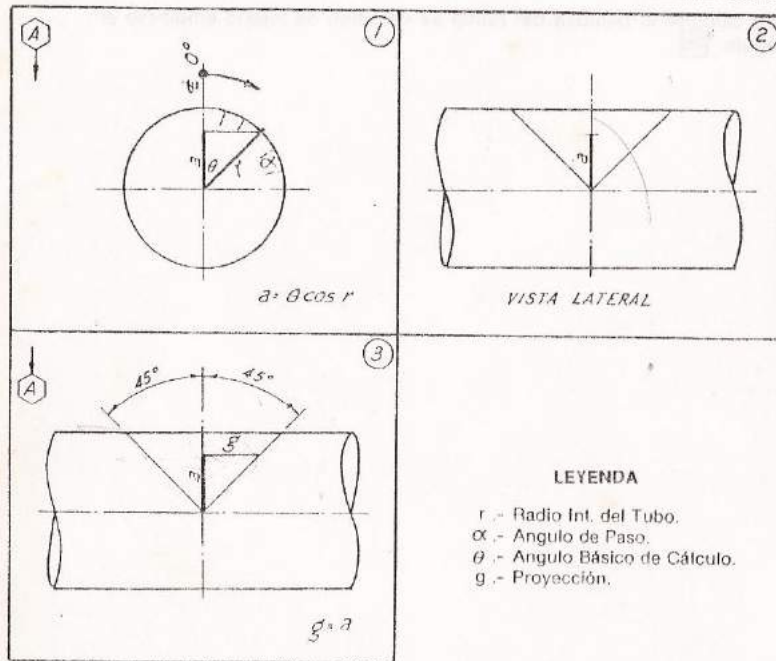
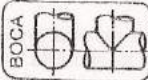


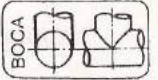
Fig. 189

FORMULA

$$g = \theta \cos r$$

LEYENDA

- r.- Radio Int. del Tubo.
- $\alpha$ .- Angulo de Paso.
- $\theta$ .- Angulo Básico de Cálculo.
- g.- Proyección.



PROYECCIONES

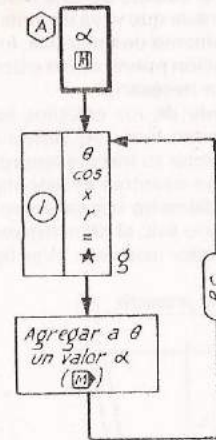


Fig. 190

REDUCCION CONCENTRICA ROLDADA  
CUERPO



INSTRUCTIVO

Esta literatura cubre solamente el Caso mostrado en la figura representativa. Los datos de trazo obtenidos en el cálculo de este Módulo pueden aplicarse directamente sobre la placa laminada que vaya a emplearse; no es necesario, si así se desea, desarrollar previamente una plantilla; lo único que justificaría su elaboración sería la comprobación previa de los cálculos antes de ejecutar el corte del material, si esto fuera necesario.

Cuando el cono trunco resultante de los cálculos es de gran tamaño, al trazarse los radios mayores pueden tener su centro de giro en un punto localizado fuera de la placa sin afectar su trazo, siempre y cuando el centro de los radios y la placa no se muevan mientras es ejecutado.

Es muy importante que tanto el diámetro mayor como el menor ("D" y "d") correspondan a valores promedio, o sea: el diámetro exterior menos el espesor de la placa; o el diámetro interior más éste. (Ver fig. 191).

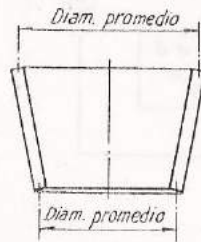


Fig. 191 Diámetros aplicables al cálculo.

El programa (C) (Ver fig. 195) genera el valor del radio de comprobación ("x"). Este dato se hace indispensable para obtener precisión en el trazo de reducciones mayores de 18" de diámetro. Cuando el arco "L" se determina físicamente basándose en el ángulo  $\alpha$  (Ver cuadro (13) de la Fig. 194), y este es obtenido mediante un transportador de taller de 30 cms. de diámetro, que es el tamaño común, cuando el radio "Q" tenga un valor mayor de 2 Mts., es fácil suponer que al proyectarse el valor angular obtenido en el transportador se generen pequeños errores de desviación en su trazo, que, conforme se alejan del punto de partida se harán más evidentes afectando la longitud del arco "L" y consecuentemente los diámetros de los extremos del cono trunco.

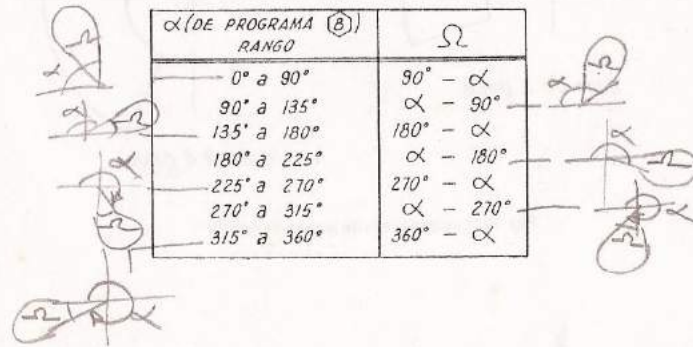
Para  
"x"  
por  
arco  
ante  
alo

Para evitar este tipo de error, ejecútese el trazo del radio de comprobación ("x") hasta cruzar el arco "L", teniendo prioridad este punto sobre el obtenido por la proyección del valor del ángulo  $\alpha$ ; teniéndose automáticamente un arco "L" preciso y consecuentemente un cono trunco correcto.

Antes de aplicarse el programa (C) (Ver fig. 195), encontrar en la Tabla V el valor del ángulo  $\Omega$ , partiendo del ángulo  $\alpha$  obtenido en el programa (B).

TABLA V

$\alpha$ (DE PROGRAMA (B)) RANGO	$\Omega$
0° a 90°	90° - $\alpha$
90° a 135°	$\alpha$ - 90°
135° a 180°	180° - $\alpha$
180° a 225°	$\alpha$ - 180°
225° a 270°	270° - $\alpha$
270° a 315°	$\alpha$ - 270°
315° a 360°	360° - $\alpha$



Si el  
ecu  
ps c  
unión  
Los r  
la  
a e

Si el cono trunco es de tamaño mayor como para que su desarrollo no pueda ejecutarse en una sola placa de tamaño comercial, se recomienda dividirlo en dos o más piezas, fraccionando a su vez el arco "L", y localizando las juntas de unión en sentido radial del desarrollo (Ver fig. 192).

Los rumbos de los triángulos que se generen en los cuadros (15), (16), y (17) de la Fig. 194 pueden modificarse, dependiendo del valor del ángulo  $\alpha$  que sea empleado sin que se afecten los resultados (Ver fig. 193).

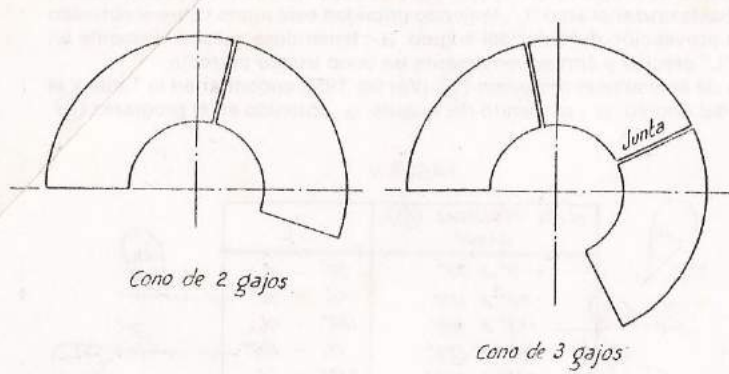


Fig. 192 Localización de juntas de unión.

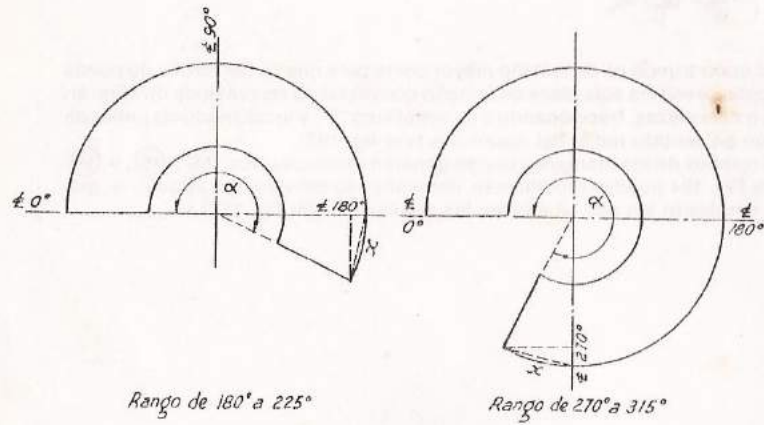
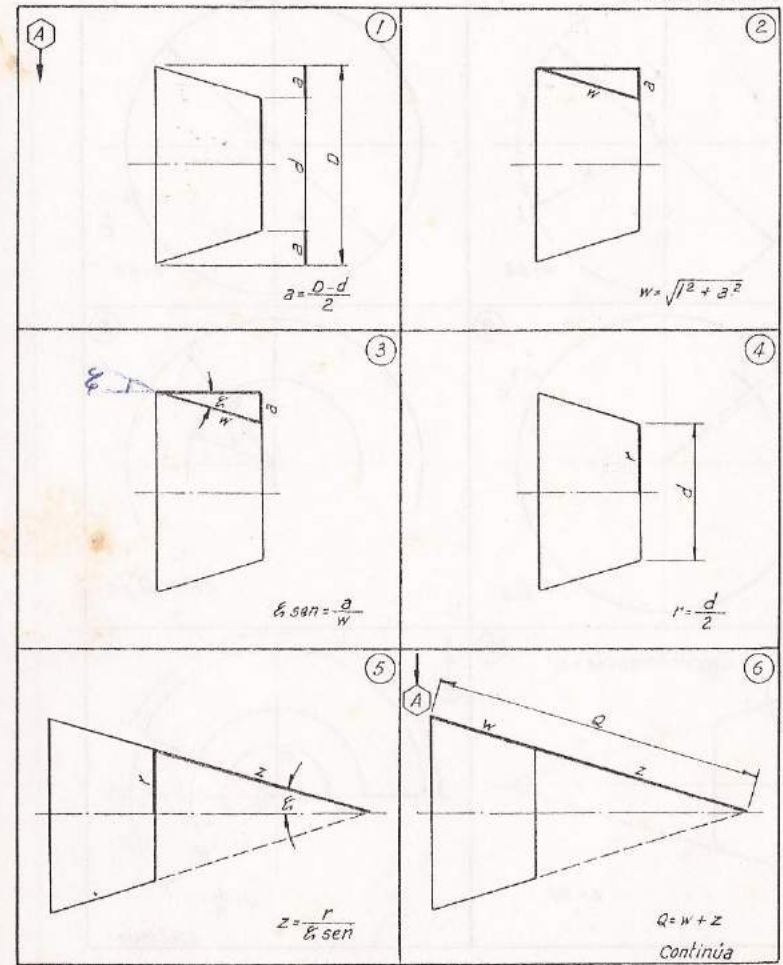
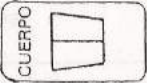


Fig. 193 Comprobación del ángulo  $\alpha$

SECUELA ANALITICA

28



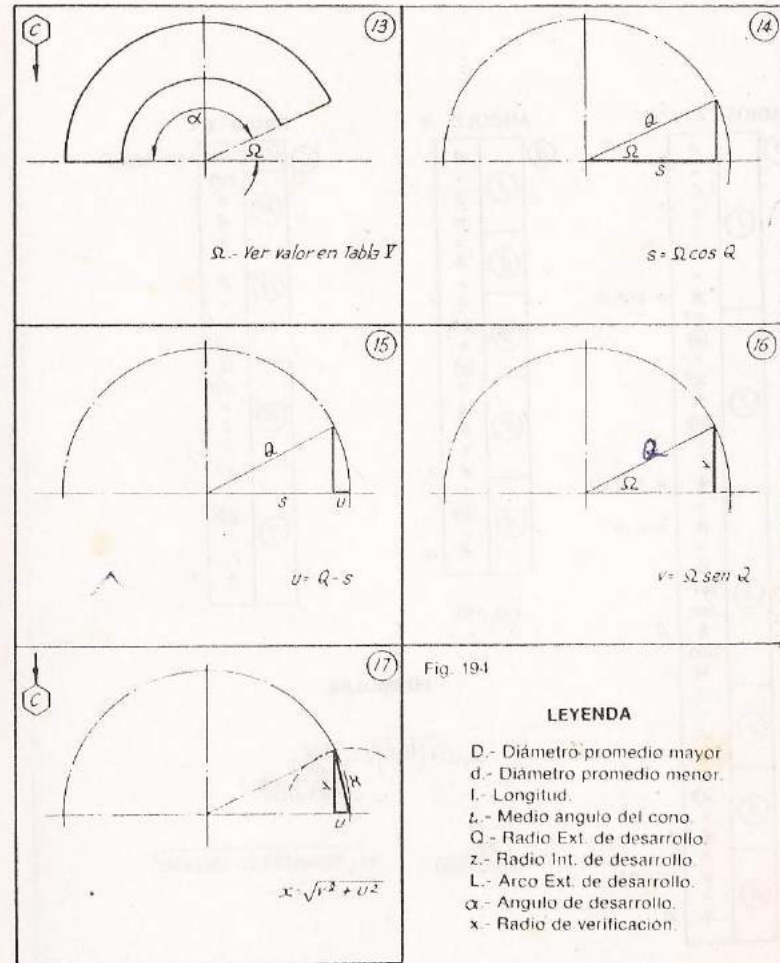
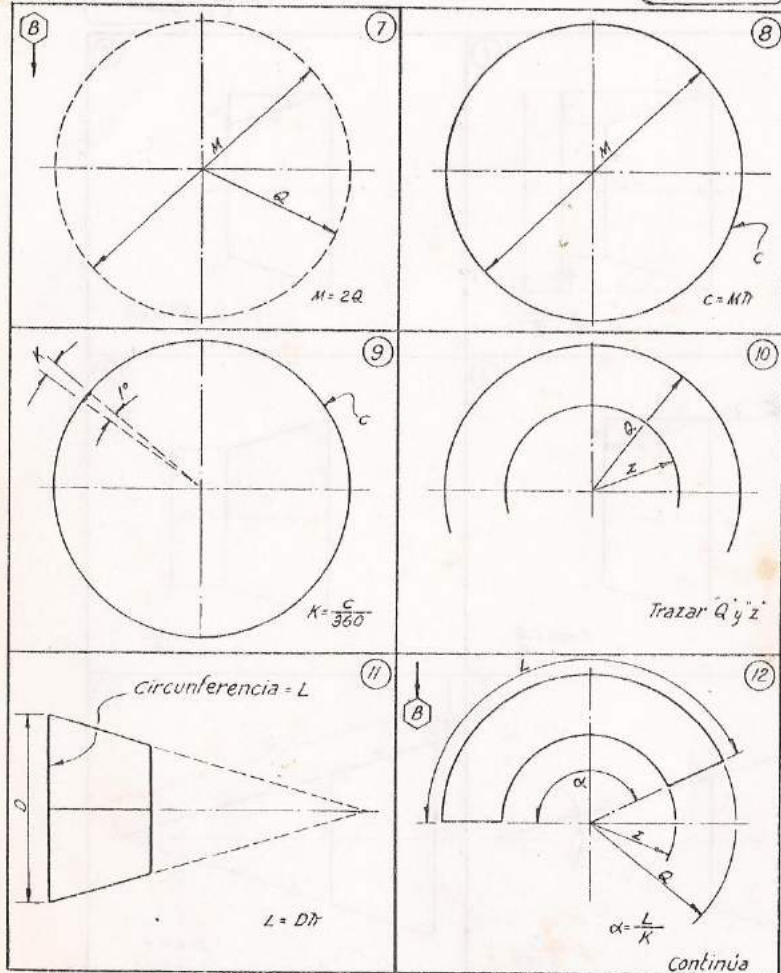
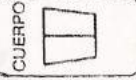


Fig. 194

LEYENDA

- D.- Diámetro promedio mayor
- d.- Diámetro promedio menor.
- L.- Longitud.
- z.- Medio ángulo del cono
- Q.- Radio Ext. de desarrollo.
- z.- Radio Int. de desarrollo.
- L.- Arco Ext. de desarrollo.
- α.- Ángulo de desarrollo.
- x.- Radio de verificación.





RADIOS "Z" y "Q"

(1)	$D - d = \div 2 =$	$a$ STO 01
(2)	$\star x^2$ $[M]$ $\div x^2 + [M]$ $\sqrt{\quad}$	$w$ STO 02
(3)	$\star \div a =$ $\frac{1}{x}$ INV SEN $\star$ SEN $[M]$ $\sqrt{\quad} \div 2 =$ $\div [M]$ $\star + w =$ $\star$	RCL 01 $z$ RCL 02 $Q$

ANGULO  $\alpha$

(7)	$Q \times 2 =$
(8)	$x \div \div$
(9)	$360 =$
(10)	$[M]$
(11)	$D \times x \div$
(12)	$\star \div [M]$ $\star$

Fig. 195

RADIO "X"

(13)	$\Omega$	VER TABLA V
(14)	$\cos$	
(15)	$\times Q =$	
(16)	$- Q =$	
(17)	$x^2 =$	
(18)	$[M]$	
(19)	$\Omega \sin$	
(20)	$\times Q =$	
(21)	$x^2 + [M]$	
(22)	$\sqrt{\quad} \star$	$x$

FORMULAS

$$Q = \sqrt{1 + \left(\frac{D-d}{2}\right)^2} + \frac{d/2}{\sqrt{1 + ((D-d)/2)^2}}$$

$$\alpha = \frac{7D}{(2Q^2)/360}$$

$$x = \sqrt{(\Omega \sin Q)^2 + (Q - (\Omega \cos Q))^2}$$



INSTRUCTIVO

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable al INJERTO PERPENDICULAR EN CONO COMPLETO que se muestra en la Fig. 196. Cuando se maneja el Caso adicional antes comentado, al calcular la plantilla, los conceptos de la simbología del programa sufren las siguientes consideraciones: al diámetro "d" se le asignará un valor cero, ya que físicamente no existe; la distancia "L" se tomará desde la boca mayor del cono hasta el vértice del mismo, por último, la distancia "l" comprenderá desde el centro del ramal hasta el vértice del cono (Ver fig. 196).

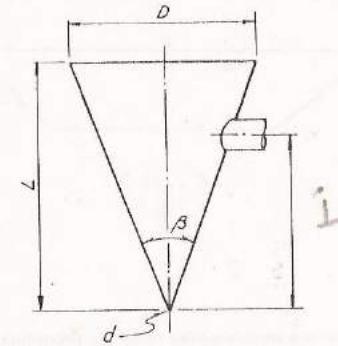


Fig. 196 Caso adicional.

Cualquiera de los dos Casos que cubre este Módulo puede variar en cuanto al valor del ángulo total del cono ( $\beta$ ), ya que puede llegar a niveles extremos en cuanto a lo romo o agudo sin que afecte la aplicación y resultados del cálculo (Ver fig. 197). Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de la plantilla que cubre este Módulo deben de observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.

- b.- El cálculo de las proyecciones se inicia en el extremo superior del ramal y sobre el eje del mismo, correspondiente a un **Angulo Básico de Cálculo** ( $\theta$ ) de cero y termina en  $180^\circ$  (Ver cuadro (8) de la Fig. 198).
- c.- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número total de pasos, más uno.
- d.- Si el cono cuenta con una o más costuras, preferentemente debe evitarse que el injerto se localice sobre una de ellas.
- e.- Cuando el injerto es de tipo cabalgado, "r" corresponderá al radio interior del ramal, y al exterior cuando sea de tipo insertado.

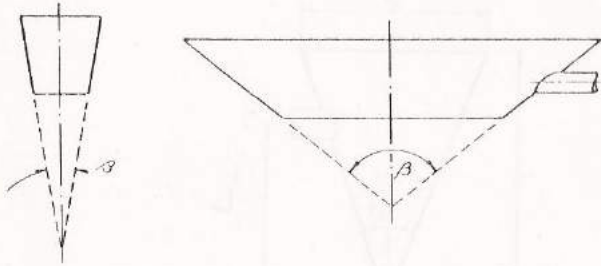
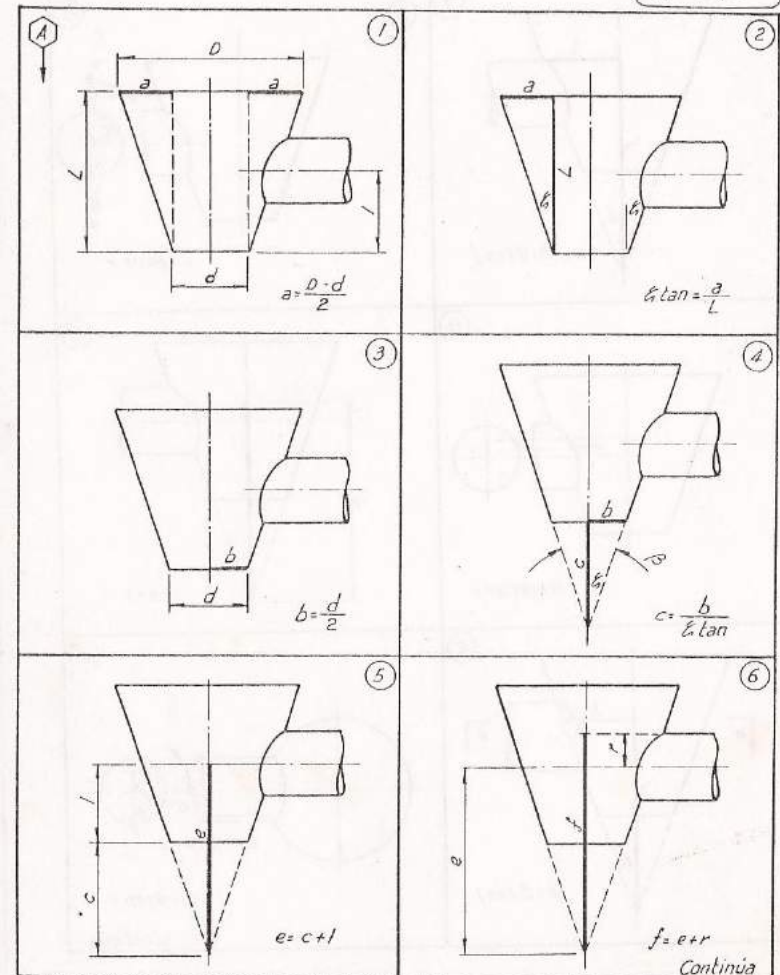


Fig. 197 Conos agudos o romos emplean el mismo programa.

SECUELA ANALITICA

29



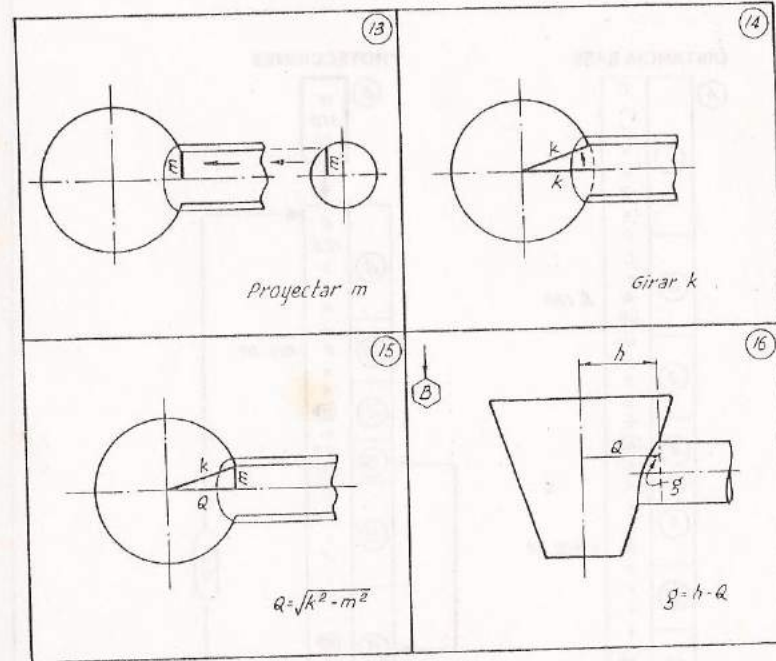
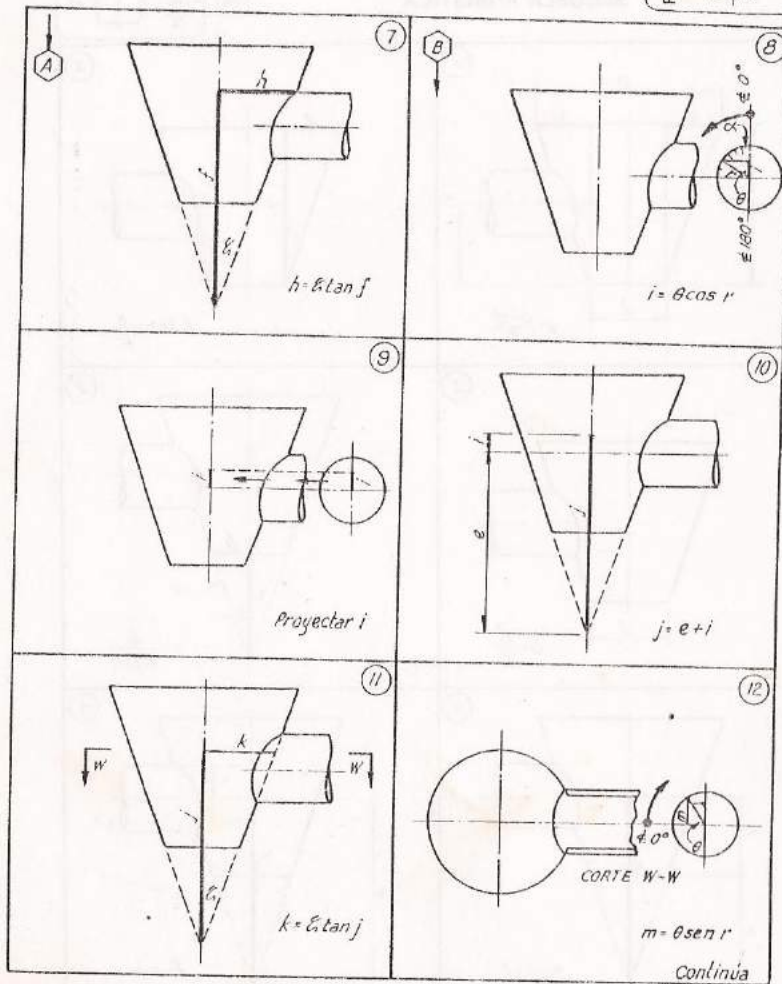


Fig. 198

LEYENDA

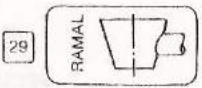
- D.- Diam. mayor del cono.
- d.- Diam. menor del cono.
- L.- Longitud del cono.
- l.- Dist. al ramal desde Diam. menor.
- $\xi$ - Medio ángulo del cono.
- h.- Distancia base.
- r.- Radio del ramal.
- $\theta$ - Ángulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$ - Ángulo de Paso.
- g.- Proyección.

FORMULAS

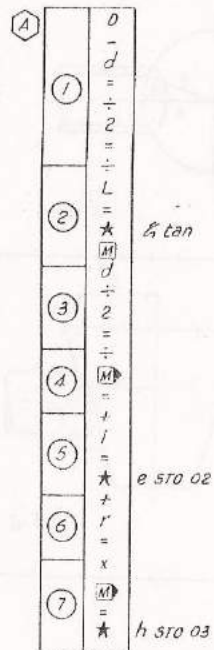
$$\xi \tan = \frac{(D-d)/2}{L} \quad h = \left( \frac{d}{\xi \tan} + 1 + r \right) \xi \tan$$

$$g = h - \sqrt{((\theta \cos r + \frac{D/2}{\xi \tan} + 1) \xi \tan)^2 - (\theta \sin r)^2}$$

$\frac{D=d}{\text{corrección}}$  251



DISTANCIA BASE



PROYECCIONES

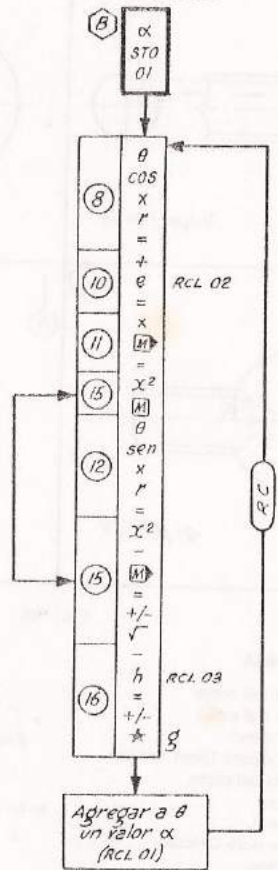
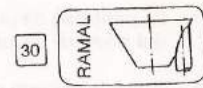


Fig. 199



INSTRUCTIVO

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable al INJERTO PARALELO EN CONO COMPLETO que se muestra en la Fig. 200.

Cuando se maneja el Caso adicional antes comentado, al calcular la plantilla, los conceptos de la simbología de los programas sufren las siguientes consideraciones: al diámetro "d" se le asigna un valor cero, ya que físicamente no existe, además, la distancia "L" se tomará desde la boca mayor del cono hasta el vértice del mismo.

Cualquiera de los dos Casos que cubre este Módulo puede variar en cuanto al valor del ángulo  $\beta$ , ya que puede llegar a niveles extremos en cuanto a lo romo o agudo sin que afecte la aplicación y resultados del cálculo (Ver fig. 201).

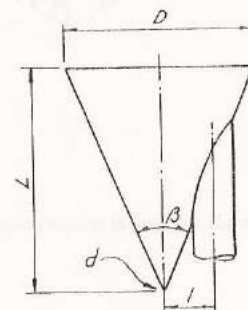


Fig. 200 Caso adicional.

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más bajo del ramal, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de cero y termina en  $180^\circ$ .

- c.- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.
- d.- Cuando el cono cuenta con una o más costuras de soldadura, es preferible evitar que el injerto se localice sobre una de ellas, procurándose mantener una distancia mínima entre ambas soldaduras de 8 cms.
- e.- Cuando el injerto es de tipo cabalgado, "r" corresponderá al radio interior del ramal, y al exterior cuando sea de tipo insertado.

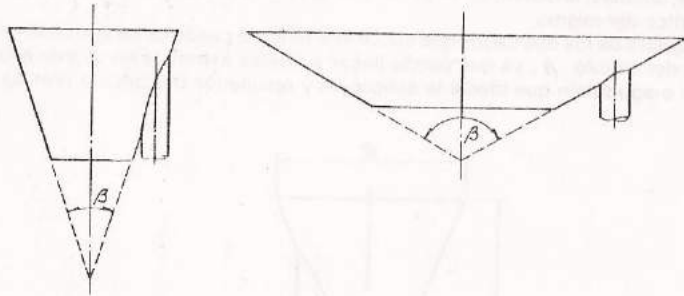
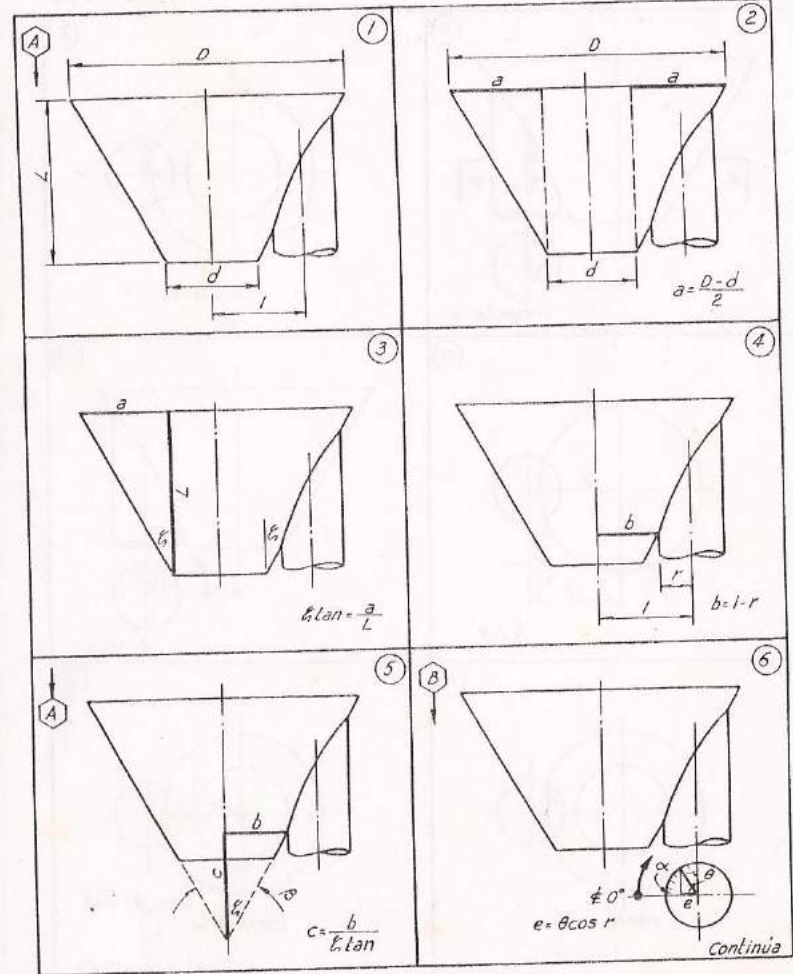
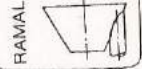


Fig. 201 Conos agudos o romos emplean el mismo programa.

SECUELA ANALITICA

30



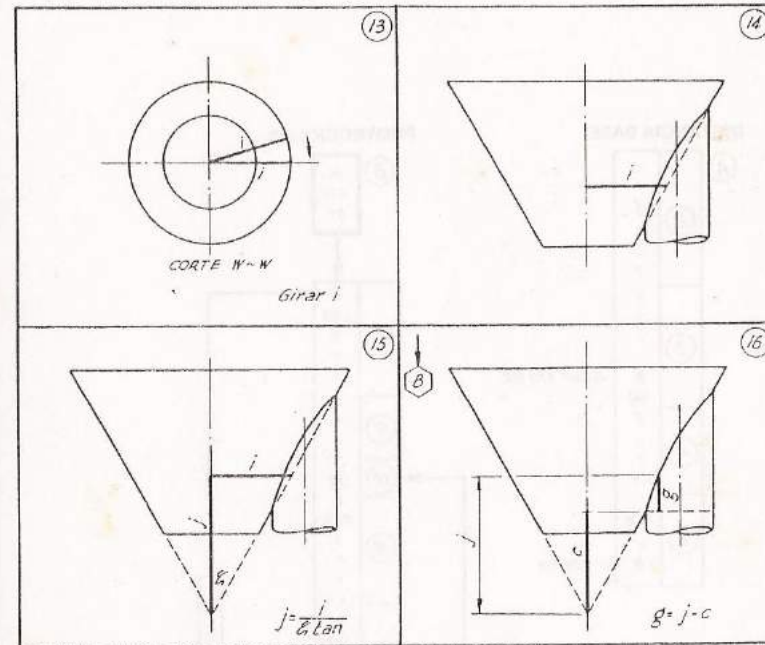
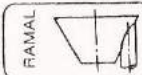
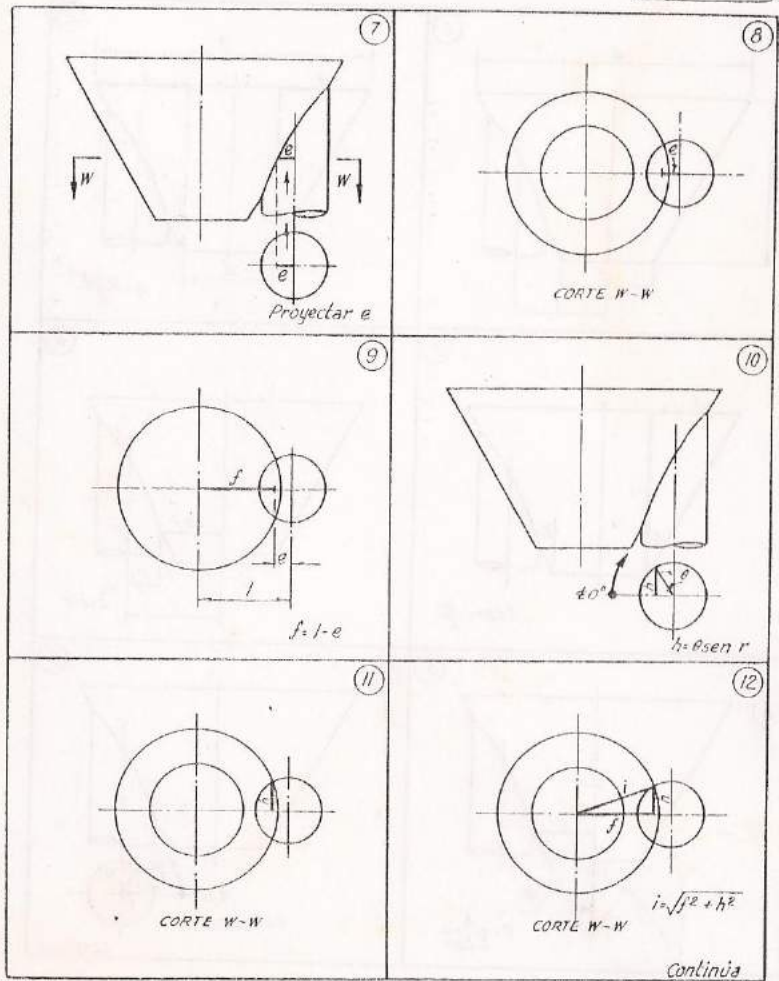
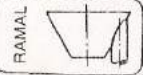


Fig. 202

LEYENDA

- D.- Diam. mayor del cono.
- d.- Diam. menor del cono.
- r.- Radio del ramal (Ver Instructivo).
- L.- Longitud del cono.
- l.- Descentrado del ramal.
- $\xi$  - Medio ángulo del cono.
- c.- Distancia base.
- $\theta$ .- Ángulo Básico del Cálculo.
- $\alpha$  Angulo de Paso.
- g.- Proyección.

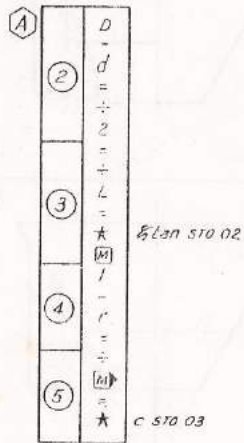
FORMULAS

$$\xi \tan = \frac{(D-d)/2}{L} \quad c = \frac{l-r}{\xi \tan}$$

$$g = \frac{\sqrt{(l - (\theta \cos \alpha))^2 + (\theta \text{sen} \alpha)^2}}{\xi \tan} - c$$



DISTANCIA BASE



PROYECCIONES

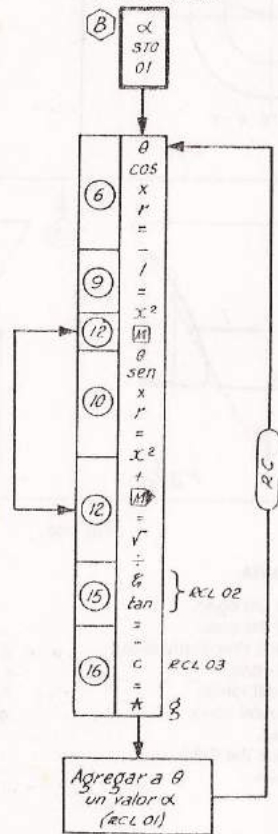


Fig 203



RAMAL

INSTRUCTIVO

Este literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable al INJERTO INCLINADO EN ESFERA CUANDO NO INTERFIERE EL EJE PARALELO que se muestra en la Fig. 204, siempre y cuando se observen los procedimientos que a continuación se comentan. Si se maneja un Caso de INJERTO INCLINADO EN ESFERA CUANDO NO INTERFIERE EL EJE PARALELO se aprovecha el hecho de que las plantillas para este tipo de injerto, al igual que las de los normales, son similares. Empleando los datos básicos conocidos que se tengan, en una forma analítica y teórica, se gira el injerto inclinado hasta hacerlo normal y paralelo al eje más próximo de la esfera; ejecutando ese paso (Ver fig. 205), es posible encontrar el valor de la distancia "L", y a continuación proceder a calcular la plantilla como si el injerto fuese normal descentrado.

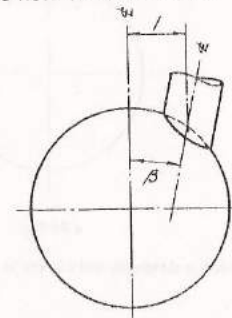


Fig. 204 Caso adicional.

Después de girar el ramal, éste puede quedar localizado antes o después del eje paralelo más próximo de la esfera sin que afecte el cálculo del programa (Ver fig. 206). Cuando un injerto inclinado, analíticamente se convierte en normal descentrado, es muy importante observar que el valor obtenido de "L" sea mayor que el de "r" empleado en el cálculo; si resulta lo contrario, para desarrollar la plantilla empleese el Módulo 32. Antes de calcular la distancia "L" debe de tomarse en cuenta si el eje del ramal cruza el de la esfera que será paralelo, antes o después de su centro (Ver fig. 207). Si llegase a coincidir con ese punto, el injerto no será descentrado, y por lo tanto, no se hace necesario desarrollar plantilla alguna ya que el corte del ramal sería normal.

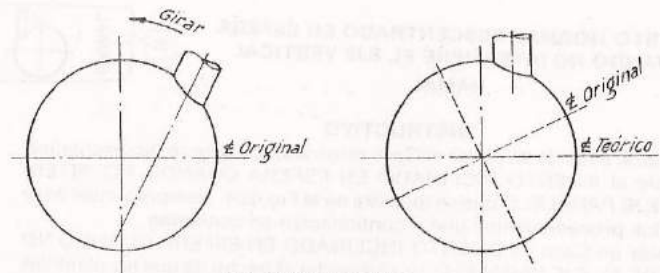


Fig. 205 Giro analítico.

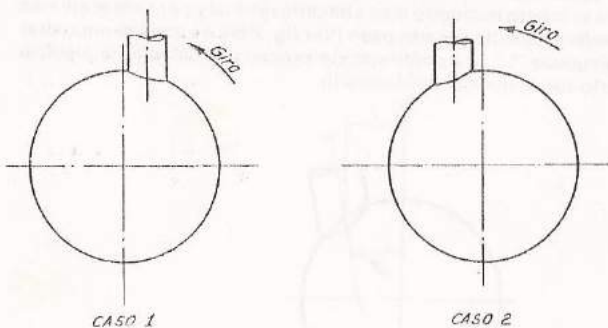


Fig. 206 El ramal puede quedar antes o después del eje de la esfera.

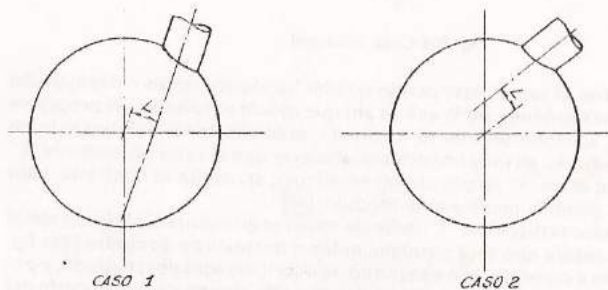


Fig. 207 La separación entre ejes puede ser anterior o posterior.

Cada uno de los casos indicados en la Fig. 207 cuenta con un programa exclusivo para calcular la distancia "L", según se muestra en las Figs. 208, 209 y 210.

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantilla que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más alto del ramal, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de cero y termina en  $180^\circ$ .
- c.- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.
- d.- El injerto físicamente puede estar orientado hacia arriba, hacia abajo, o a un lado de la esfera sin que afecte el cálculo de los programas de este Módulo. Cuando se localiza hacia un lado, el eje vertical de la esfera indicada en la secuela analítica, se considerará horizontal.
- e.- Cuando el injerto sea de tipo cabalgado, a "r" le corresponderá el valor del radio interior del ramal, y a "R" el exterior de la esfera. Cuando el injerto es de tipo insertado, los conceptos se invierten.



CALCULO DE "L"

CASO 1

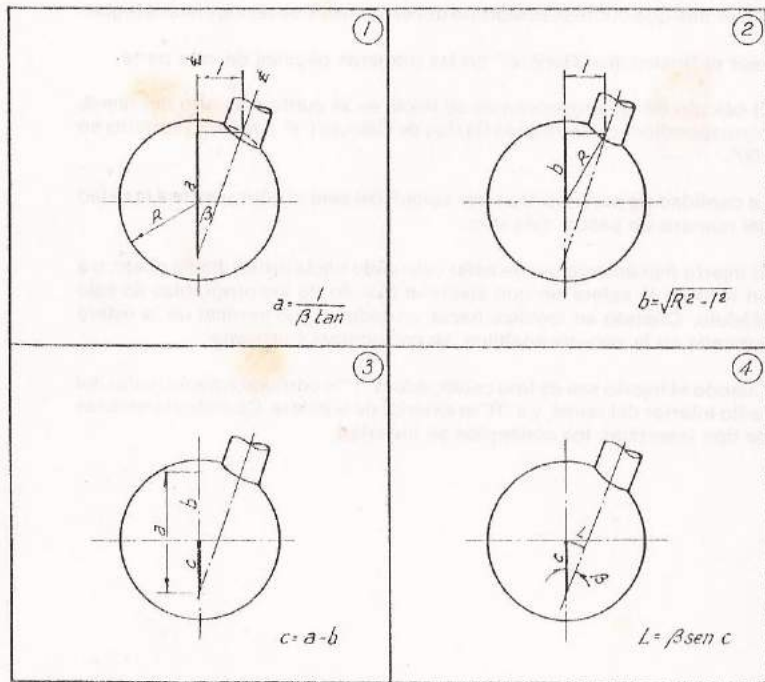


Fig. 208 Separación anterior de ejes.

FORMULA

$$L = \beta \text{sen} \left( \frac{l}{\beta \tan} - \sqrt{R^2 - l^2} \right)$$

CALCULO DE "L"

CASO 2

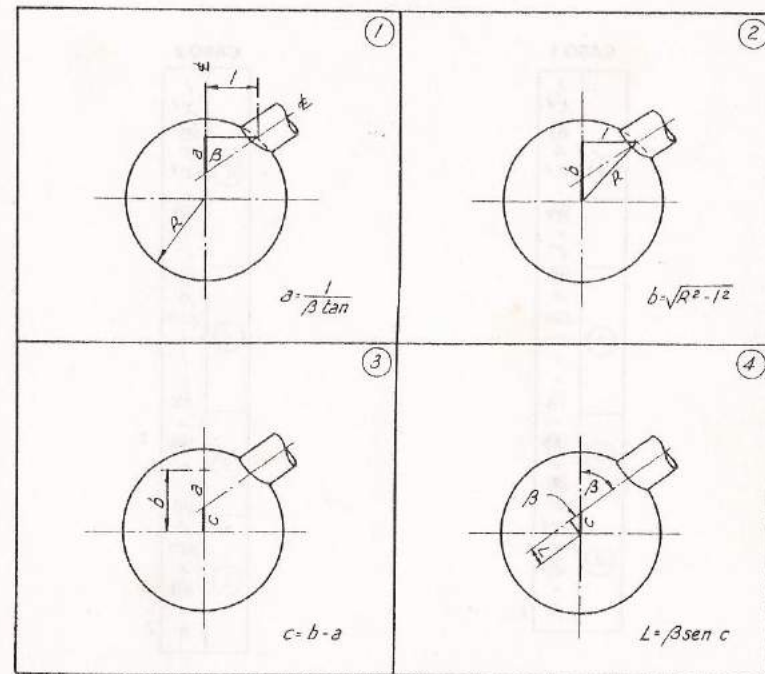


Fig. 209 Separación posterior entre ejes.

FORMULA

$$L = \beta \text{sen} (\sqrt{R^2 - l^2} - l/\beta \tan)$$



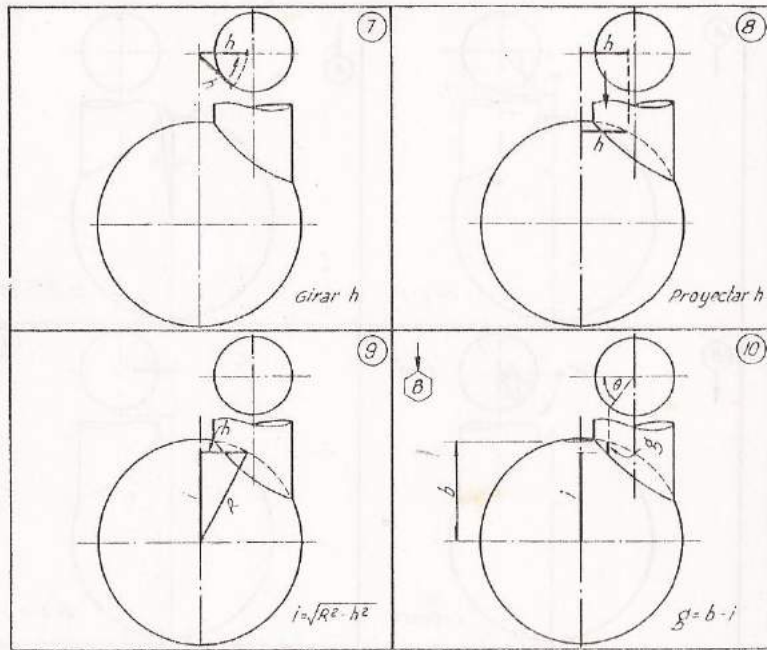


Fig. 211

LEYENDA

- R.- Radio de la esfera. } Ver regla "c" en Instructivo.
- r.- Radio del ramal. }
- L.- Descentrado.
- d.- Distancia base.
- $\theta$ .- Angulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$ .- Angulo de Paso.
- g.- Proyección.

FORMULAS (SIN REDUCCIONES)

$$b = \sqrt{R^2 - (L - r)^2}$$

$$g = b - \sqrt{R^2 - \left[ \sqrt{(L - (\theta \cos r))^2 + (\theta \sin r)^2} \right]^2}$$

DISTANCIA BASE PROYECCIONES

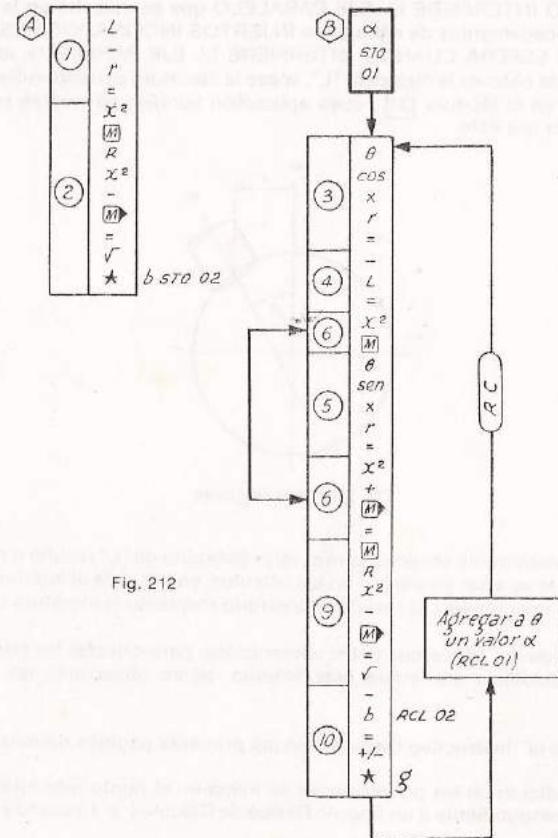


Fig. 212

**INJERTO NORMAL DESCENTRADO EN ESFERA  
CUANDO INTERFIERE EL EJE VERT.**

32



**RAMAL**

**INSTRUCTIVO**

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable al INJERTO INCLINADO DESCENTRADO EN ESFERA CUANDO INTERFIERE EL EJE PARALELO que se muestra en la Fig. 213. Para procedimientos de cálculo en INJERTOS INCLINADOS DESCENTRADOS EN ESFERA CUANDO INTERFIERE EL EJE PARALELO, así como la manera de obtener la distancia "L", véase la literatura correspondiente que se muestra en el Módulo 31, cuya aplicación también se emplea en cálculos cubiertos por éste.

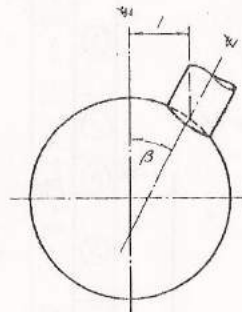


Fig. 213 Caso adicional.

Es muy importante observar que el valor obtenido de "L" resulte menor que el de "r" que va a ser empleado en los cálculos, ya sea para el interior o exterior del tubo relacionado; si resulta lo contrario empléese la literatura del Módulo 31.

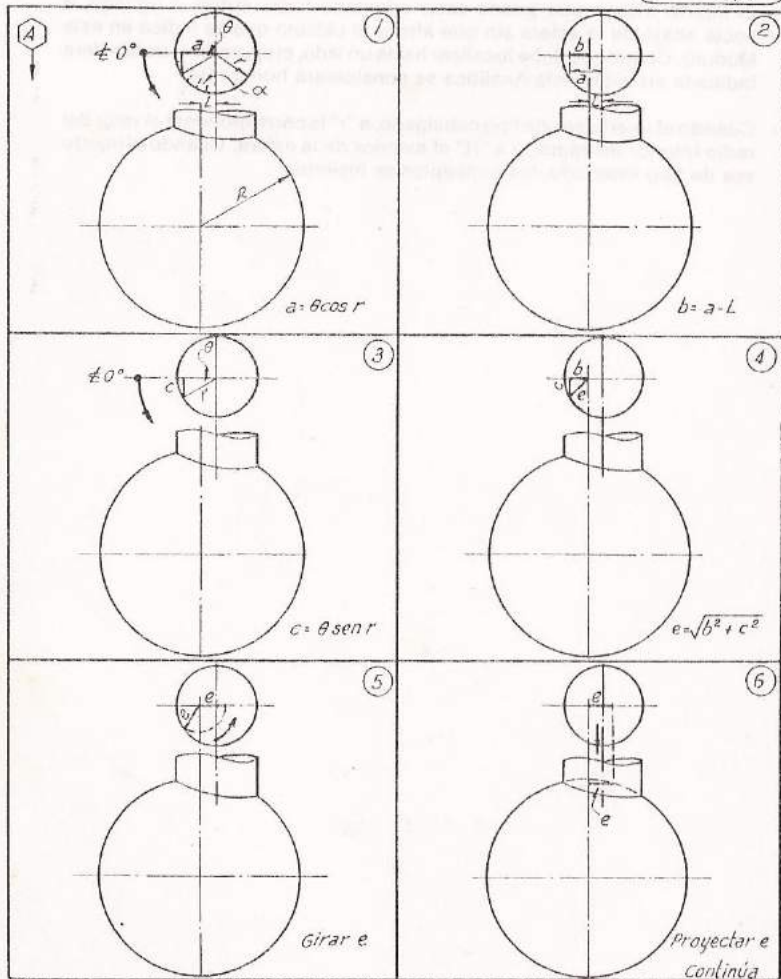
Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más alto del ramal, correspondiente a un Ángulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de cero y termina en  $180^\circ$ .

- c.- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.
- d.- El injerto físicamente puede estar orientado hacia arriba, a un lado, o hacia abajo de la esfera sin que afecte el cálculo que se indica en este Módulo. Cuando se debe localizar hacia un lado, el eje vertical de la esfera indicada en la Secuela Analítica se considerará horizontal.
- e.- Cuando el injerto sea de tipo cabalgado, a "r" le corresponderá el valor del radio interior del ramal, y a "R" el exterior de la esfera. Cuando el injerto sea de tipo insertado, los conceptos se invierten.

SECUELA ANALITICA

32



SECUELA ANALITICA

32

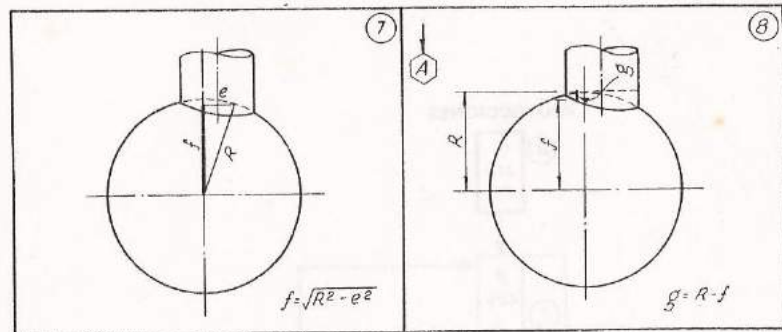


Fig. 214

LEYENDA

- R.- Radio de la esfera.
- r.- Radio del Ramal.
- L.- Descentrado.
- $\theta$ .- Angulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$ - Angulo de Paso.
- g.- Proyección.

FORMULA

(SIN REDUCCIONES)

$$g = R - \sqrt{R^2 - \left[ \sqrt{((\theta \cos r) - L)^2 + (\theta \sen r)^2} \right]^2}$$

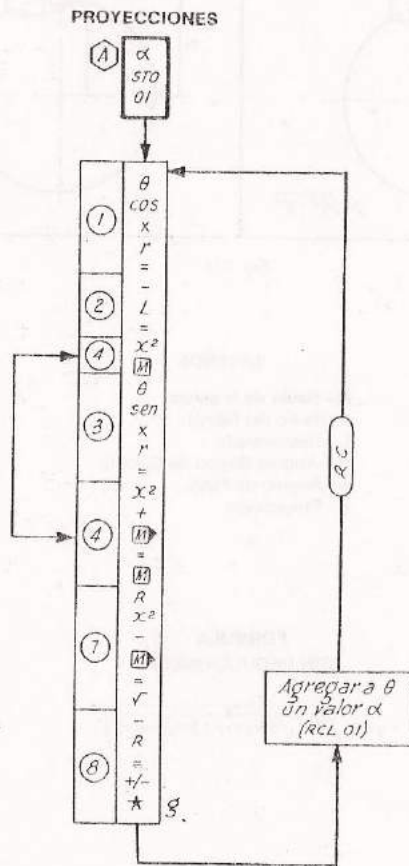


Fig. 215



-INSTRUCTIVO

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable a injertos similares en cualquier codo cuyo valor angular de giro sea mayor o menor de 90°, siempre y cuando los últimos cuenten con área suficiente para recibir el injerto.

Este tipo de injerto es muy popular en el soporte de líneas de proceso, por lo tanto, en estos casos, la pared del codo no debe perforarse ni el fluido llegará al ramal. Esto no quiere decir que no pueda emplearse como injerto de conducción, obviamente perforando el codo. El hecho de que este tipo de injerto siempre se localiza en el punto donde se soportan los mayores esfuerzos que generan las dilataciones térmicas de las líneas, limita su empleo para fines de conducción.

Cuando se requiera perforar el codo, se ejecutará su trazo al presentar en su lugar el ramal correspondiente, preferentemente cuando a éste ya se le haya ejecutado el corte, siempre y cuando el diámetro del ramal no sea mayor, ni largo el tramo para manejarlo con facilidad. Cuando el ramal es pesado, ya sea por su longitud, su diámetro mayor, o ambas cosas, se recomienda trazar la plantilla del ramal sobre un cartón o lámina delgada; posteriormente darle forma cilíndrica y presentarla sobre el codo para trazar la línea de corte de la boca.

Recuérdese que la boca en el codo puede coincidir con el diámetro interior o exterior del ramal, dependiendo del tipo de injerto que se emplee. Cuando éste se use para conducción, puede ser cabalgado o insertado, y cuando se use como soporte, solamente cabalgado.

El procedimiento para ejecutar el trazo de la boca antes comentado es ineludible, ya que no es posible desarrollar plantillas que al presentarlas tengan dos dobleces como sería el de la boca de este injerto, uno siguiendo la curvatura del tubo del codo y el otro la del radio exterior de giro del mismo.

Para seleccionar el diámetro del ramal apropiado para cada medida de codo empléese los valores indicados en la Tabla VI.

TABLA VI

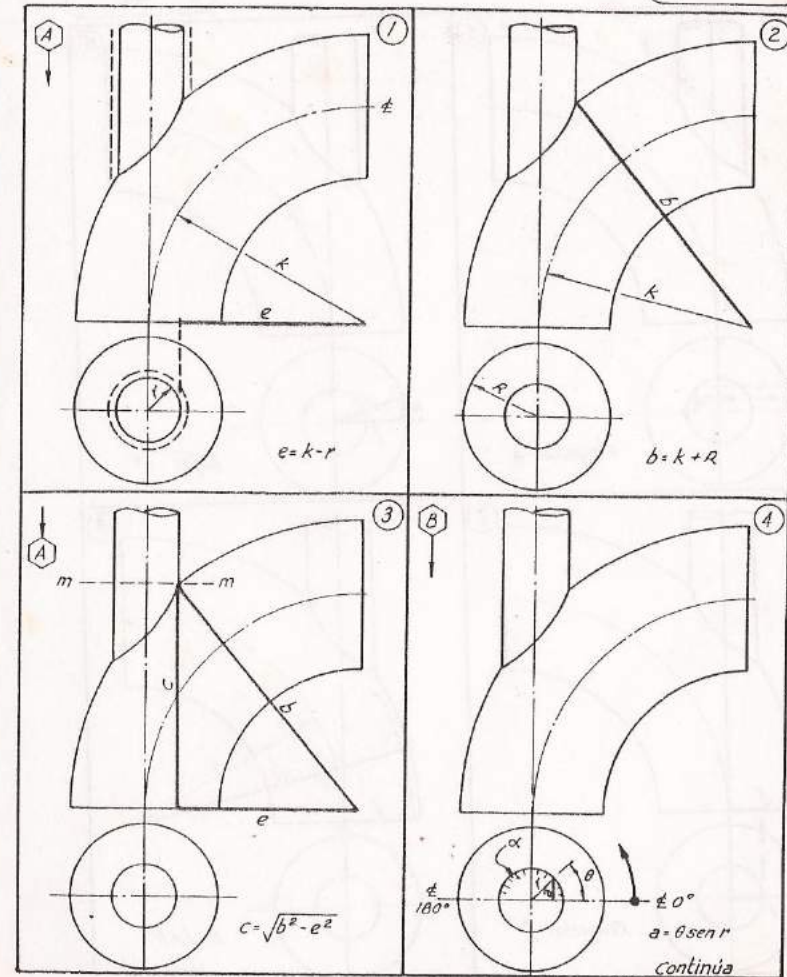
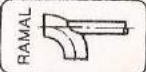
CODO	RAMAL	CODO	RAMAL
2"	1 1/2"	14"	8"
3"	2"	16"	8"
4"	3"	18"	8"
6"	3"	20"	10"
8"	4"	24"	10"
10"	6"	30"	14"
12"	6"		

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- Si el injerto se va a emplear como soporte, debe ser de tipo cabalgado. Si será para conducción, puede ser cabalgado o insertado.
- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más recogido del ramal, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de cero y termina en  $180^\circ$ .
- El radio de giro del codo ( $k$ ) puede tener valores fuera del indicado en las normas.
- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.
- Cuando el injerto es de tipo cabalgado, a "r" le corresponderá el valor del radio interior, y el exterior a "R". Si el injerto es de tipo insertado, los conceptos se invierten.

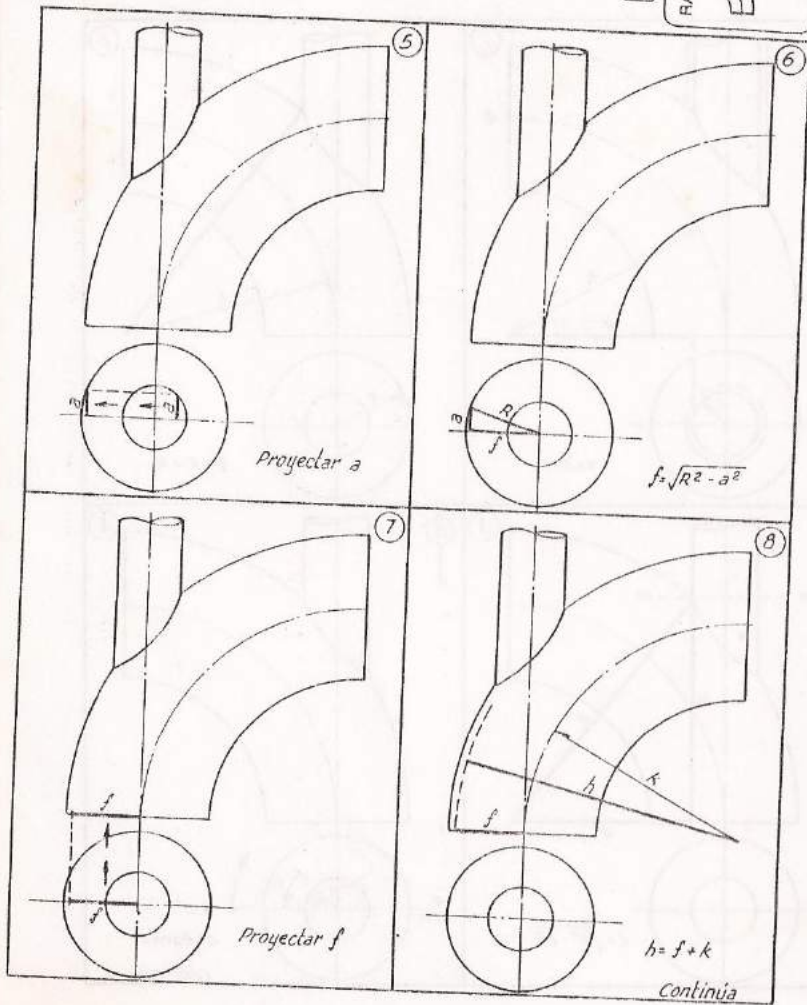
### SECUELA ANALITICA

33



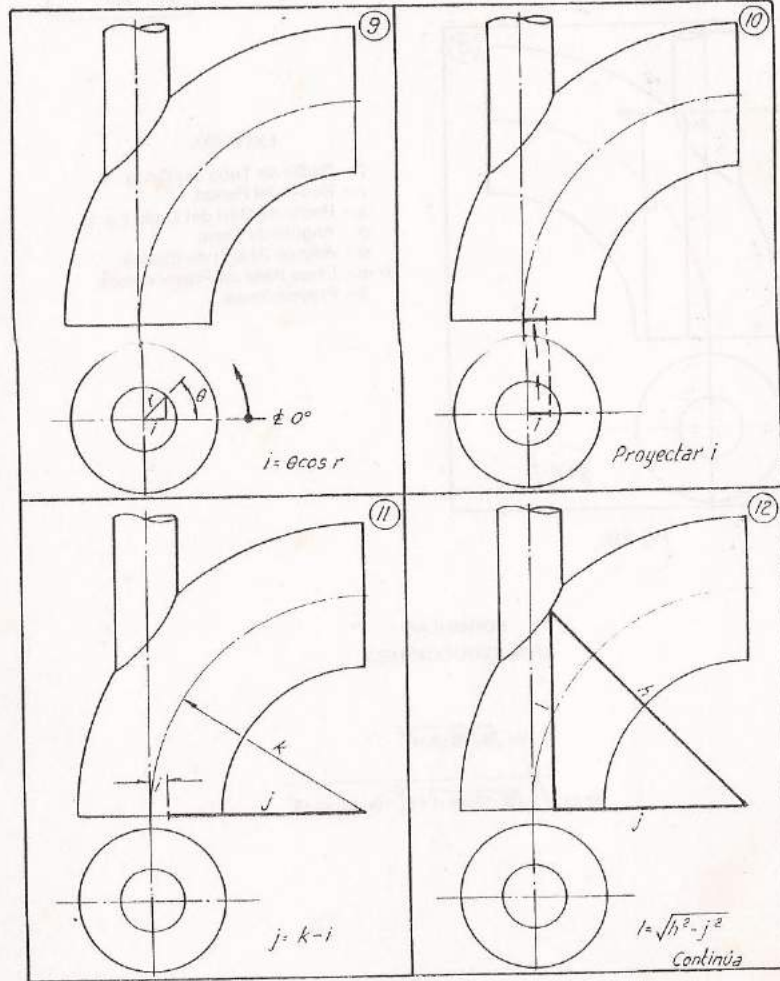
SECUELA ANALITICA

33



SECUELA ANALITICA

33





SECUELA ANALITICA

33

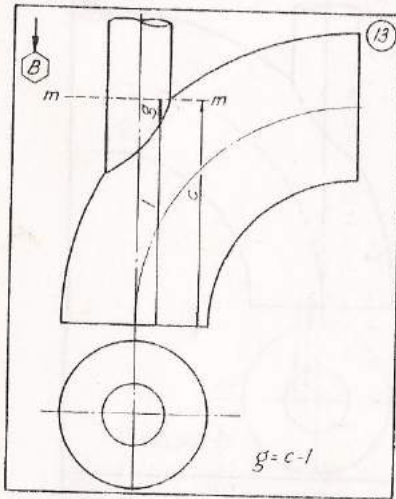


Fig 216

LEYENDA

- R.- Radio de Tubo del Codo.
- r.- Radio del Ramal.
- k.- Radio de Giro del Codo (  $\epsilon$  ).
- $\alpha$ .- Angulo de Paso.
- $\theta$ .- Angulo Básico de Cálculo.
- m-m.- Línea Base de Proyecciones.
- g.- Proyecciones.

FORMULAS  
(SIN REDUCCIONES)

$$c = \sqrt{(k+R)^2 - (k-r)^2}$$

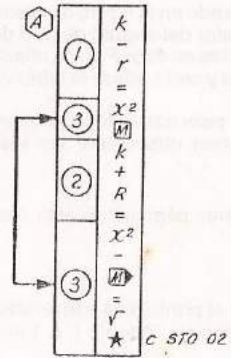
$$g = c - \sqrt{(\sqrt{R^2 - (\theta \sin r)^2} + k)^2 - (k - (\theta \cos r))^2}$$

PROGRAMAS

33



DISTANCIA BASE



PROYECCIONES

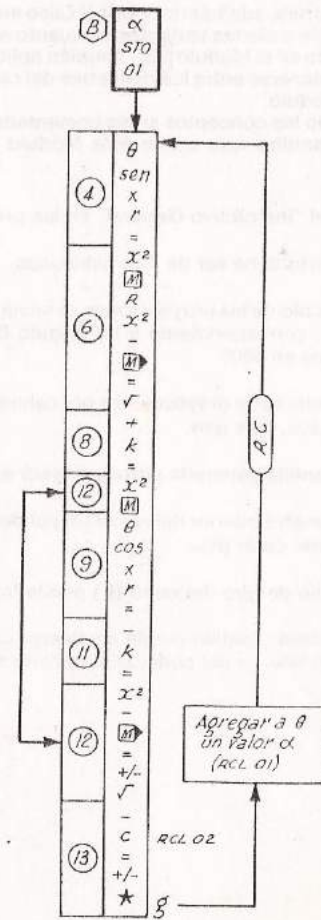


Fig. 217

**FALSO SOPORTE TANGENCIAL LATERAL EN CODO RAMAL**



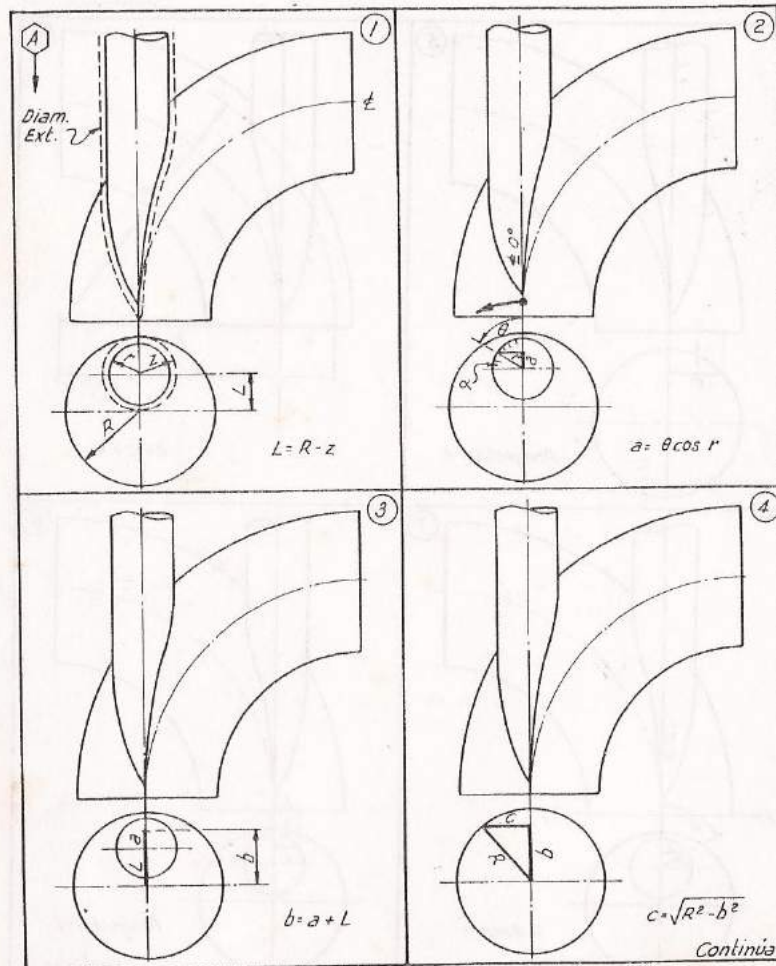
**INSTRUCTIVO**

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable a ciertas variantes en cuanto al valor del ángulo de giro del codo comentado en el Módulo [33]; también aplicables en éste. Para la relación que debe mantenerse entre los diámetros del ramal y codo, véase la tabla VI en ese mismo Módulo.

Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre éste Módulo deben observarse las siguientes reglas:

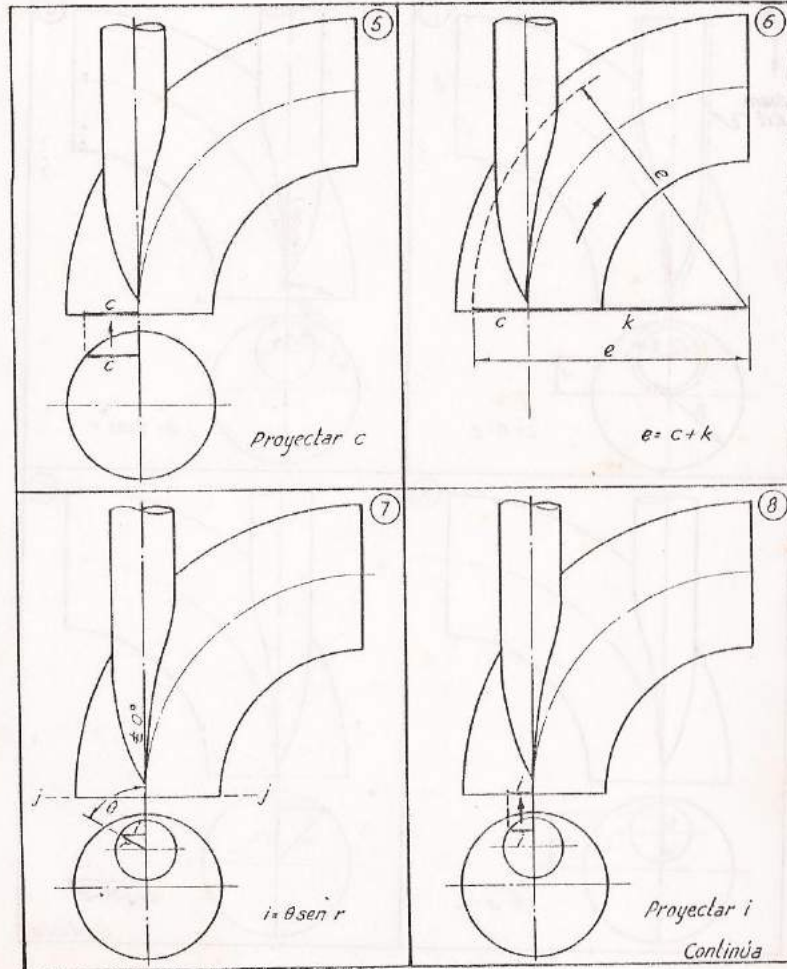
- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- El injerto debe ser de tipo cabalgado.
- c.- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más sobresaliente del ramal, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de cero y termina en  $360^\circ$ .
- d.- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente al número de pasos, más uno.
- e.- La plantilla generada corresponderá a la sección desechable del tubo.
- f.- El diámetro interior del ramal ( $d$ ) puede ser mayor que el radio exterior del tubo del codo ( $R$ ).
- g.- El radio de giro del codo ( $k$ ) puede tener cualquier valor.
- h.- La misma plantilla puede emplearse cuando el ramal es tangencial a la cara posterior del codo, si al trazarla se envuelve por la cara anterior.

**SECUELA ANALITICA**



SECUELA ANALITICA

34



SECUELA ANALITICA

34

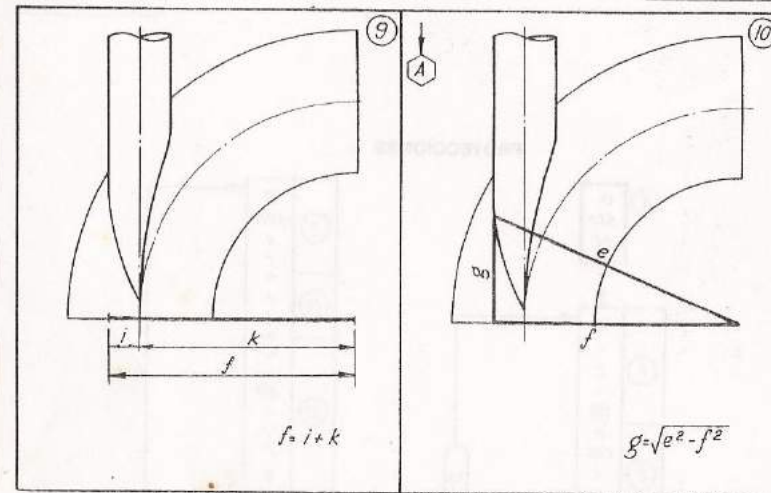


Fig. 218

LEYENDA

- R.- Radio Exterior del Tubo del Codo.
- r.- Radio Interior del Ramal.
- Z.- Radio Exterior del Ramal.
- k.- Radio de Giro del Codo (  $\xi$  ).
- $\theta$ .- Angulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$ .- Angulo de Paso.
- i-j.- Línea Base de Proyecciones.
- g.- Proyección.

FORMULA  
(SIN REDUCCIONES)

$$g = \sqrt{\left[ \sqrt{R^2 - ((\theta \cos r) + R - z)^2 + k^2} - ((\theta \text{ sen } r) + k) \right]^2}$$



PROYECCIONES

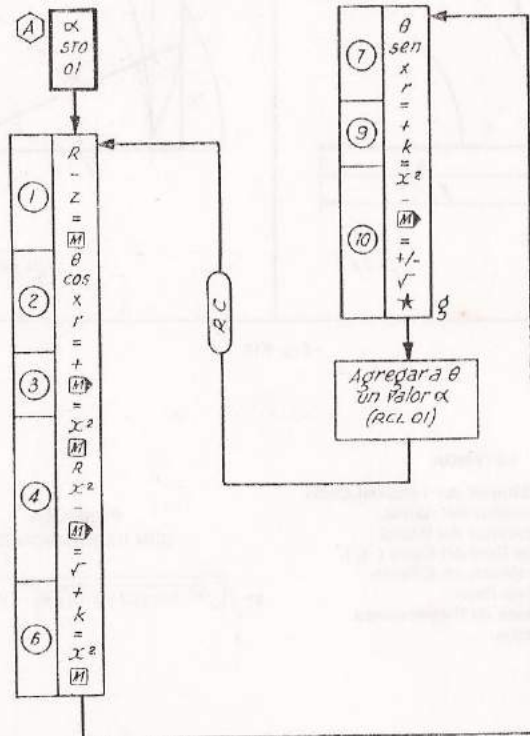


Fig. 219



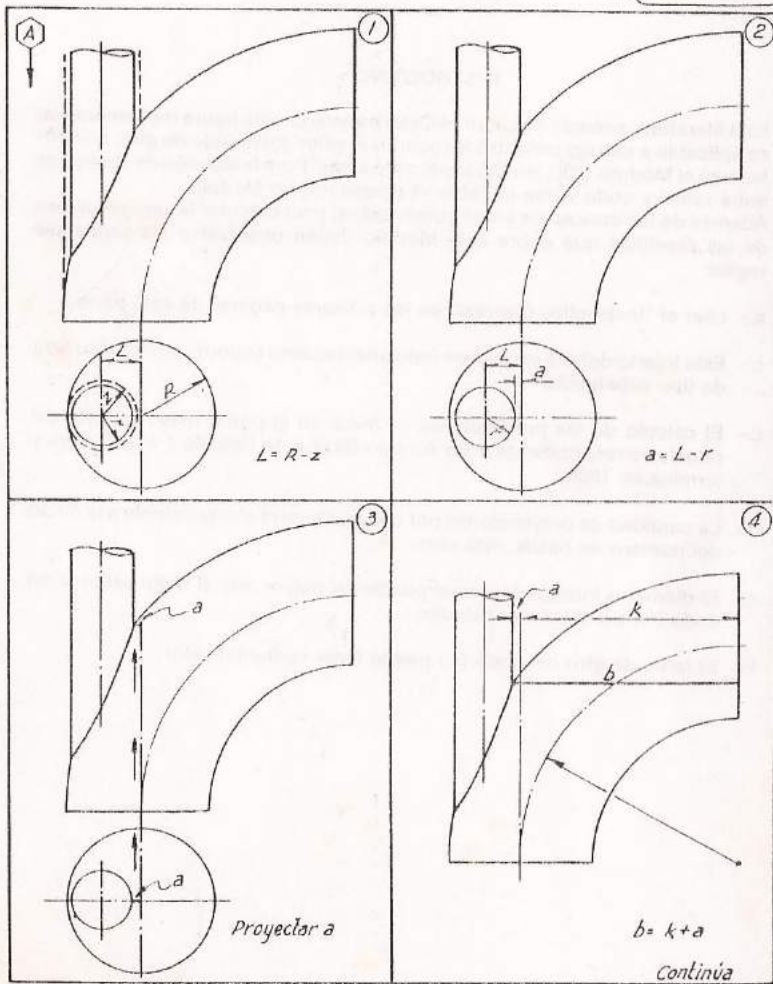
INSTRUCTIVO

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable a ciertas variantes en cuanto al valor del ángulo de giro, comentado en el Módulo 33; también aplicable a éste. Para la relación de diámetros entre ramal y codo véase la Tabla VI en ese mismo Módulo. Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- a.- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- b.- Este inserto deberá emplearse únicamente como soporte, por lo tanto será de tipo cabalgado.
- c.- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más recogido del ramal, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de cero y termina en 180°.
- d.- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.
- e.- El diámetro interior del ramal puede ser mayor que el radio exterior del codo (R) sin afectar el cálculo.
- f.- El radio de giro del codo (k) puede tener cualquier valor.

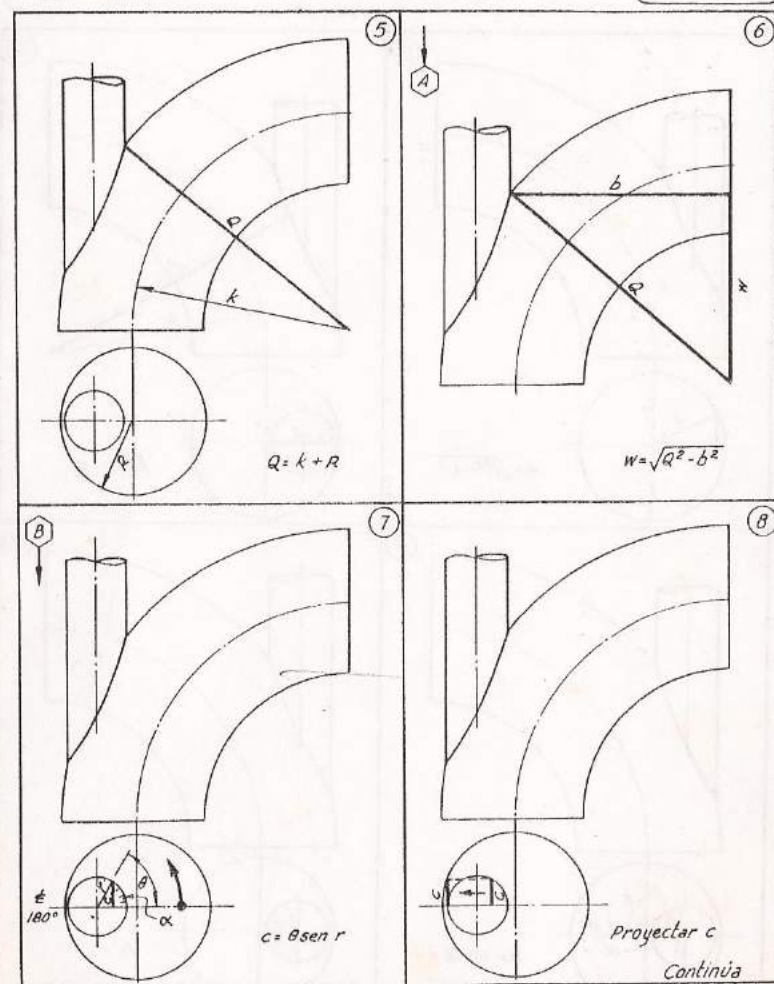
SECUELA ANALITICA

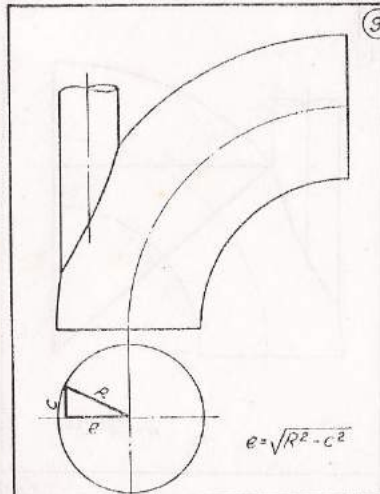
35



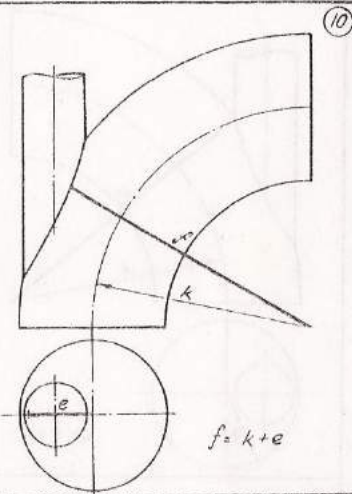
SECUELA ANALITICA

35

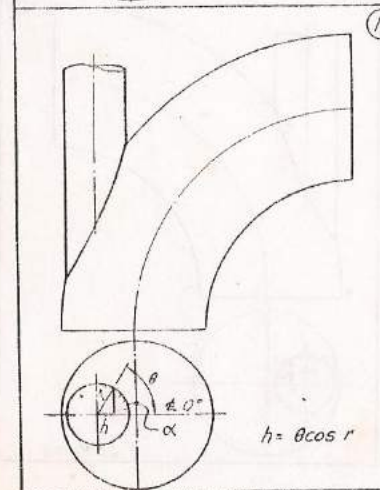




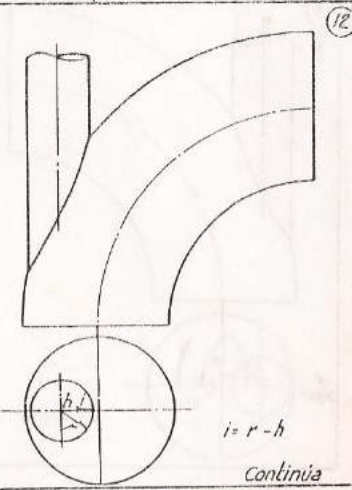
$$e = \sqrt{R^2 - c^2}$$



$$f = k + e$$

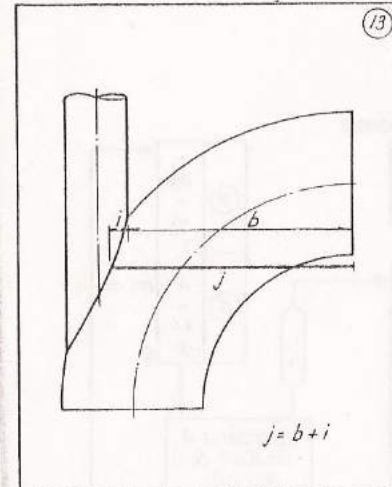


$$h = R \cos \alpha$$

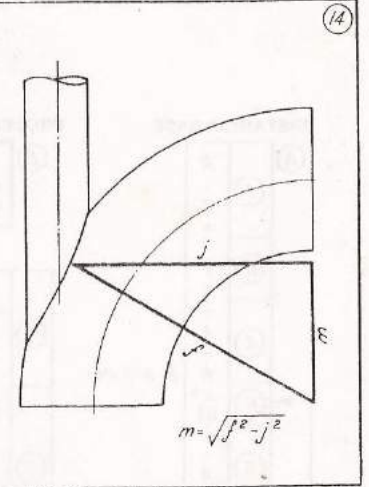


$$i = r - h$$

Continúa



$$j = b + i$$



$$m = \sqrt{j^2 - j'^2}$$

Fig. 220

LEYENDA

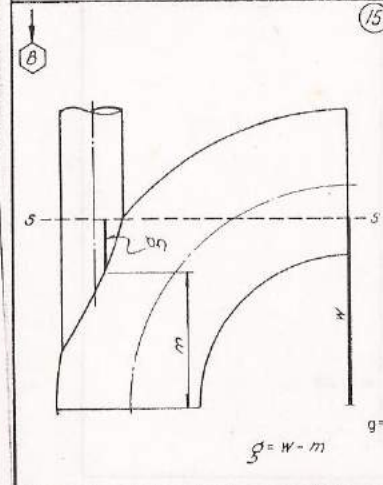
- R.- Radio Exterior del Tubo del Codo.
- z.- Radio Exterior del Tubo del Ramal.
- r.- Radio Interior del Ramal.
- k.- Radio de Giro del Codo.
- $\theta$ .- Angulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$ .- Angulo de Paso.
- s-s.- Línea Base de Proyecciones.
- g.- Proyección.

FORMULAS

(SIN REDUCCIONES)

$$w = \sqrt{(k+R)^2 + (k+R-z-r)^2}$$

$$g = w - \sqrt{\left(k + \sqrt{R^2 - (\theta \sin r)^2}\right)^2 - (k+R-z-r+r - (\theta \cos r))^2}$$



$$g = w - m$$

Continúa

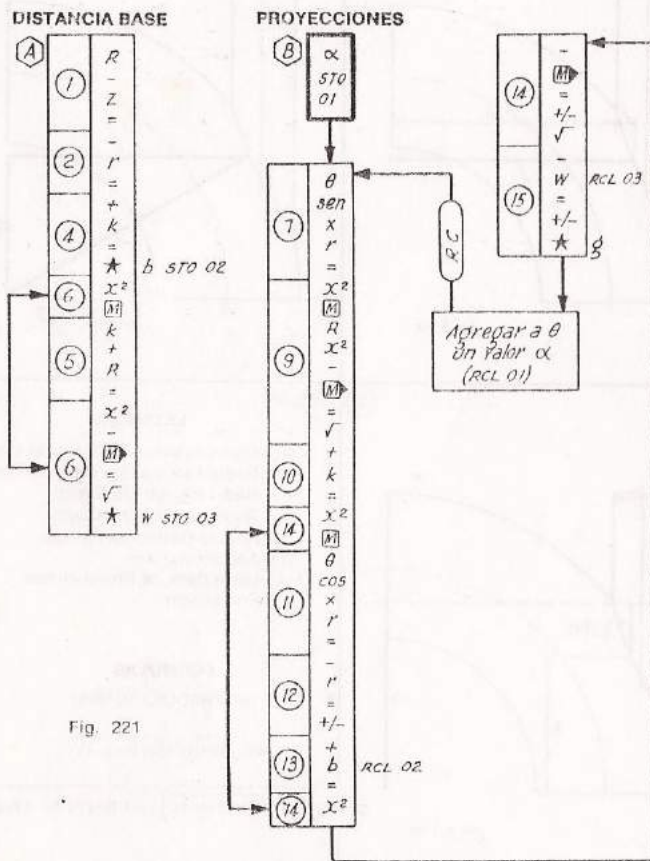


Fig. 221



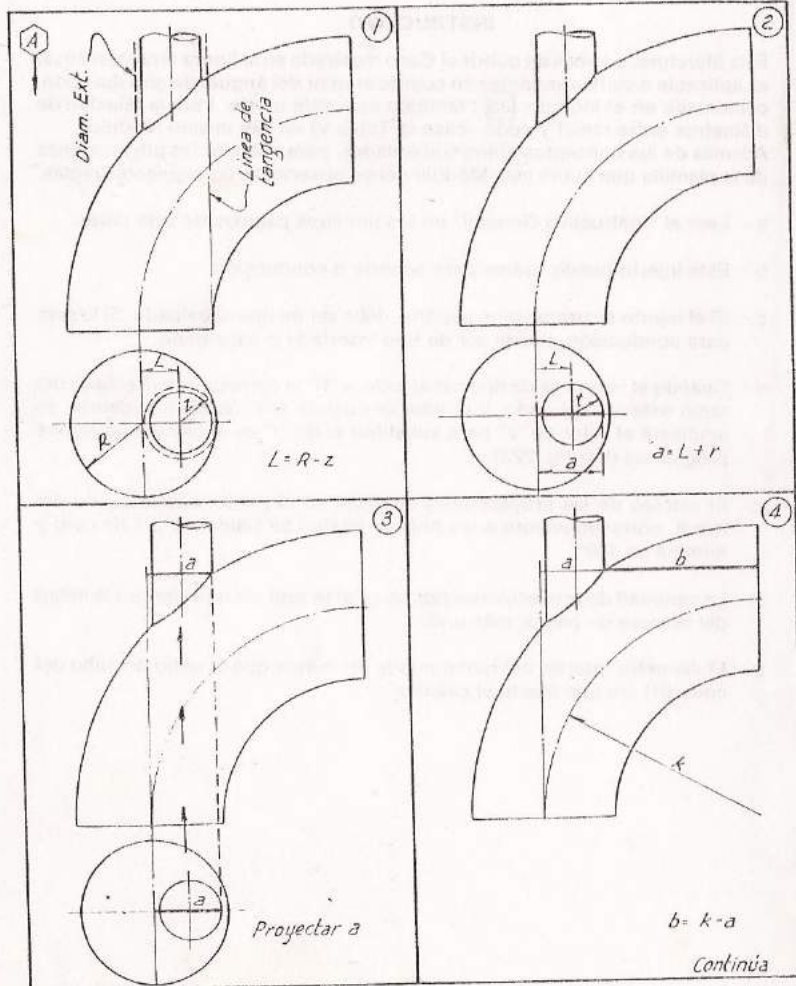
INSTRUCTIVO

Esta literatura, además de cubrir el Caso mostrado en la figura representativa, es aplicable a ciertas variantes en cuanto al valor del ángulo de giro del codo, comentado en el Módulo [33]; también aplicable a éste. Para la relación de diámetros entre ramal y codo véase la Tabla VI en ese mismo Módulo. Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de la plantilla que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- Este inyecto puede usarse para soporte o conducción.
- Si el inyecto se usara como soporte, debe ser de tipo cabalgado. Si lo será para conducción, puede ser de tipo insertado o cabalgado.
- Cuando el inyecto es de tipo cabalgado, a "R" le corresponderá el valor del radio exterior del codo, y al interior cuando sea insertado, además, se empleará el valor de "z" para substituir el de "r" en el cálculo de ambos programas (Ver fig. 223).
- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más recogido del ramal, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de cero y termina en 180°.
- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.
- El diámetro interior del ramal puede ser mayor que el radio del tubo del codo (R) sin que afecte el cálculo.

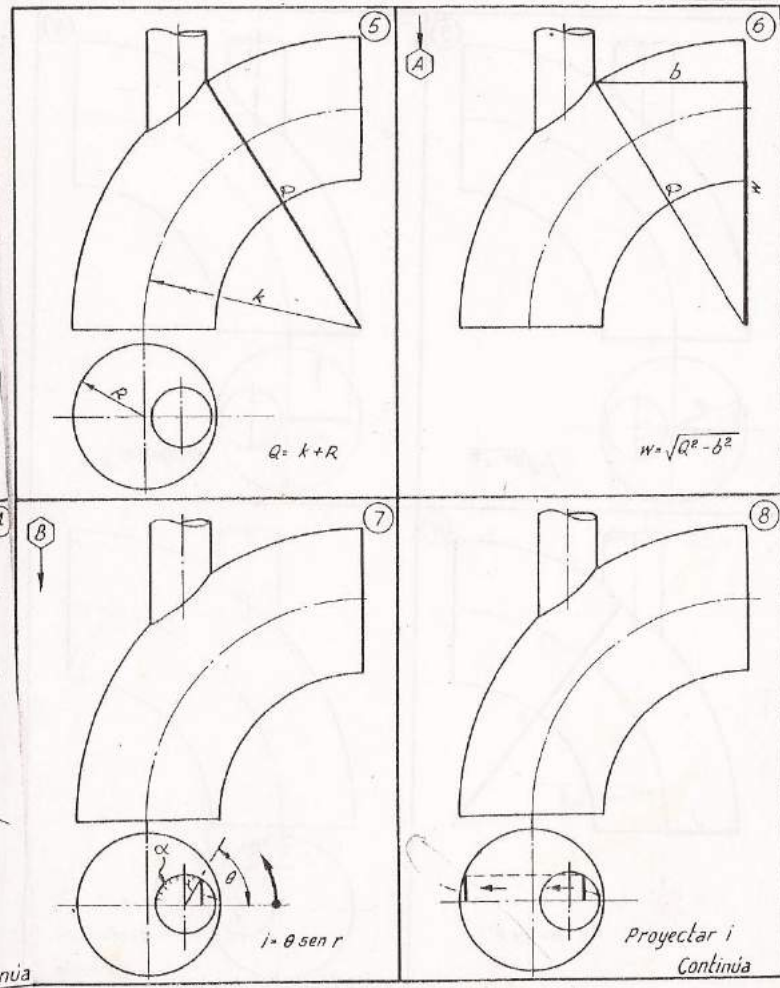
SECUELA ANALITICA

36



SECUELA ANALITICA

36

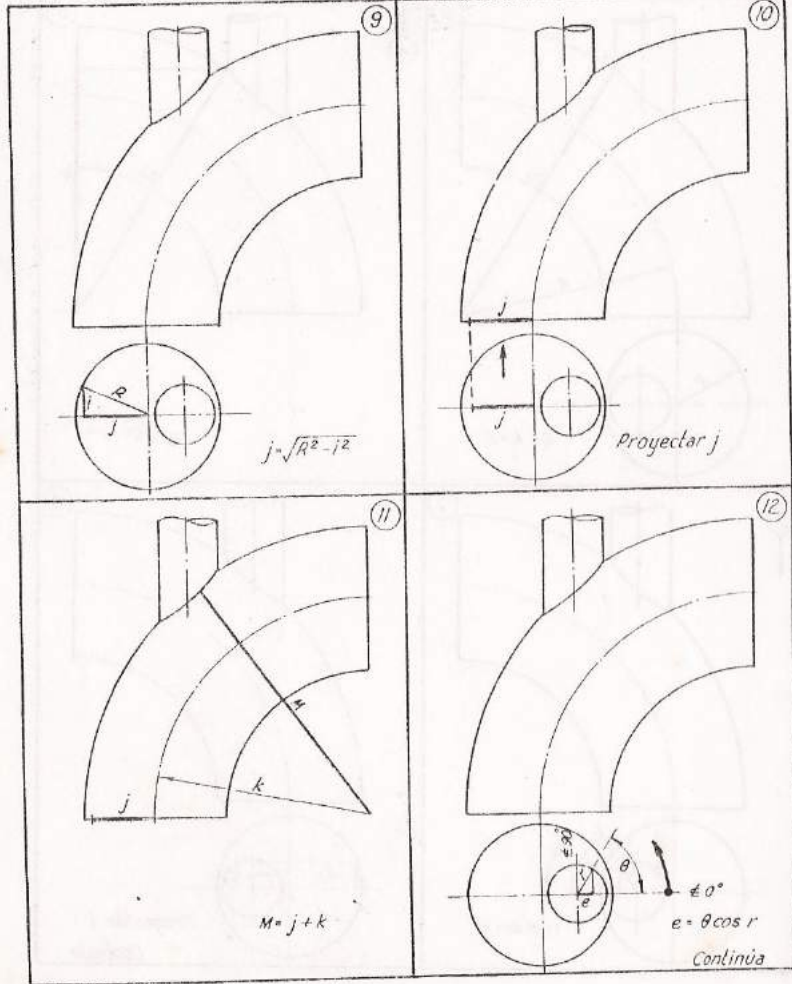




SECUELA ANALITICA

36

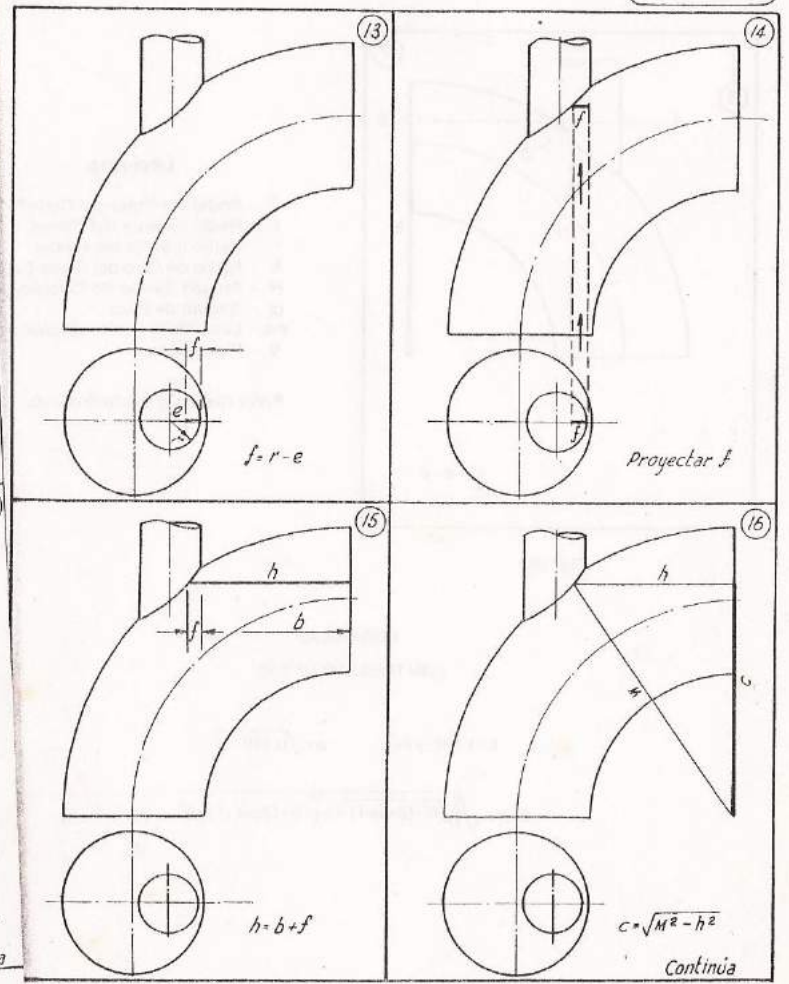
RAMAL



SECUELA ANALITICA

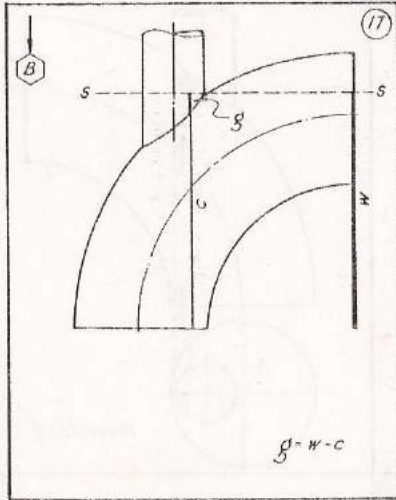
36

RAMAL



SECUELA ANALITICA

36



LEYENDA

- R.- Radio del Tubo del Codo.\*
- z.- Radio Exterior del Ramal.
- r.- Radio Interior del Ramal.
- k.- Radio de Giro del Codo (  $\rho$  ).
- $\theta$ .- Angulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$ .- Angulo de Paso.
- s-s.- Línea Base de Proyecciones.
- g.- Proyección.

\* Ver Regla "g" del Instructivo.

Fig. 222

FORMULAS  
(SIN REDUCCIONES)

$$b = k - (R - z + r) \quad w = \sqrt{(k+R)^2 - b^2}$$

$$g = w - \sqrt{\left( \sqrt{R^2 - (\theta \sin r)^2} + k \right)^2 - (r - (\theta \cos r) + b)^2}$$

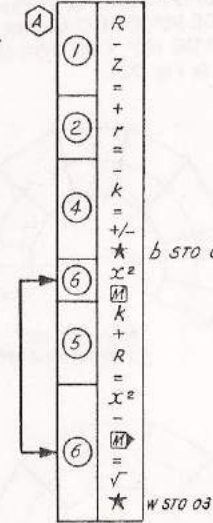
PROGRAMAS

36

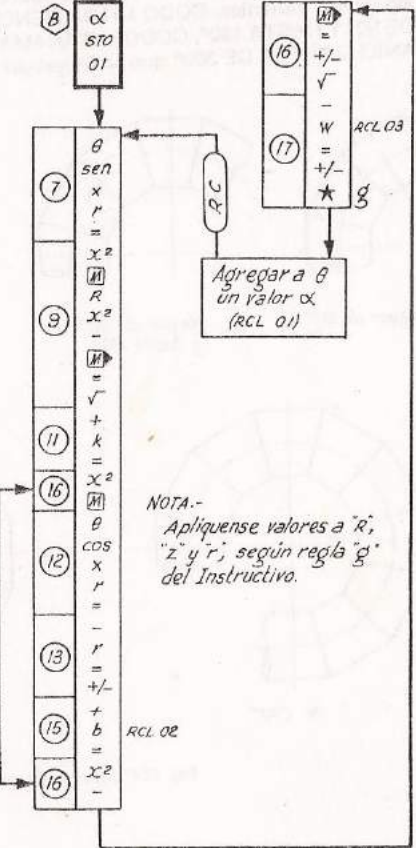


Codo\*  
Ramal  
Cod. (  $\rho$  ).  
Cálculo.  
Proyecciones.  
Instructivo.

DISTANCIA BASE



PROYECCIONES



NOTA.-  
Apliquense valores a "R",  
"z" y "r", según regla "g"  
del Instructivo.

Fig. 223

CODO MITRA DE 90°

37



INSTRUCTIVO

La literatura de este Caso, también denominado CODO DE GAJOS DE 90°, además de cubrir lo mostrado en la figura representativa, es aplicable a las siguientes variantes: CODO MITRA MENOR DE 90°, CODO MITRA MAYOR DE 90° Y HASTA 180°, CODO MITRA MAYOR DE 180° Y MENOR DE 270° y ANILLO MITRA DE 360° que se muestran en la Fig. 224.

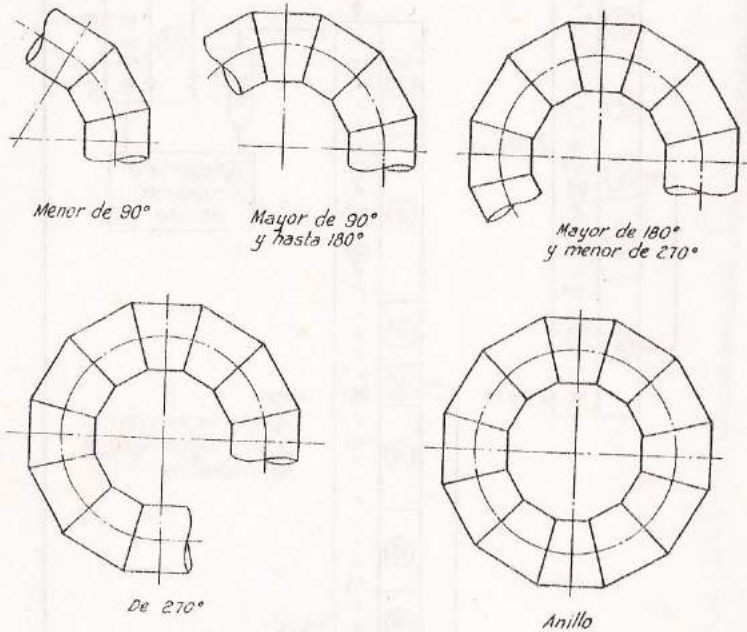


Fig. 224 Casos adicionales.



DE 90°,  
ble a las  
MA DR  
DE 2 ° y



0°  
270

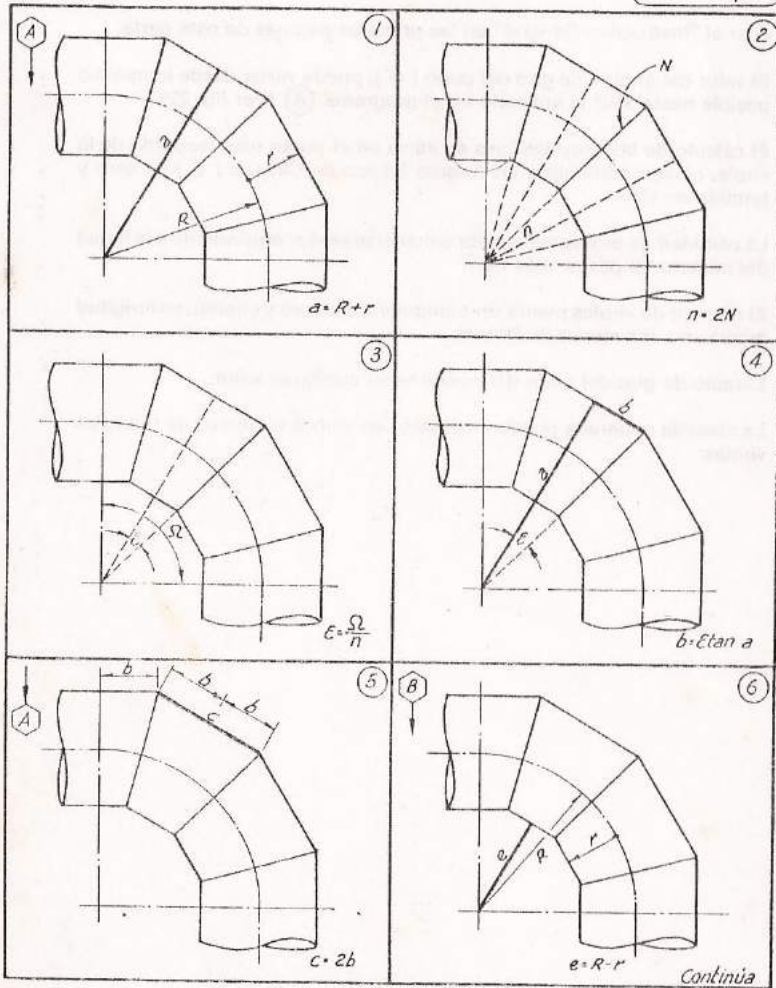


Además de los conceptos antes comentados, para calcular las proyecciones de las plantillas que cubre este Módulo deben observarse las siguientes reglas:

- Leer el "Instructivo General" en las primeras páginas de esta parte.
- El valor del ángulo de giro del codo ( $\Omega$ ), puede variar desde lo mínimo posible hasta 360° al aplicarlo en el programa (A) (Ver fig. 226).
- El cálculo de las proyecciones se inicia en el punto más recogido de la virola, correspondiente a un Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) de cero y termina en 180°.
- La cantidad de proyecciones por calcularse será el equivalente a la mitad del número de pasos, más uno.
- El número de virolas puede ser cualquiera, siempre y cuando su longitud mínima no sea menor de 80 mm.
- El radio de giro del codo (R) puede tener cualquier valor.
- La plantilla generada puede emplearse en ambos extremos de todas las virolas.

SECUELA ANALITICA

37



SECUELA ANALITICA

37

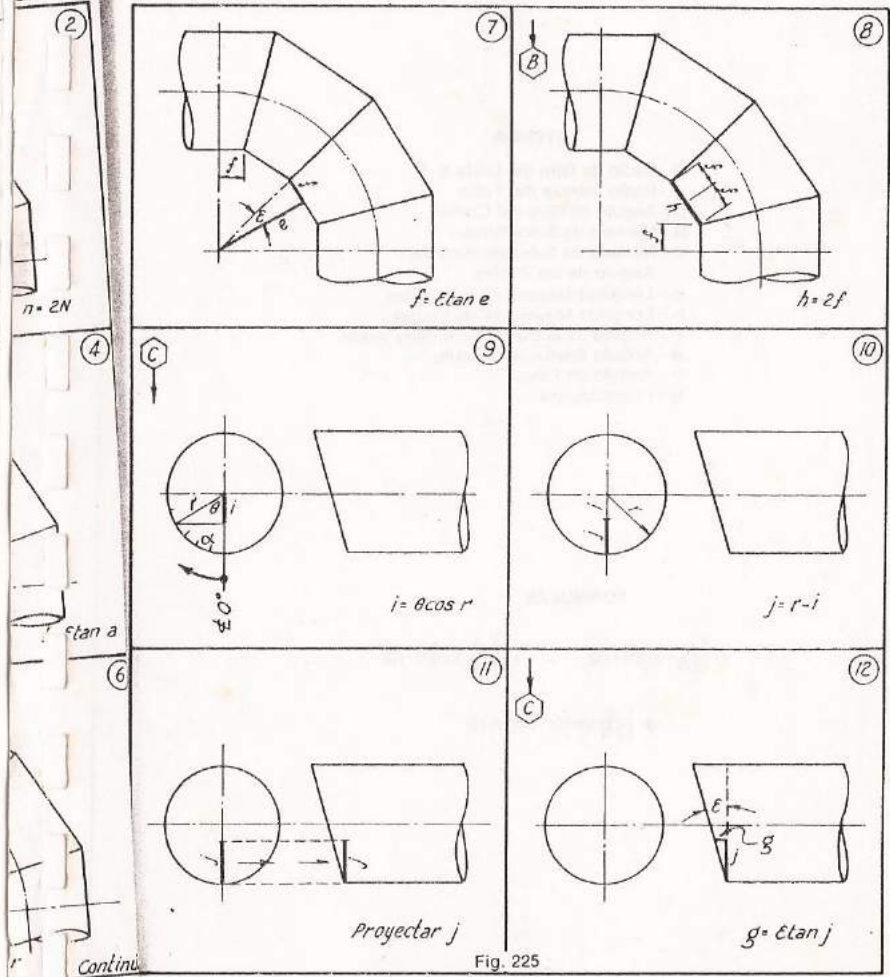
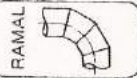


Fig. 225



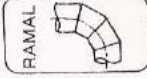
LEYENDA

- R.-Radio de Giro del Codo a  $\epsilon$ .
- r.-Radio Interior del Tubo.
- $\Omega$ .-Angulo de Giro del Codo.
- N.-Número de Soldaduras.
- n.-Número de Subdivisiones del Angulo de las Virolas.
- c.- Longitud Máxima de las Virolas.
- h.- Longitud Mínima de las Virolas.
- $\epsilon$ .- Angulo de la Subdivisión de la Virola.
- $\theta$ .- Angulo Básico de Cálculo.
- $\alpha$ .- Angulo de Paso.
- g.- Proyecciones.

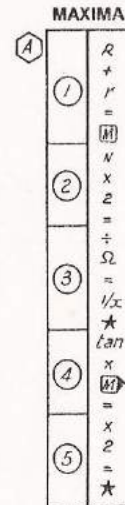
FORMULAS

$$c = \left( \frac{\Omega}{2N} \tan \right) (R+r)2 \quad h = \left( \frac{\Omega}{2N} \tan \right) (R-r)2$$

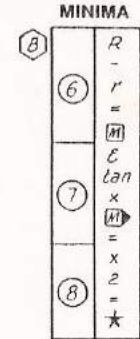
$$g = \left( \frac{\Omega}{2N} \tan \right) (r - (\theta \cos r))$$



LONGITUD DE VIROLA

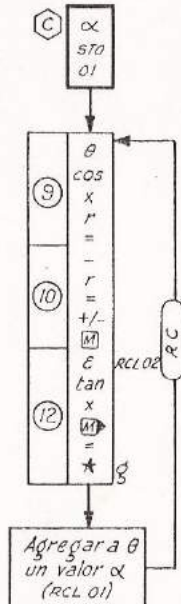


E STO 02



RCL 02

PROYECCIONES

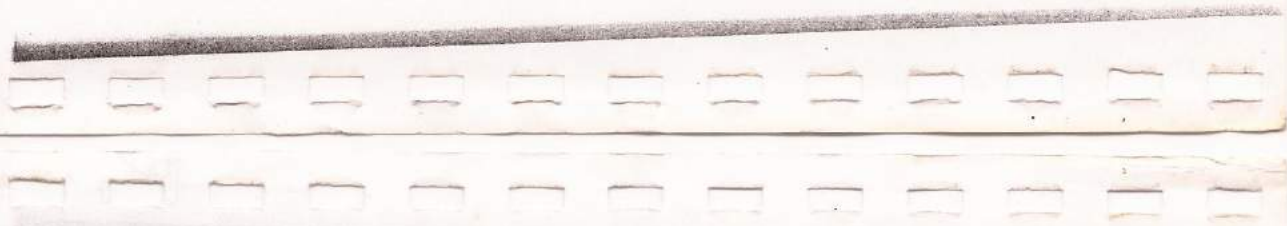


RCL 02

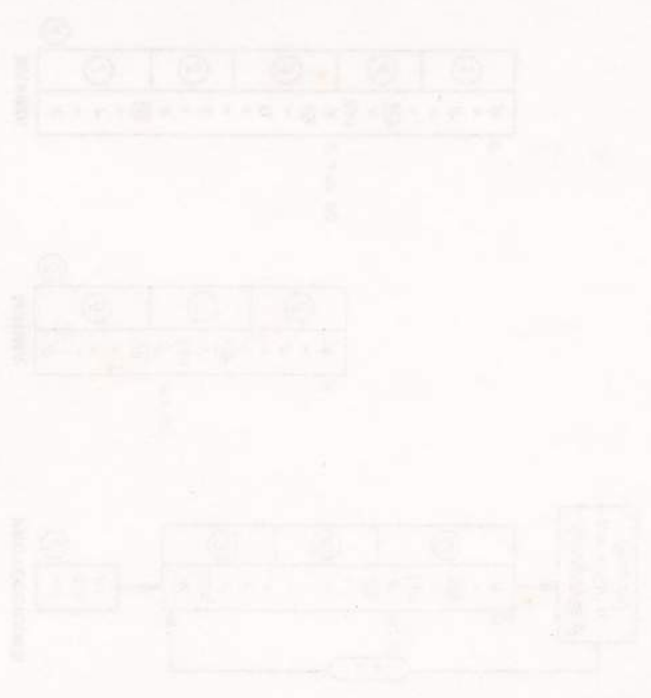
RCL 02

Fig. 226

PARTE III



PROVA DI AMBITO



## APLICACION EN ACTIVIDADES DE TECNICOS Y PROFESIONISTAS

Aunque anteriormente se comentaron los beneficios que obtienen los artesanos y mandos medios del sistema analítico para generar plantillas de tubería mostrados en este libro, esto no quiere decir, que técnicos y profesionistas que se desenvuelven en el medio de la construcción industrial no logren un buen provecho de él.

Cuando a este personal, sus actividades los obligue a proveerse de un volumen considerable de plantillas para tubería o equipo cilíndrico de proceso, con seguridad tendrán la necesidad de confeccionar programas del tema, pero adecuados a calculadoras programables avanzadas o computadoras, y la información medular para lograrlo la podrán obtener de este libro.

En la parte II de este libro se muestran 37 Módulos que cubren 66 Casos de los más populares en desarrollo de plantillas para injertos de tubería o equipo cilíndrico, y cada uno cuenta con una fórmula básica y secuela analítica diferente a las demás, ya sea en forma evidente o leve. En una parte de esa literatura éstas secuelas están representadas de manera gráfica y analítica; su finalidad es facilitar la comprensión de su origen y desarrollo, y así la persona que lo aplique podrá estar conciente de los pasos que ejecuta.

Cuando se escribió este libro, se apreciaron dos alternativas que podrían seguirse en cuanto a su objetivo:

La primera, que la persona que hiciese uso de él, pudiera generar analíticamente plantillas perfectamente desarrolladas sin que tuviera idea de los pasos que ejecutó, ni lo que lo obligó a seguirlos; la segunda, obtener la misma plantilla teniendo plena conciencia de ello.

Después de analizar ambas opciones, y a pesar de que este libro se hizo más extenso, se decidió por la última con el fin de hacer posible que el lector logre confeccionar, con algo de práctica, programas propios de Casos especiales que difieran mucho o poco de los aquí mostrados, y obviamente requieran de programas diferentes, ya sea usando calculadoras elementales, programables avanzadas, o computadoras.

Por supuesto que puede haber personal que se le dificulte entenderlo, pero esto no impedirá que desarrolle plantillas correctas aunque nunca llegue a generar programas personales adicionales.

Darle al método las características de nitidez adecuada, requirió que la literatura de cálculo aquí incluida fuera extensa y detallada, teniéndose cuidado de evitar que las secuelas analíticas tengan pasos o etapas dudosas.

Si un técnico o profesionista se hace cargo, con el auxilio de una calculadora programable avanzada, o una computadora, del desarrollo analítico de dichas plantillas, la primera actividad que tendrá que desarrollar será elaborar un buen número de programas propios para alimentar ese tipo de equipo de cálculo. Si no cuenta con experiencia en ese campo, esa labor le va a representar meses de atención exclusiva y, obviamente, a un elevado costo.

Por otro lado, si para confeccionar ese número de programas recurre a consultar los Casos mostrados en este libro, es seguro que los generará con relativa facilidad, reduciendo notablemente el tiempo y costo requerido para esa

actividad. Para desarrollar programas especiales para equipo de cálculo avanzado, propios para plantillas de tubería, no basta conocer la operación de dicho equipo sino complementarlo con otros muy exclusivos de lógica y geometría analítica relacionada con el tema, cuya aplicación difiere en cada uno de los Casos.

El cálculo de proyecciones de las plantillas que se muestran en este libro, ejecutan el desarrollo de una fórmula básica que es ordenada en una secuela óptima para manejarla con facilidad en calculadoras científicas elementales. Esa fórmula será la parte medular de los programas especiales para calculadoras programables avanzadas o computadoras, por lo tanto, el programa para una calculadora elemental será similar a la fase más importante de los programas para equipo de cálculo avanzado. Las fases complementarias son idénticas, o muy parecidas, por lo tanto fáciles de asimilar. El lenguaje para elaborar programas de equipo avanzado de cálculo debe ser el que indique su instructivo de operación correspondiente.

Hay casas de ingeniería y construcción que manejan obras industriales gigantes, o industrias que fabrican volúmenes considerables de equipo de proceso con forma cilíndrica. Estas empresas pueden llegar a manejar un gran número de plantillas, y desarrollar esta actividad con el auxilio de una calculadora científica programable de gran capacidad, o con una computadora.

Un caso típico lo representa la industria que fabrica plataformas marinas que requiere la industria petrolera, cuando éstas, son fabricadas con estructuras tubulares. En las secciones técnicas de dichas empresas, se tiene que generar diariamente un buen número de plantillas, a tal grado que parte de ellas cuentan con una dependencia especial para cubrir esa actividad.

El técnico que va a atender este renglón, tiene que capacitarse para operar adecuadamente el equipo avanzado de cálculo que tenga que manejar. Una ayuda muy importante la va a recibir del instructivo de operación de dicho equipo, que puede complementarse con cursos de capacitación objetiva que son impartidos por casas especializadas en ese campo. Pero la dificultad se le presentará cuando trate de confeccionar programas para desarrollar plantillas de tubería propias para alimentar dicho equipo, si no cuenta con experiencia previa. En ese campo no es fácil proveerse de literatura apropiada, ni encontrar casas que impartan cursos de capacitación de esa especialidad a donde acudir.

La forma como la industria afectada ha resuelto este problema, ha sido contratando técnicos que conozcan este campo y, ante su escasez, deberá ser muy bien pagado. Este procedimiento resuelve de inmediato el problema de productividad, pero es común que genere otro, debido al hermetismo que por lo general, este personal manifiesta en cuanto divulgar con compañeros de labores, la tecnología que conocen.

No puede juzgarse si la manera como reacciona este tipo de personal es o no correcto, pero lo que sí puede afirmarse es que, si los conocimientos que adquirieron fueron totalmente logrados por mérito propio, fue a cambio de una paciente y muy larga labor, con seguridad de años para llegar a dominar un buen repertorio de programas para desarrollar plantillas de tubería.

En este libro se muestran 66 Casos, que su análisis, confección, corrección y cotejo contra plantillas similares generadas gráficamente, fue una paciente

lab  
En  
ca  
es  
ada  
log  
eq  
sec  
y k  
Cu  
for  
mo  
ma  
la  
Co  
ma  
cál  
Se  
mo  
la  
la  
pro  
cua  
ada

an-  
de  
a y  
ada  
pro  
del  
les.  
ula-  
amr  
lo  
so  
para  
se su  
gar  
o de  
gran  
cul-  
ra.  
s q  
turas  
nerar  
ell

ope  
r. Una  
dicho  
va c  
ds  
a  
planti-  
perien-  
ada y  
lidé a

ha sido  
erá ser  
em le  
que pr  
eros de

es no  
tos ue  
mbi de  
dominar  
a.  
st y  
la

labor que se desarrolló en bastante tiempo.

En la parte II de este libro se muestran las secuelas analíticas que se siguen en cada Caso especial, expresadas gráficamente, paso a paso, de manera tal, que es fácil comprenderlas. Después de analizarlas y asimilarlas, cosa que debe lograrse con facilidad, el técnico que va a elaborar programas propios para equipo avanzado de cálculo, tendrá la impresión de que la fórmula básica y la secuela que se emplea en cada Caso, es muy simple y se rige por pasos nítidos y lógicos.

Cuando el técnico haya comprendido plenamente la secuela analítica y la forma de manejar el desarrollo de la plantilla de cualquiera de los casos aquí mostrados, tendrá la capacidad suficiente para desarrollar los mismos programas, pero propios para equipo avanzado de cálculo, si conoce a la perfección la operación de ese equipo.

Con el fin de facilitar la comprensión del procedimiento para adaptar programas de calculadoras de una memoria, a propios para equipo avanzado de cálculo, páginas adelante se muestran varios ejemplos detallados.

Se hace hincapié que, los programas para calculadoras de una memoria mostrados en los Módulos, parten de una fórmula que también es incluida en la misma literatura, y para facilitar la interpretación de su origen y secuela que la gobierna, no fueron reducidas en lo absoluto. Si al adaptar alguno de esos programas a uno especial para equipo avanzado, resulta práctico reducirlas cuando esto es posible, llévase a cabo esta actividad y básiase el programa adaptado a los resultados.



**PROGRAMAS PARA CALCULADORAS PROGRAMABLES  
Y COMPUTADORAS**

Adaptar programas de calculadoras de una memoria para calculadoras avanzadas programables o computadoras es una actividad sencilla de superar, pero para el personal que de antemano tenga experiencia en el manejo de ese equipo, con seguridad lo logrará con suma rapidez.

Este tema se comentará en una forma relativamente elemental y muy detallado, con la finalidad de que lo asimile fácilmente el personal que se inicie en ese campo. El que cuente con experiencia cuando lea este libro sabrá comprenderlo y dispensarlo.

Para manejar programas de calculadoras de una memoria se requiere operar, uno a uno mediante las teclas correspondientes, todos los pasos que los integren, y cuando son para obtener las proyecciones, tendrán que repetirse ese tren de cálculos en relación del número mínimo necesario para su trazo, por lo tanto para totalizar las operaciones tendrán que operarse un buen número de teclas.

Las calculadoras programables o computadoras, cuando manejan cálculos de proyecciones, se les alimenta por una sola vez, y al arrancarlas, todos los pasos se ejecutan automáticamente repitiéndolos cuantas veces se requiera, además se parará cuando finalice el último cálculo, y si así se desea, puede dar los resultados impresos. Estos programas, además de su sección medular, están integrados por otras actividades complementarias que gobiernan secuelas lógicas a las operaciones que realiza.

El equipo avanzado de cálculo, ya sean calculadoras o computadoras, pueden programarse mediante tarjetas o cintas magnéticas una vez que han sido grabadas previamente, evitándose el hacerlo manualmente cada vez que tenga que calcularse alguna plantilla. Este sistema ahorra mucho tiempo, puesto que habrá programas integrados por 200 o 300 pasos, los mismos que tendrían que alimentarse mediante las teclas correspondientes, además hay que agregar el tiempo requerido para su revisión y corrección, si se localizan errores, cosa común en programas largos. Para alimentar un programa en forma manual, que requiera de 10 minutos, necesitará aproximadamente de 10 segundos si se hace con tarjetas magnéticas pregrabadas.

Los programas de este tipo de equipo, en cierto bloque de actividades, cuenta con espacios libres para recibir los datos básicos que regirán los cálculos, correspondientes a características físicas que son susceptibles de variar, pero a la vez cubiertas por el mismo caso. Lo anterior permite aprovechar el mismo programa para calcular plantillas similares, pero correspondientes a tubería de diámetro o pared diferente. Cuando se ha calculado una plantilla, sin necesidad de desprogramar el equipo puede emplearse para obtener otra de tipo similar, pero regida por diferentes datos básicos; al alimentarlos automáticamente borran y suplen los anteriores.

En páginas anteriores, se comentó que todos los programas para calculadoras elementales que se muestran en este libro fueron sujetos a minuciosos análisis con la finalidad de condensarlos lo más posible, tanto en su número de pasos como en el de las memorias, lográndose en gran parte de ellos

rec  
co  
qu  
ell  
pa  
la  
cu  
fue  
ine  
alg  
Po  
co  
op  
pos  
red  
cap  
Es  
par  
fác  
ant  
Lo  
con  
del  
inn  
req  
had  
cua  
tar  
Las  
PA  
de  
con  
sep  
Las  
ést  
con  
Cot  
incl  
de  
con  
con  
En  
pre  
unc  
par  
exc  
se  
en

reducirlos en comparación de los que en primer término, tentativamente se confeccionaron; el ahorro logrado se refleja grandemente en la rapidez con que se ejecuten los Cálculos. Desarrollar las operaciones de cada uno de ellos, implica operar cierto número de teclas más o menos en relación de los pasos con que cuenta su programa. Si algunos cuentan con 6 pasos de más de la cantidad mínima óptima con que pueda confeccionarse, habría que operar cuando menos la misma cantidad de teclas para calcular cada proyección, y si fuese 28 su número, crecería a 168 la cantidad de pasos innecesarios que inevitablemente tendrían que alimentarse, además hay que considerar que algunos requieren de la operación de dos teclas.

Por lo que respecta a las memorias, se redujo su cantidad al mínimo posible, con la finalidad de que las calculadoras elementales de una memoria puedan operar, evitando en lo posible, el tener que anotar datos para usarlos posteriormente. En calculadoras elementales de varias memorias, un reducido número de ellas en sus programas, aumenta la posibilidad de que su capacidad las llegue a cubrir, y si no lo hace, reduce las anotaciones.

Es más rápido meter en memoria, mediante una tecla, un valor que se tenga en pantalla que anotar. Así mismo, el procedimiento para rescatarlo será más fácil mediante la operación de otra tecla, que recurrir a lo anotado con anterioridad y pasarlo a la pantalla mediante teclas numéricas.

Los programas propios para equipo avanzado de cálculo no deben condensarse; una vez que se ha obtenido uno que funcione correctamente debe darse por bueno. Este equipo ejecuta los cálculos con una rapidez inmensurable, puesto que un programa de 200 pasos, el equipo más lento requiere aproximadamente de medio segundo para calcularlo. La mayoría lo hace instantáneamente. Si el programa que se dé por bueno sin optimizarlo cuenta con 14 pasos de más de lo debido, no será perceptible el tiempo que se tardaría de más por culpa de esos pasos extras.

Las calculadoras TEXAS INSTRUMENT 58 y 59, así como las HEWLETT PACKARD 41C, 41CV y 97, fueron incluidas como participantes en ejemplos de adaptación de programas, debido a su popularidad. Ambas marcas operan con lenguajes exclusivos, por lo tanto, ejemplos similares se detallarán por separado para cada uno de ellos.

Las diferentes marcas de computadoras no cuentan con lenguajes exclusivos, éstas operan con diferentes tipos propios para aplicarlos en varios campos como: contabilidad, estadística, matemáticas, etc.; algunos de ellos son Basic, Cobol, Fortran y RPG. De los anteriores se seleccionó el primero para incluirlo en ejemplos de adaptación de programas, debido a que cubre la rama de matemáticas y la tendencia de emplearlo en los nuevos modelos de computadoras de bolsillo, así como su popularidad dentro de las computadoras que actualmente están en operación.

En los programas mostrados en este libro, a excepción de muy pocos casos, predominan dos tipos con estructuras diagramáticas definidas (Ver fig. 227), uno de ellos para calcular proyecciones, ya sean de ramales o bocas, y el otro para obtener el Desarrollo, Paso Longitudinal, así como el Angulo de Paso, exclusivamente para plantillas de bocas. El Desarrollo y el Paso Longitudinal se emplearán para trazar físicamente la plantilla; el Angulo de Paso se empleará como dato básico al calcularse las proyecciones del caso

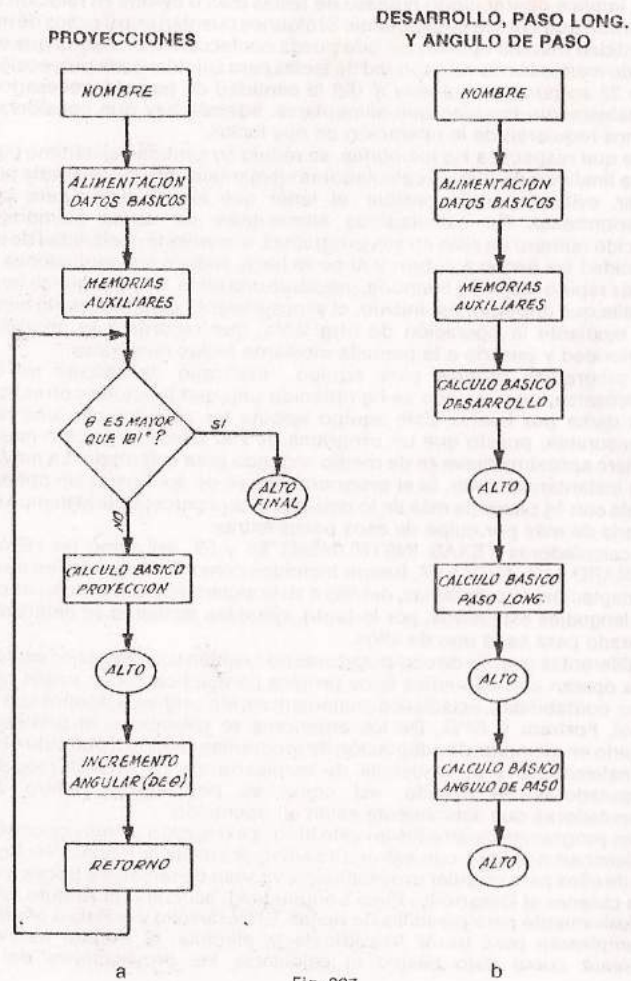


Fig. 227

correspondiente. Cuando sea para calcular proyecciones, el programa requerirá de cierto número de cálculos básicamente similares, por lo tanto se repetirán en reciclajes en relación de la cantidad necesaria. El programa para obtener el Desarrollo, Paso Longitudinal y Angulo de Paso, solamente una sola vez se ejecutará su cálculo.

Los programas para equipo avanzado de cálculo se basan en una serie de etapas o bloques de actividades, que vienen a ser los mandos que gobiernan las secuelas y características de los cálculos por ejecutar, una vez que opere el equipo que de antemano se le ha alimentado. El orden con que actúa cada uno de ellos se rige por el diagrama de flujo del programa correspondiente. Estando todos integrados y ordenados sobre una vía de canalización representada gráficamente con una línea pesada que cuenta con flechas mostrando el rumbo de las actividades. Esta vía tiene su principio y su fin, por lo tanto tendrá un bloque de actividades que ejecute las primeras operaciones, y otro las últimas.

Las características de los bloques de actividades empleados en los programas para desarrollar plantillas de tubería, se repiten con estructuras idénticas en todos los Casos, sin importar que los tipos de plantillas manejados sean muy diferentes. La única excepción donde difieren es en el correspondiente al cálculo básico, por lo tanto los primeros preparan, coordinan y ordenan los cálculos del segundo.

Lo anterior indica que los programas para calculadoras elementales, y los de equipo avanzado de cálculo, propiamente son similares, solo que, cuando son para las primeras está integrado a una actividad exclusiva que comprende todo el programa, y para los segundos, lo mismo forma parte de uno de los bloques de actividades que lo integran.

A continuación se describen las funciones y operaciones de cada uno de los bloques de actividades que pueden integrarse a los diagramas de flujo de los programas para equipo avanzado de cálculo.

**NOMBRE**

Esta actividad es empleada únicamente cuando el programa es para equipo de cálculo que, además de desplegar valores numéricos, también lo haga con palabras. Así, una vez que se alimente un programa que lo ordene, aparecerá en la pantalla por un breve lapso, la descripción o nombre de la plantilla que está por calcularse. Si se cuenta con impresor, este dato puede imprimirse si el programa lo ordena. En esta forma la denominación de la plantilla encabezará la lista de los valores de las proyecciones.

Esta actividad opera por una sola vez bloqueando el diagrama su participación posterior; su función es relacionar las proyecciones obtenidas con el tipo de plantilla a las que pertenecen.

**ALIMENTACION DE DATOS BASICOS**

Esta actividad puede definirse como la alimentación complementaria de los datos básicos que regirá el cálculo, ocupando estabones vacíos expresos que el programa les reservó. Un programa obtiene una plantilla para un tipo de injerto, siempre y cuando se complementa con los valores de los datos básicos relacionados como: diámetros de los tubos, pared de los mismos, número de

pasos, ángulos relevantes, etc.

Todas las computadoras, además de las calculadoras en que sus pantallas despliegan palabras, deberán de alimentarse con programas que inquieran, de uno en uno, los datos básicos que los complementarán.

Tomemos el ejemplo de un programa que se haya alimentado que requiera como complemento el diámetro exterior del cabezal, el mismo del ramal, el espesor de la pared del último y el número de pasos. Inicialmente aparecerá en la pantalla, por uno o dos segundos, la descripción o nombre de la plantilla que se trabaja; actividad del bloque anterior. Cuando desaparezca esa descripción y suponiendo que se han empleado abreviaturas, aparecerá DIAM. EXT. CABEZAL, que tendrá que dársele su valor; a continuación, desaparecerá de la pantalla y se desplegará DIAM. EXT. RAMAL, se repite el procedimiento; luego aparecerá ESP. RAMAL, para hacerse lo mismo; al final aparecerá NUM. DE PASOS, dato que también se alimentará. Una vez ejecutada la última operación, automáticamente se arrancará el cálculo del programa. Si se desea, la denominación de estos renglones, así como los valores que se les dieron, pueden ser impresos después del nombre de la plantilla y antes de los valores de los resultados. En esta forma, en la impresión se relacionan nombre, datos básicos empleados y valores de los resultados. Las calculadoras TEXAS INSTRUMENT 58 y 59, no despliegan palabras en sus pantallas y requieren de programas que ejecuten esta actividad de una manera diferente. Al principio se dejan en blanco las memorias que el Caso requiera, para que en su oportunidad reciban los valores de los datos básicos correspondientes. A cada una de ellas se le antepone un alto ([R/S]), para parar las actividades y dar oportunidad de alimentarlas.

Estas calculadoras cuentan con un sistema para imprimir información alfabética, si es que operan con impresor, y si así se le ordena al programa. Lo anterior permite anteponer a los resultados el nombre de la plantilla, así como descripción y valores de los datos básicos empleados, pero como esta información no aparece en la pantalla, difieren levemente las actividades del programa al que con anterioridad se comentó.

En programas para desarrollar plantillas de tubería propios para estas calculadoras, no se recomienda emplear el sistema Alfa Numérico, denominación que su instructivo le da a esta operación, debido a lo largo que resultan algunos de ellos para su capacidad relativamente limitada, sobre todo la de la TI-58. Hay que considerar que al confeccionarse un programa, cada letra que se le incluya con el sistema Alfa Numérico, requiere que se operen dos teclas, por lo tanto corresponderá a dos pasos, además de los que se necesitan para integrar letras en los programas.

Si se elimina el nombre del programa, este bloque de actividades será el primero del diagrama de flujo correspondiente, en vez del segundo como en el ejemplo anteriormente comentado.

En programas propios para estas calculadoras, la estructura de la porción que integra esta actividad puede tener variaciones; una de ellas es darle a los datos básicos denominaciones de etiquetas, que para el caso serían letras, desde la A hasta la E y desde la A' hasta la E'. Lo anterior se recomienda cuando a los datos básicos se les quiera ubicar por medio de letras en vez de hacerlo con números de memorias. Se expresaría según se muestra en Fig. 228.

s  
y,  
a  
el  
n  
a  
a  
á  
1.  
el  
al  
z  
el  
s  
la  
n  
s.  
n  
a  
so  
ra

Ta  
de  
do  
ta  
el  
as  
o,  
je  
me  
an  
ja  
en  
ob  
se  
el  
el  
je  
os  
la  
os  
on

```
*Lb1  
A  
STO  
00  
R/S  
*Lb1  
B  
STO  
01  
R/S  
*Lb1  
C  
STO  
02  
R/S  
*Lb1  
D  
STO  
03
```

Fig. 228

Asignando etiquetas.

```
*Lb1  
A  
R/S  
STO  
00  
R/S  
STO  
01  
R/S  
STO  
02  
R/S  
STO  
03  
R/S  
STO
```

Fig. 229

Asignando memorias.

```
X  
R  
=  
STO  
06  
R  
X2  
+  
RCL  
06  
=  
√  
-  
R  
=  
+/-  
R/S  
RST
```

Fig. 230

Aplicando al final "RST", para el reinicio.

También puede iniciarse con una etiqueta con nomenclatura alfabética antes de la primera memoria en blanco del programa, que vendría a ser sus primeros dos pasos. Su finalidad sería poder poner el puntero del cálculo en el inicio de las actividades para recibir los datos básicos, ya sea en el cálculo inicial o en los posteriores, si se desea aprovechar nuevamente un equipo programado. En programas para calcular proyecciones, una vez que el puntero del cálculo operó este bloque de actividades, ya no puede recorrerlo nuevamente, a menos que, después de totalizar los cálculos de una plantilla, con la etiqueta antes comentada se llame el puntero del cálculo para colocarlo en el primer paso del programa, y listo para calcular otra similar en cuanto a su tipo, pero obviamente de medidas o características diferentes (Ver fig. 229). La última opción sería eliminar la etiqueta mencionada en el ejemplo anterior, y agregar después del alto final del programa, un paso correspondiente al reinicio de actividades "[RST]" (Ver fig. 230). De esta forma, al programar el equipo el puntero del cálculo queda en el último paso accesible, que viene a ser el alto final, y al operar la tecla de arranque, automáticamente pasa al reinicio y éste lo vuelve a colocar en el primer paso; listo para recibir los datos básicos para ejecutar el cálculo. Cuando éste ya se haya dado por terminado, y se desea calcular otra plantilla de tipo similar, nuevamente se arranca la calculadora y el puntero vuelve a la posición de inicio, listo para recibir nuevos datos.

### MEMORIAS AUXILIARES

En este bloque de actividades se calcularán, a partir de los datos básicos, los relevantes que participarán frecuentemente en los cálculos regidos por el programa que fue alimentado, asignándole a cada uno de ellos una memoria exclusiva. Emplear mediante memorias, repetidamente los resultados de cálculos ejecutados por una sola vez, ahorrará el tenerlos que hacer cuantas veces volviesen a participar en pasos posteriores.

Es común que los datos básicos correspondan a diámetros exteriores de los tubos, espesor de la pared de uno, o dos de ellos, pero el programa se rige sistemáticamente por los radios interiores o exteriores de los mismos, por lo tanto a partir de los primeros se obtienen los segundos.

Otros datos relevantes que participan son: darle el valor de cero al Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) antes de iniciar los cálculos, y ocasionalmente la función trigonométrica de un ángulo determinado que es obtenido necesariamente de un cálculo.

### PARTICION

Este bloque de actividades opera un buen número de veces; principia por recibir el valor de cero del Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ), para compararlo con un valor límite determinado de antemano e incluido en el programa, que obviamente será mayor que el primero. Cuando opere en los siguientes reciclajes y mientras se mantenga esa condición, el puntero del cálculo se canalizará por una vía determinada, que en estas condiciones será hacia el bloque del cálculo básico.

Posteriormente el puntero del cálculo llegará a un bloque de actividades donde el valor del Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) se incrementa con lo equivalente al Angulo de Paso, ejecutado lo anterior, pasará a otro donde el puntero se envía nuevamente a la Partición para compararlo otra vez. Estos ciclos se repetirán, y cada vez que lo haga, el valor de  $\theta$  será mayor, hasta que llegue el momento que rebase el valor límite determinado y automáticamente el puntero saldrá por una vía distinta, canalizándolo hacia otra Partición con valor límite determinado mayor, o en su defecto, hacia el fin. Hay casos que el programa cuenta con dos diferentes tipos de cálculos básicos para obtener las proyecciones de la misma plantilla, comprendiendo dos fases expresas, estructuradas con diferentes fórmulas y localizadas en distintos niveles del programa. El empleo de cada uno de ellos depende del valor del Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) en un momento dado, decisión que tomará y ejecutará la Partición.

Tomando como ejemplo el Caso que requiera del cálculo de la totalidad de sus proyecciones, y que cada mitad de ellas se obtenga por diferentes planteamientos analíticos, el cálculo de la primera mitad se regirá por una fórmula básica diferente a la necesaria para el complemento. Querrá decir que cuando  $\theta$  vale desde  $0^\circ$  hasta  $180^\circ$ , la Partición canalizará por una vía los cálculos, y desde mayores de  $180^\circ$  hasta  $360^\circ$  por otra (Ver fig. 231).

Se recomienda que el valor límite determinado sea un grado mayor que lo teóricamente necesario, ya que algunos equipos cuando ejecutan la comparación, operan sobre el criterio de: "igual" o "mayor", evitándose en esta forma que acepte lo primero, por lo tanto  $90^\circ$  será  $91^\circ$ , y  $180^\circ$  se

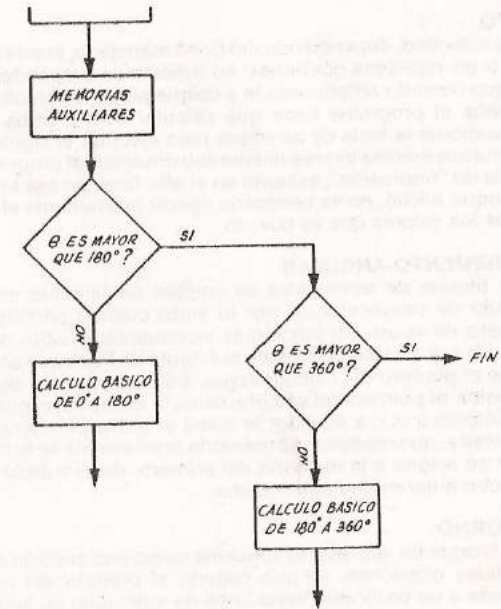


Fig. 231 Operación de las particiones.

substituirá por  $181^\circ$ . Cuando se trabajan plantillas envolventes para equipos con forma cilíndrica mayores de 4 Mts. de diámetro, el valor límite determinado será mayor solamente un décimo de grado, por lo tanto, en estos casos,  $90^\circ$  sería  $90.1^\circ$  y  $180^\circ$  cambiaría a  $180.1^\circ$ .

### CALCULO BASICO

Esta actividad puede operarse repetidamente cuando se calculan proyecciones, o una sola vez, cuando se trate de otros datos; ejecuta el cálculo básico del programa mediante el desarrollo de una fórmula determinada. Su finalidad es calcular los factores básicos que nos interesan, que pueden ser: Proyecciones, Desarrollo, Paso Longitudinal, Angulo de Paso, Correcciones, Angulos Básicos, etc. La porción del programa correspondiente a este bloque de actividades, deberá ser una réplica exacta de lo incluido en los similares, correspondientes a calculadoras de una memoria; obviamente empleando el lenguaje recomendado para cada uno de los equipos.

### ALTO

Esta actividad, dependiendo del Caso manejado, puede operarse por una sola vez o en repetidas ocasiones; su función es suspender las operaciones del bloque descrito anteriormente y desplegar en la pantalla el valor obtenido. Si además el programa tiene que calcular otro u otros factores, se operará nuevamente la tecla de arranque para ejecutar el siguiente. Cuando se emplea impresor debe substituirse al programa la orden de "Alto" por la de "Impresión", excepto en el alto final; en esa forma, a excepción del arranque inicial, no es necesario operar nuevamente el equipo para obtener todos los valores que se buscan.

### INCREMENTO ANGULAR

Este bloque de actividades se emplea únicamente en programas para el cálculo de proyecciones, por lo tanto cuando participa, lo hace un buen número de veces. Su función es incrementar el valor del Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) en lo equivalente al Angulo de Paso que sea empleado, cuantas veces el puntero del cálculo llegue a él. Opera de la siguiente manera: Al recibir el puntero del cálculo, llama la memoria asignada al Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ); a su valor le suma el correspondiente al Angulo de Paso empleado, que mediante su memoria previamente se le ha llamado, y el nuevo valor se asigna a la memoria del primero, desplazando automáticamente el que con anterioridad almacenaba.

### RETORNO

Este bloque de actividades funciona como una sección de envíos, y opera en repetidas ocasiones, ya que cuando el puntero del cálculo llega a él, lo traslada a un paso determinado ya de antemano incluido en el programa. Esta actividad se emplea exclusivamente en programas para calcular proyecciones, y cierra los ciclos para reiniciar los trenes de cálculos necesarios para obtener cada una de ellas.

### FIN

Cuando el programa espera calcular proyecciones, este bloque de actividades se localiza sobre la vía de salida de la Partición que no se usó en cálculos anteriores; opera cuando el valor del Angulo Básico de Cálculo ( $\theta$ ) ha rebasado el valor límite preestablecido con el que se le compara. Si el programa cuenta con varias Particiones, se localizará a continuación de la última, pero si éste no es para calcular proyecciones, será al final de la cadena de bloques de actividades (Ver fig. 227-b).

En programas para calculadoras TI-58 y 59, propios para operarlas sin impresor, se sugiere sustituir este bloque por los que forman el conjunto mostrado en la Fig. 232, los cuales funcionan de la siguiente manera: La partición envía el puntero del cálculo a un bloque de actividades donde el valor que se arrastra, generalmente cero, se multiplica por cero; por lo tanto siempre dará cero. Posteriormente el puntero pasa a otro bloque de actividades que ejecutará el "Alto", parando las operaciones y desplegando el valor anterior en la pantalla. Al arrancar nuevamente la calculadora, el puntero del cálculo pasará al bloque de retorno, donde se envía nuevamente al primero

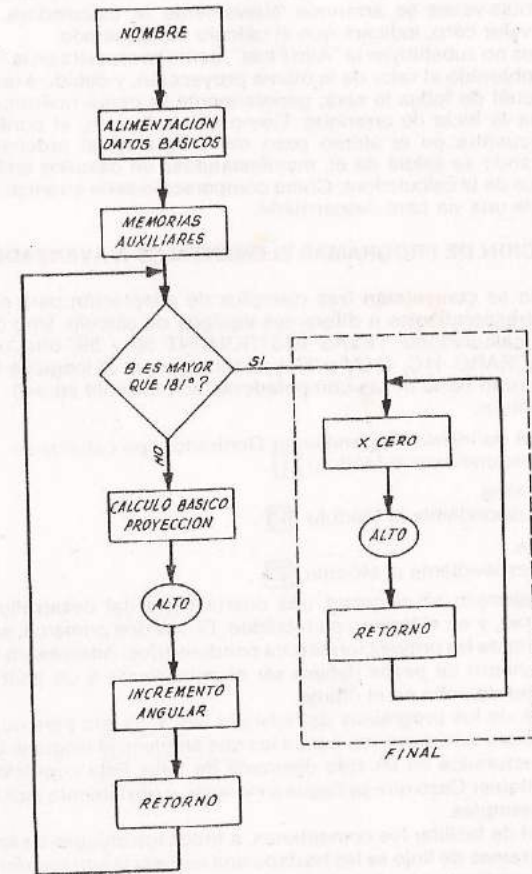


Fig. 232 Alternativa para operar el FIN.

de este conjunto, aquí el valor que se arroja es multiplicado nuevamente por cero; volviéndose a desplegar en la pantalla ese valor, repitiéndose el resultado cuantas veces se arranque nuevamente la calculadora. Varios seguidos con valor cero, indicará que el cálculo ha terminado. Si estos bloques no substituyen al "Alto Final", como se muestra en la Fig. 232, cuando se ha obtenido el valor de la última proyección, y debido a que no es fácil precisar cuál de todas lo será, generalmente se opera nuevamente en forma indebida la tecla de arranque. Como antes de esto, el puntero del cálculo se encuentra en el último paso del programa; al ordenarle que continúe operando se saldrá de él, manifestándose en cálculos erráticos e indeterminables de la calculadora. Como comparación sería arrancar un tren hacia el final de una vía para descarrilarlo.

### ADAPTACION DE PROGRAMAS ELEMENTALES A AVANZADOS

A continuación se comentarán tres ejemplos de adaptación para elaborar programas correspondientes a diferentes equipos de cálculo. Uno de ellos será para las calculadoras TEXAS INSTRUMENT 58 y 59; otro para las HEWLETT PACKARD 41C, 41CV y 97, y el último, para el lenguaje BASIC, empleando en gran parte de las computadoras actualmente en uso. Los ejemplos serán:

- 1.- Ramal de Injerto Perpendicular Centrado, tipo cabalgado.  
Correspondiente al Módulo 1.
- 2.- Deflexión.  
Correspondiente al Módulo 19.
- 3.- Triate.  
Correspondiente al Módulo 23.

En el primer ejemplo se calculará una cuarta parte del desarrollo, en el segundo la mitad, y en el tercero su totalidad. En los dos primeros, se aprovecha la simetría de las proyecciones para condensarlos. Además, en los dos primeros, el número de pasos deberá ser el equivalente a un múltiplo de cuatro, así como de ocho en el último.

En los cálculos de los programas del ejemplo No. 1, ya sea para cualquier equipo de los antes mencionados, o para los que empleen el lenguaje BASIC, quedarán estructurados en un solo diagrama de flujo. Esta condición será válida para cualquier Caso que se llegue a manejar, y obviamente incluyendo los otros dos ejemplos.

Con la finalidad de facilitar los comentarios, a todos los bloques de actividades de los diagramas de flujo se les ha dado una nomenclatura numérica que aparece afuera y adjunto a los recuadros correspondientes. En algunos pasos de los programas de lenguaje BASIC se agrupan conjuntos de operaciones afines, que corresponden a un buen número de ellos en programas equivalentes de otros equipos.

Para precisar la localización de actividades dentro de los pasos en cada uno de los programas que a continuación se muestran, véase la Tabla VII.

### RAMAL DE INJERTO PERPENDICULAR CENTRADO

Ejemplo No. 1.

### DIAGRAMA DE FLUJO

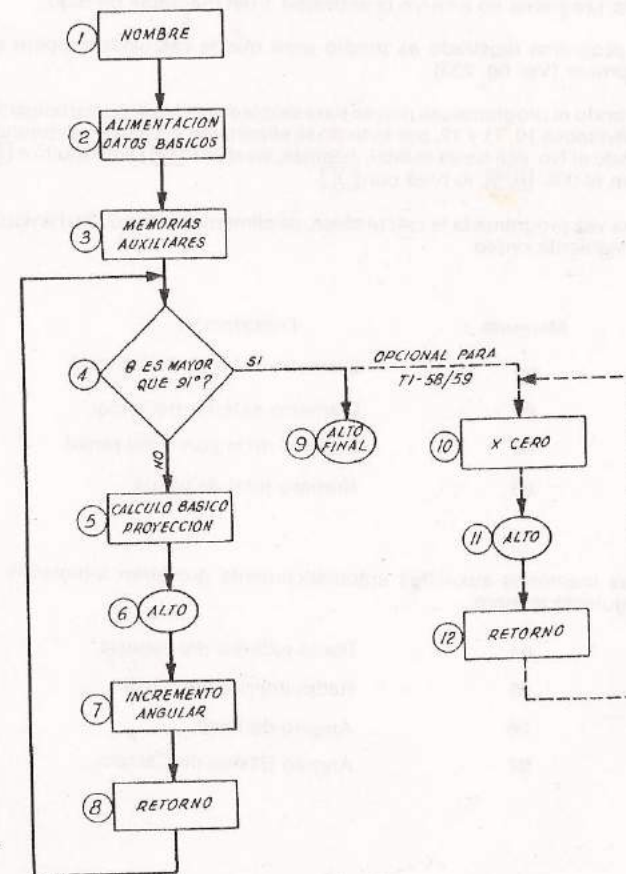


Fig. 233

**CALCULADORAS TEXAS INSTRUMENT 58 Y 59  
RAMAL DE INJERTO PERPENDICULAR CENTRADO  
Ejemplo No. 1**

- a.- Este programa no incluye la actividad 1 del diagrama de flujo.
- b.- El programa mostrado es propio para que la calculadora opere sin el impresor (Ver fig. 233).
- c.- Cuando el programa sea propio para emplear impresor no participarán las actividades 10, 11 y 12, por lo tanto se eliminarán los pasos comprendidos desde el No. 086 hasta el final. Además, en el 071 [PrL] substituirá a [R/S], y en el 085 [R/S] lo hará con [X].
- d.- Una vez programada la calculadora, se alimentarán los datos básicos con el siguiente orden:

Memoria	Descripción
00	Diámetro exterior del cabezal.
01	Diámetro exterior del ramal.
02	Espesor de la pared del ramal.
03	Número total de pasos.

- e.- Las memorias auxiliares automáticamente quedarán integradas de la siguiente manera:

04	Radio exterior del cabezal.
05	Radio interior del ramal.
06	Angulo de Paso.
07	Angulo Básico de Cálculo.

**CALCULADORAS TEXAS INSTRUMENT 58 y 59  
RAMAL DE INJERTO PERPENDICULAR CENTRADO  
Ejemplo No. 1.**

000	76	LBL	32	XIT	91	R/S
	11	A	09	9	61	GTO
	91	R/S	01	1	00	00
	42	STO	32	XIT	85	85
	00	00	77	GE		
	91	R/S	44	SUM		
	42	STO	050	38	SIN	
	01	01	65	X		
	91	R/S	43	RCL		
	42	STO	05	05		
010	02	02	95	=		
	91	R/S	33	X <sup>2</sup>		
	42	STO	42	STO		
	03	03	08	08		
	43	RCL	43	RCL		
	00	00	04	04		
	55	÷	060	33	X <sup>2</sup>	
	02	2	75	-		
	95	=	43	RCL		
	42	STO	08	08		
020	04	04	95	=		
	43	RCL	34	√x		
	01	01	75	-		
	55	÷	43	RCL		
	02	2	04	04		
	95	=	95	=		
	75	-	070	34	+/-	
	43	RCL	91	R/S		
	02	02	43	RCL		
	95	=	07	07		
030	42	STO	85	+		
	05	05	43	RCL		
	03	3	06	06		
	06	6	95	=		
	00	0	42	STO		
	55	÷	07	07		
	43	RCL	080	61	GTO	
	03	03	00	00		
	95	=	44	44		
	42	STO	76	LBL		
040	06	06	44	SUM		
	00	0	65	X		
	42	STO	00	0		
	07	07	95	=		

**CALCULADORAS HEWLETT PACKARD 41C, 41CV Y 97  
RAMAL DE INJERTO PERPENDICULAR CENTRADO  
Ejemplo No. 1**

- a.- El programa mostrado es propio para que la calculadora opere con impresor, por lo tanto no incluye las actividades 10, 11 y 12 del diagrama de flujo (Ver fig. 233).
- b.- Cuando el programa sea para operar la calculadora sin impresor, en el paso 047 **[PRTX]** será substituida por **[R/S]**, se agregará **[CLX]** ocupando el paso 054 y **[R/S]** se desplazará al 055.
- c.- Una vez programada la calculadora, se le alimentarán los datos básicos con el siguiente orden:

Memoria		Descripción
0	- 12	Diámetro exterior del cabezal.
1	- 4.5	Diámetro exterior del ramal.
2	- 0.5	Espesor de la pared del ramal.
3	- 13	Número total de pasos.

- d.- Las memorias auxiliares automáticamente quedarán integradas de la siguiente manera:

4	- 6	Radio exterior del cabezal.
5	- 2	Radio interior del ramal.
6	- 30	Angulo de Paso.
7	- 0	Angulo Básico de Cálculo.

**CALCULADORAS HEWLETT PACKARD 41C, 41CV Y 97.  
RAMAL DE INJERTO PERPENDICULAR CENTRADO  
Ejemplo No. 1.**

	*LBLA	21	11	-	-45
	R/S	51		CH5	-22
	STO0	35	00	PRTX	-14
	R/S	51		RCL7	36 07
	STO1	35	01	RCL6	36 06
	R/S	51	050	+	-55
	STO2	35	02	STO7	35 07
	R/S	51		GSBB	23 12
	STO3	35	03	*LBLC	21 13
010	RCL0	36	00	R/S	51
	2		02		
	÷		-24		
	STO4	35	04		
	RCL1	36	01		
	2		02		
	÷		-24		
	RCL2	36	02		
	-		-45		
	STO5	35	05		
020	3		03		
	6		06		
	0		00		
	RCL3	36	03		
	÷		-24		
	STO6	35	06		
	0		00		
	STO7	35	07		
	*LBLB	21	12		
	9		09		
030	1		01		
	X≠Y		-41		
	XY?	16	-34		
	GTOC	22	13		
	SIN		41		
	RCL5	36	05		
	X		-35		
	X²		53		
	STO8	35	08		
	RCL4	36	04		
040	X²		53		
	RCLB	36	08		
	-		-45		
	√X		54		
	RCL4	36	04		



**LENGUAJE BASIC**  
**RAMAL DE INJERTO PERPENDICULAR CENTRADO**  
**Ejemplo No. 1**

- a.- El programa mostrado no incluye actividades con números 10, 11 y 12 del diagrama de flujo (Ver fig. 233).
- b.- Este programa se elaboró especialmente para emplearse en la computadora de bolsillo "RADIO SHACK TRS-80". Los especiales para otros tipos de equipos pueden diferir ligeramente en procedimientos secundarios, como: alimentación de programas, alimentar los datos básicos, parar, imprimir, arrancar, ordenar secuelas de operaciones analíticas, etc., pero el programa básicamente seguirá siendo el mismo.
- c.- Una vez programado el equipo, se le alimentarán los datos básicos con el siguiente orden:

Memoria	Descripción
D	Diámetro exterior del cabezal.
D1	Diámetro exterior del ramal.
T	Espesor de la pared del ramal.
N	Número total de pasos.

- d.- Las memorias auxiliares automáticamente quedarán integradas de la siguiente manera:

S4	Radio exterior del cabezal.
S5	Radio interior del ramal.
S6	Angulo de Paso.
S7	Angulo Básico de Cálculo.

**LENGUAJE BASIC**  
**RAMAL DE INJERTO PERPENDICULAR CENTRADO**  
**Ejemplo No. 1**

```

1: "Z": PAUSE "Injerto Perpendicular Centrado":
  PAUSE "Tipo Cabalgado": PAUSE "Ramal"
2: INPUT "D="; D, "d="; D1, "t="; T, "n="; N
3: S4 = D/2
4: S5 = D1/2-T
5: S6 = 360/N
6: S7 = 0
7: IF S7 >= 91 THEN 13
8: S8 = (SIN (S7)*S5)^2
9: P = S4 -√(S4^2 - S8)
10: PRINT P
11: S7 = S7 + S6
12: GOTO 7
13: END
  
```

NOTA.- Una vez alimentado el programa en la computadora, se le llama con la "Z" (Paso 1).

DEFLEXION  
Ejemplo No. 2

DIAGRAMA DE FLUJO

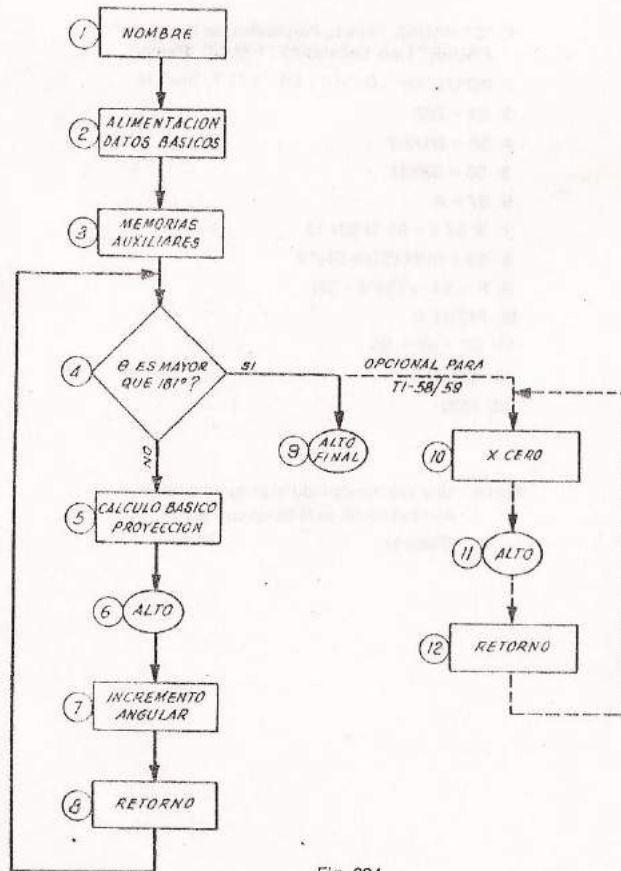


Fig. 234

CALCULADORAS TEXAS INSTRUMENT 58 Y 59  
DEFLEXION  
Ejemplo No. 2

- a.- Este programa no incluye la actividad 1 del diagrama de flujo (Ver fig. 234).
- b.- El programa mostrado es propio para que la calculadora opere sin impresor.
- c.- Cuando el programa sea para calculadoras con impresor no participarán las actividades 10, 11 y 12, por lo tanto se eliminarán los pasos comprendidos desde el No. 081 hasta el final. Además, en el 066 [Prt] substituirá a [R/S], y en el 080 [R/S] lo hará con [X].
- d.- Una vez programada la calculadora, se le alimentarán los datos básicos con el siguiente orden:

Memoria	Descripción
00	Diámetro exterior del tubo.
01	Espesor de la pared del tubo.
02	Angulo exterior de deflexión.
03	Número de pasos.

- e.- Las memorias auxiliares automáticamente quedarán integradas de la siguiente manera:

04	Radio interior del tubo.
05	Angulo de Paso.
06	Angulo Básico de Cálculo.

CALCULADORAS TEXAS INSTRUMENT 58 Y 59.

DEFLEXION

Ejemplo No. 2.

000	76	LBL	39	COS	
	11	A	65	X	
	91	R/S	43	RCL	
	42	STO	04	04	
	00	00	95	=	
	91	R/S	75	-	
	42	STO	050	43	RCL
	01	01	04	04	
	91	R/S	95	=	
	42	STO	94	+/-	
010	02	02	42	STO	
	91	R/S	07	07	
	42	STO	43	RCL	
	03	03	02	02	
	43	RCL	55	+	
	00	00	02	2	
	55	+	060	95	=
	02	2	30	TAN	
	95	=	65	X	
	75	-	43	RCL	
020	43	RCL	07	07	
	01	01	95	=	
	95	=	91	R/S	
	42	STO	43	RCL	
	04	04	06	06	
	03	3	85	+	
	06	6	070	43	RCL
	00	0	05	05	
	55	+	95	=	
	43	RCL	42	STO	
030	03	03	05	06	
	95	=	61	GTO	
	42	STO	00	00	
	05	05	37	37	
	00	0	76	LBL	
	42	STO	44	SUM	
	06	06	080	65	X
	32	XIT	00	0	
	01	1	95	=	
	08	8	91	R/S	
040	01	1	61	GTO	
	32	XIT	00	00	
	77	GE	80	80	
	44	SUM			

CALCULADORAS HEWLETT PACKARD 41C, 41CV Y 97

DEFLEXION

Ejemplo No. 2

- a.- El programa mostrado es propio para cuando la calculadora opera con impresor, y no incluye las actividades 10, 11 y 12 del diagrama de flujo (Ver fig. 234).
- b.- Cuando el programa sea para operar la calculadora sin impresor, en el paso 044 **PRTX** será substituida por **R/S**, y se agregará **CLX** ocupando el paso 051 y **R/S** se desplazará al 052.
- c.- Una vez programada la calculadora, se le alimentarán los datos básicos con el siguiente orden:

Memoria	Descripción
0	Diámetro exterior del tubo.
1	Espesor de la pared del tubo.
2	Angulo exterior de deflexión.
3	Número de pasos.

- d.- Las memorias auxiliares automáticamente quedarán integradas de la siguiente manera:

4	Radio interior del tubo.
5	Angulo de paso.
6	Angulo Básico de Cálculo.

CALCULADORAS HEWLETT PACKARD 41C, 41 CV Y 97

DEFLEXION

Ejemplo No. 2

Ø1	LBLA	21	11	RCL6	36	Ø6
	R/S		51	RCL5	36	Ø5
	STOØ	35	ØØ	+		-55
	R/S		51	STO6	35	Ø6
Ø1	STO1	35	Ø1	GSBB	23	12
	R/S		51	*LBLC	21	13
	STO2	35	Ø2	R/S		51
	R/S		51			
Ø1Ø	STO3	35	Ø3			
	RCLØ	36	ØØ			
	2		Ø2			
	÷		-24			
Ø1Ø	RCL1	36	Ø1			
	-		-45			
	STO4	35	Ø4			
	3		Ø3			
Ø2Ø	6		Ø6			
	Ø		ØØ			
	RCL3	36	Ø3			
	÷		-24			
Ø2Ø	STO5	35	Ø5			
	Ø		ØØ			
	STO6	35	Ø6			
	*LBLB	21	12			
Ø3Ø	1		Ø1			
	8		Ø8			
	1		Ø1			
	X≠Y		-41			
Ø3Ø	X)Y?	16	-34			
	GTOC	22	13			
	COS		42			
	RCL4	36	Ø4			
Ø4Ø	X		-35			
	RCL4	36	Ø4			
	-		-45			
	CHS		-22			
Ø4Ø	STO7	35	Ø7			
	RCL2	36	Ø2			
	2		Ø2			
	÷		-24			
Ø4Ø	TAN		43			
	RCL7	36	Ø7			
	X		-35			
	PRTX		-14			

332

LENGUAJE BASIC

DEFLEXION

Ejemplo No. 2

a.-

a.- El programa mostrado no incluye las actividades 10, 11 y 12 del diagrama de flujo (Ver fig. 234).

b.-

b.- Este programa se elaboró especialmente para emplearse en la computadora de bolsillo "RADIO SHACK TRS-80". Los especiales para otros tipos de equipos pueden diferir ligeramente en procedimientos secundarios, como: alimentación del programa, alimentación de datos básicos, parar, imprimir, arrancar, ordenar secuelas de operaciones analíticas, etc., pero el programa básicamente seguirá siendo el mismo.

c.-

c.- Una vez programado el equipo, se le alimentarán los datos básicos con el siguiente orden:

Memoria	Descripción
D	Diámetro exterior del tubo.
T	Espesor de la pared del tubo.
A	Angulo exterior de deflexión.
N	Número total de pasos.

d.-

d.- Las memorias auxiliares automáticamente quedarán integradas de la siguiente manera:

S4	Radio interior del tubo.
S5	Angulo de Paso.
S6	Angulo Básico de Cálculo.

333

LENGUAJE BASIC  
DEFLEXION  
Ejemplo No. 2

- 1: "C": PAUSE "DEFLEXION"
- 2: INPUT "D="; D, "t="; T, "E="; A, "n="; N
- 3:  $S4 = D/2 - T$
- 4:  $S5 = 360/N$
- 5:  $S6 = \theta$
- 6: IF  $S6 >= 181$  THEN 12
- 7:  $S7 = S4 - \cos(S6) * S4$
- 8:  $P = \tan(A/2) * S7$
- 9: PRINT P
- 10:  $S6 = S5 + S6$
- 11: GOTO 6
- 12: END

NOTA.- Una vez alimentado el programa a la computadora, se le llama con la "C" (Paso 1).

TRIATE  
Ejemplo No. 3.  
DIAGRAMA DE FLUJO

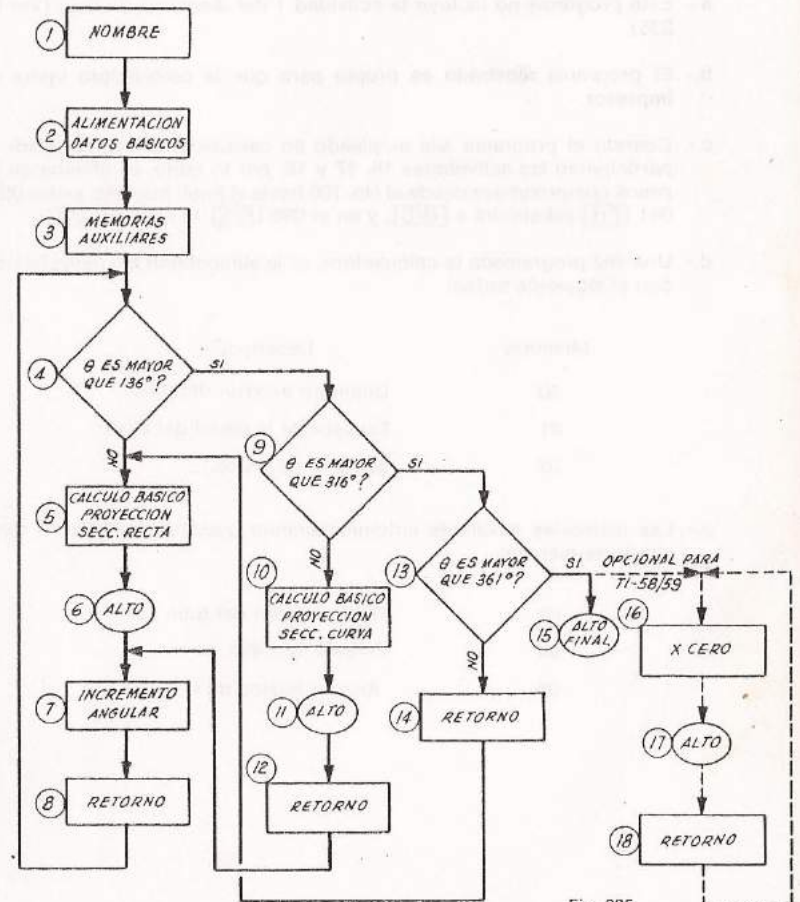


Fig. 235

CALCULADORAS TEXAS INSTRUMENT 58 Y 59

TRIAE

Ejemplo No. 3.

- a.- Este programa no incluye la actividad 1 del diagrama de flujo (Ver fig. 235).
- b.- El programa mostrado es propio para que la calculadora opere sin impresor.
- c.- Cuando el programa sea empleado en calculadoras con impresor no participarán las actividades 16, 17 y 18, por lo tanto, se eliminarán los pasos comprendidos desde el No. 100 hasta el final. Además, en los 051 y 081 [Prt] substituirá a [R/S], y en el 099 [R/S] lo hará con [X]
- d.- Una vez programada la calculadora, se le alimentarán los datos básicos con el siguiente orden:

Memoria	Descripción
00	Diámetro exterior del tubo.
01	Espesor de la pared del tubo.
02	Número de pasos.

- e.- Las memorias auxiliares automáticamente quedarán integradas de la siguiente manera:

03	Radio interior del tubo.
04	Angulo de Paso.
05	Angulo Básico de Cálculo.

CALCULADORAS TEXAS INSTRUMENT 58 y 59

TRIAE

Ejemplo No. 3

000	76	LBL	03	03	03	3	
	11	A	95	=	06	6	
	91	R/S	75	-	01	1	
	42	STO	43	RCL	32	XIT	
	00	00	03	03	71	GE	
	91	R/S	95	=	52	EE	
	42	STO	050	94	+/-	61	GTO
	01	01	91	R/S	00	00	
	91	R/S	43	RCL	41	41	
	42	STO	05	05	76	LBL	
010	02	02	85	+	52	EE	
	43	RCL	43	RCL	65	X	
	00	00	04	04	100	00	0
	55	÷	95	=	95	=	
	02	2	42	STO	91	R/S	
	95	=	05	05	61	GTO	
	75	-	060	61	GTO	00	00
	43	RCL	00	00	99	99	
	01	01	34	34			
	95	=	76	LBL			
020	42	STO	44	SUM			
	03	03	32	XIT			
	03	3	03	3			
	06	6	01	1			
	00	0	06	6			
	55	÷	32	XIT			
	43	RCL	070	77	GE		
	02	02	23	LNx			
	95	=	38	SIN			
	42	STO	65	X			
030	04	04	43	RCL			
	00	0	03	03			
	42	STO	95	=			
	05	05	85	+			
	32	XIT	43	RCL			
	01	1	03	03			
	03	3	080	95	=		
	06	6	91	R/S			
	32	XIT	61	GTO			
	77	GE	00	00			
040	44	SUM	52	52			
	39	COS	76	LBL			
	65	X	23	LNx			
	43	RCL	32	XIT			

**CALCULADORAS HEWLETT PACKARD 41C, 41CV Y 97  
TRIA TE  
Ejemplo No. 3**

- a.- El programa mostrado es propio para que la calculadora opere con impresor por lo tanto no incluye las actividades 16, 17 y 18 del diagrama de flujo (Ver fig. 235).
- b.- Cuando el programa sea para que la calculadora opere sin impresor, en los pasos 036 y 055 **[PRTX]** será substituido por **[R/S]**, y se agregará **[CLX]** antes del **[R/S]** final.
- c.- Una vez que la calculadora ha sido programada, se le alimentarán los datos básicos con el siguiente orden:

Memoria	Descripción
0	Diámetro exterior del tubo.
1	Espesor de la pared del tubo.
2	Número de pasos.

- d.- Las memorias auxiliares automáticamente quedarán integradas de la siguiente manera:

3	Radio interior del tubo.
4	Angulo de Paso.
5	Angulo Básico de Cálculo.

**CALCULADORAS HEWLETT PACKARD 41C, 41CV Y 97  
TRIA TE  
Ejemplo No. 3.**

$\phi 01$	*LBLA	21	11		1	$\phi 1$
	R/S		51		6	$\phi 6$
	STO $\phi$	35	$\phi 0$		X $\neq$ Y	-41
	R/S		51		X)Y?	16-34
	STO1	35	$\phi 1$		GTOa	221611
	R/S		51	$\phi 5\phi$	SIN	41
	STO2	35	$\phi 2$		RCL3	36 $\phi 3$
	RCL $\phi$	36	$\phi 0$		X	-35
	2		$\phi 2$		RCL3	36 $\phi 3$
$\phi 1\phi$	$\div$		-24		+	-55
	RCL1	36	$\phi 1$		PRTX	-14
	-		-45		GTOE	22 15
	STO3	35	$\phi 3$		*LBLa	211611
	3		$\phi 3$		3	$\phi 3$
	6		$\phi 6$		6	$\phi 6$
	$\phi$		$\phi 0$	$\phi 5\phi$	1	$\phi 1$
	RCL2	36	$\phi 2$		X $\neq$ Y	-41
	$\div$		-24		X)Y?	16-34
	STO4	35	$\phi 4$		GTOD	22 14
$\phi 2\phi$	$\phi$		$\phi 0$		R/S	51
	STO5	35	$\phi 5$			
	*LBLB	21	12			
	1		$\phi 1$			
	3		$\phi 3$			
	6		$\phi 6$			
	X $\neq$ Y		-41			
	X)Y?		16-34			
	GTOC		22 13			
	*LBLD	21	14			
$\phi 3\phi$	COS		42			
	RCL3	36	$\phi 3$			
	X		-35			
	RCL3	36	$\phi 3$			
	-		-45			
	CNS		-22			
	PRTX		-14			
	*LBL E	21	15			
	RCL5	36	$\phi 5$			
	RCL4	36	$\phi 4$			
$\phi 4\phi$	+		-55			
	STO5	35	05			
	GSBB		23 12			
	*LBLC	21	13			
	3		$\phi 3$			

LENGUAJE BASIC  
 TRIATE  
 Ejemplo No. 3

- a.- El programa mostrado no incluye las actividades 16, 17 y 18 del diagrama de flujo (Ver fig. 235).
- b.- Este programa se elaboró especialmente para emplearse en la computadora de bolsillo "RADIO SHACK TRS-80". Los propios para otros equipos pueden diferir ligeramente en actividades secundarias como: alimentar el programa, alimentar los datos básicos, parar, imprimir, arrancar, ordenar secuelas de operaciones analíticas, etc., pero el programa básicamente es el mismo para cualquier equipo que se emplee.
- c.- Una vez programado el equipo, se le alimentarán los datos básicos con el siguiente orden:

Memoria	Descripción
D	Diámetro exterior del tubo.
T	Espesor de la pared del tubo.
N	Número de pasos.

- d.- Las memorias auxiliares automáticamente quedarán integradas de la siguiente manera:

S3	Radio interior del tubo.
S4	Angulo de Paso.
S5	Angulo Básico de Cálculo.

LENGUAJE BASIC  
 TRIATE  
 Ejemplo No. 3.

```

1: "V": PAUSE "TRIAE"
2: INPUT "D="; D, "t="; T, "n="; N
3: S3 = D/2 - T
4: S4 = 360/N
5: S5 = 0
6: IF S5 >= 136 THEN 11
7: P = S3 - COS (S5) * S3
8: PRINT P
9: S5 = S4 + S5
10: GOTO 6
11: IF S5 >= 316 THEN 15
12: P = SIN (S5) * S3 + S3
13: PRINT P
14: GOTO 9
15: IF S5 >= 361 THEN 17
16: GOTO 7
17: END
    
```

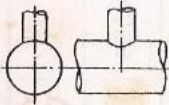
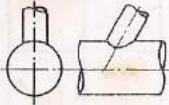
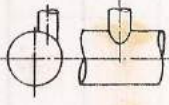
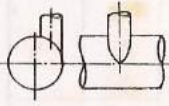
NOTA.- Una vez alimentado el programa a la computadora, se le llama con la "V" (Paso 1).



TABLA VII  
LOCALIZACION DE ACTIVIDADES

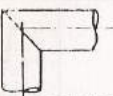


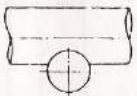
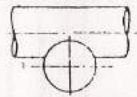
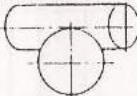
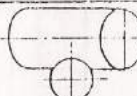



ACTIVIDAD	RAMAL DE INJERTO PERPEND. CENTRADO EJEMPLO No. 1				DEFLEXION EJEMPLO No. 2				TRIESTE EJEMPLO No. 3									
	PASOS		PASOS		PASOS		PASOS		PASOS		PASOS							
	TI-58/59	HPA/C/UCV/97	BASIC	TI-58/59	HPA/C/UCV/97	BASIC	TI-58/59	HPA/C/UCV/97	BASIC	TI-58/59	HPA/C/UCV/97	BASIC						
1	/	/	1	/	/	1	/	/	1	/	/	1						
2	000	013	001	009	013	001	009	010	010	000	010	001	007	2				
3	014	043	010	027	3	6	014	036	010	023	3	5	011	033	008	021	3	5
4	044	049	028	053	7	7	037	043	024	030	6	6	084	040	022	029	6	
5	050	070	054	046	8	9	044	065	031	043	7	8	041	050	030	035	7	
6	071	/	047	/	10	10	066	/	044	/	9	9	051	/	036	/	8	
7	072	079	043	051	11	11	067	074	045	048	10	10	052	059	037	041	9	
8	080	082	052	/	12	12	075	077	049	/	11	11	060	062	042	/	10	
9	/	/	053	054	13	13	/	/	050	051	12	12	069	071	043	049	11	
10	083	087	/	/	/	/	078	082	/	/	/	/	072	080	050	054	12	
11	088	/	/	/	/	/	083	/	/	/	/	/	081	/	055	/	13	
12	089	091	/	/	/	/	084	085	/	/	/	/	082	084	056	/	14	
13	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	085	093	057	063	15	
14	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	094	096	/	/	16	
15	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	064	/	17	
16	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	097	101	/	/	/	
17	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	102	/	/	/	/	
18	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	103	105	/	/	/	

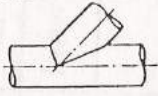
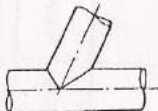
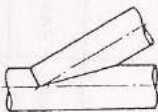
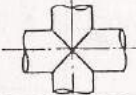
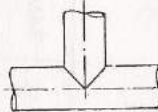

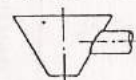
MODULOS

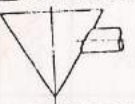
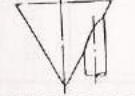




FIGURA	NOMBRE	TIPO	NUM.
	INJERTO PERPENDICULAR CENTRADO	RAMAL	1
		BOCA	2
	INJERTO INCLINADO CENTRADO	RAMAL	3
		BOCA	4
	INJERTO PERPENDICULAR DESCENTRADO LATERAL	RAMAL	5
		BOCA	6
	INJERTO PERPENDICULAR TANGENCIAL LATERAL.	RAMAL	5
		BOCA	6

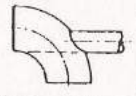
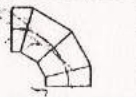
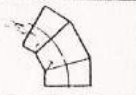
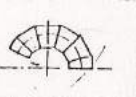

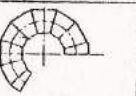
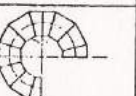
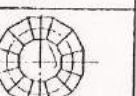
	INJERTO INCLINADO DESCENTRADO LATERAL	RAMAL	7
		BOCA	8
	INJERTO INCLINADO TANGENCIAL LATERAL	RAMAL	7
		BOCA	8
	INJERTO PERPENDICULAR DESCENTRADO SOBRE EL EJE VERT.	RAMAL	9
		BOCA	10
	INJERTO PERPENDICULAR TANGENCIAL SOBRE EL EJE VERT.	RAMAL	9
		BOCA	10
	INJERTO INCLINADO DESCENTRADO SOBRE EL EJE VERT.	RAMAL	11
		BOCA	12





	INJERTO INCLINADO TANGENCIAL SOBRE EL EJE VERT.	RAMAL	11
		BOCA	12
	TAPON MACHO	RAMAL	13
		TAPA	14
	TAPON GAJOS DE NARANJA	RAMAL	15
	"Y" GRIEGA REPARTIDA.	RAMAL	16
	"Y" GRIEGA CERRADA.	RAMAL	17
	"Y" GRIEGA ABIERTA.	RAMAL	18
	DEFLEXION MENOR DE 90°.	RAMAL	19
	DEFLEXION MAYOR DE 90°.	RAMAL	19

	DEFLEXION DE 90°.	RAMAL	19
	PATA INCLINADA	RAMAL	20
	INTERFERENCIA PERPENDICULAR BOCA EN TUBO MAYOR.	BOCA	21
	INTERFERENCIA PERPENDICULAR BOCA EN TUBO MENOR	BOCA	21
	INTERFERENCIA PERPENDICULAR TUBOS DE DIAMS. SIMILARES.	BOCA	21
	INTERFERENCIA DIAGONAL BOCA EN TUBO MAYOR.	BOCA	22
	INTERFERENCIA DIAGONAL BOCA EN TUBO MENOR.	BOCA	22
	INTERFERENCIA DIAGONAL TUBOS DE DIAMS. SIMILARES.	BOCA	22
	TRIA TE.	RAMAL	23
	SALIDA INCLINADA DE TUBOS DE DIAMETROS SIMILARES, A 45°.	RAMAL	24

	SALIDA INCLINADA DE TUBOS DE DIAMETROS SIMILARES, A 45°.	BOCA	25
	SALIDA INCLINADA DE TUBOS DE DIAMETROS SIMILARES, MAYOR DE 45°.	RAMAL	24
		BOCA	25
	SALIDA INCLINADA DE TUBOS DE DIAMETROS SIMILARES, MENOR DE 45°.	RAMAL	24
		BOCA	25
	CRUZ.	RAMAL	26
	TE	RAMAL	26
		BOCA	27
	REDUCCION CONCENTRICA ROLADA	CUERPO	28
	INJERTO PERPENDICULAR EN CONO TRUNCO.	RAMAL	29

	INJERTO PERPENDICUAR EN CONO COMPLETO.	RAMAL	29
	INJERTO PARALELO EN CONO TRUNCO.	RAMAL	30
	INJERTO PARALELO EN CONO COMPLETO.	RAMAL	30
	INJERTO NORMAL DESCENTRADO EN ESFERA CUANDO NO INTERFIERE SU CENTRO.	RAMAL	31
	IGUAL PERO INCLINADO.	RAMAL	31
	INJERTO NORMAL DESCENTRADO EN ESFERA CUANDO INTERFIERE SU CENTRO.	RAMAL	32
	IGUAL PERO INCLINADO.	RAMAL	32
	FALSO SOPORTE CENTRADO EN CODO.	RAMAL	33
	FALSO SOPORTE TANGENCIAL LATERAL EN CODO.	RAMAL	34
	FALSO SOPORTE TANGENCIAL EXTERIOR EN CODO	RAMAL	35

	FALSO SOPORTE TANGENCIAL INTERIOR EN CODO.	RAMAL	36
	CODO MITRA DE 90° CUALQUIER NUMERO DE VIROLAS.	RAMAL	37
	IGUAL PERO MENOR DE 90°	RAMAL	37
	IGUAL PERO MAYOR DE 90° Y MENOR DE 180°.	RAMAL	37
	IGUAL PERO DE 180°	RAMAL	37
	IGUAL PERO MAYOR DE 180° Y MENOR DE 270°	RAMAL	37
	IGUAL PERO DE 270°	RAMAL	37
	IGUAL PERO DE 360° (ANILLO).	RAMAL	37

1	MANUAL DE OPERACIÓN DE LA CALCULADORA TEXAS INSTRUMENT 58/59	
2	MANUAL DE OPERACIÓN DE LA CALCULADORA HEWLETT PACKARD 41C, 41CV Y 97	
3	MANUAL DE OPERACIÓN DE LA COMPUTADORA DE BOLSILLO RADIO SHACK TRS-80	
4	MANUAL DE OPERACIÓN DE LA CALCULADORA TEXAS INSTRUMENT 58/59	
5	MANUAL DE OPERACIÓN DE LA COMPUTADORA DE BOLSILLO RADIO SHACK TRS-80	
6	MANUAL DE OPERACIÓN DE LA CALCULADORA HEWLETT PACKARD 41C, 41CV Y 97	
7	MANUAL DE OPERACIÓN DE LA COMPUTADORA DE BOLSILLO RADIO SHACK TRS-80	
8	MANUAL DE OPERACIÓN DE LA CALCULADORA TEXAS INSTRUMENT 58/59	

### BIBLIOGRAFIA.

Manuales de operación de:

Calculadoras

TEXAS INSTRUMENT 58/59.

HEWLETT PACKARD 41C, 41CV Y 97

Computadora de bolsillo.

RADIO SHACK TRS-80