

T  
681.76  
ZAM



**Escuela Superior Politécnica del Litoral**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA Y CIENCIAS DE LA**  
**PRODUCCION**



**“Desarrollo de Software para Diseño de Recipientes a Presión Según el Código Asme”**

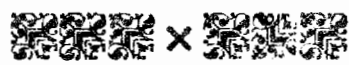
**TESIS DE GRADO**

Previa a la Obtención del Título de:

**INGENIERO MECANICO**

Presentada por:

**CARLOS JERRY ZAMBRANO ZAPATA**



Guayaquil - Ecuador

1999



D-19841

## **AGRADECIMIENTO**



*A todas las personas que de una u otra forma han hecho posible la realización y desarrollo de esta tesis, en especial al Ing. José Pacheco Director de esta tesis y al Ing. Ricardo Delfini que aportó con valiosa información*

# ***DEDICATORIA***

***A DIOS***

***A MIS PADRES Y***

***A MI HERMANA***



# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

CENTRAL

Ing. Mario Patiño A.  
**SUBDECANO DE LA F.I.M.C.P.**

Ing. José Pacheco M.  
**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Omar Serrano V.  
**VOCAL DEL TRIBUNAL**

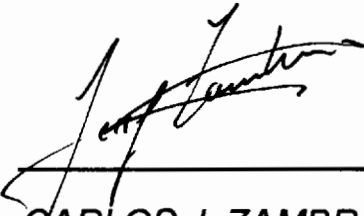
Ing. Alfredo Torres G.  
**VOCAL DEL TRIBUNAL**



## **DECLARACIÓN EXPRESA**

*“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.*

*(Reglamento de Graduación de la ESPOL).*



---

CARLOS J. ZAMBRANO Z.

## **RESUMEN**

*El presente trabajo se enfoca en el desarrollo de un software para el diseño de recipientes a presión bajo las normas ASME. Este programa con los requerimientos del cliente será capaz de dimensionar cada uno de los “elementos” considerados por ASME para condiciones tanto de presión interna como externa. También se considera la opción que el recipiente este soportado en posición horizontal como vertical.*

*Entre los elementos considerados tenemos: espesor de cuerpos, cabeza, refuerzos en aberturas, soportes horizontales, soportes verticales (faldones), cantidad y diámetro de los pernos, etc.*

*Al final el programa será capaz de entregar un informe con los resultados obtenidos a lo largo del diseño.*

*El programa es totalmente interactivo y de fácil uso, tanto así que no es necesario que el usuario tenga conocimientos extensos en el diseño de recipientes a presión.*

## ÍNDICE GENERAL

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>RESUMEN</b>   | <b>VI</b>   |
| <b>ÍNDICE GENERAL</b>  | <b>VII</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b>  | <b>XI</b>   |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>   | <b>XII</b>  |
| <b>SIMBOLOGÍA</b>  | <b>XIV</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>  | <b>16</b>   |
| <br>   |             |
| <b>CAPÍTULO I</b>  |             |
| <b>1 FUNDAMENTOS Y CRITERIOS.</b>  | <b>17</b>   |
| <b>1.1 INTRODUCCIÓN.</b>   | <b>17</b>   |
| <b>1.2 CÓDIGOS Y REGULACIONES.</b>   | <b>20</b>   |
| <b>1.3 CRITERIOS DE DISEÑO DEL CÓDIGO PARA RECIPIENTES<br/>    A PRESIÓN SEGÚN EL CÓDIGO ASME, SECCIÓN VIII,<br/>    DIVISIÓN 1.</b> | <b>22</b>   |
| <b>1.4 ACLARACIONES.</b>   | <b>24</b>   |
| <b>1.5 ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO Y FABRICACIÓN DE<br/>    RECIPIENTES A PRESIÓN.</b>   | <b>25</b>   |

**CAPÍTULO II**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2 DISEÑO GENERAL DEL RECIPIENTE A PRESIÓN.</b>                             | <b>39</b> |
| <b>2.1 FUNDAMENTOS DEL DISEÑO.</b>  | <b>39</b> |
| <b>2.2 DISEÑO DE JUNTAS SOLDADAS.</b>   | <b>43</b> |
| <b>2.3 EFICIENCIA Y TIPOS DE JUNTAS SOLDADAS.</b>                             | <b>44</b> |
| <b>2.4 FACTOR DE CORROSIÓN.</b>   | <b>47</b> |
| <b>2.5 OPTIMIZACIÓN DE DIMENSIONES GENERALES DEL<br/>        RECIPIENTE.</b>  | <b>48</b> |
| <b>2.6 DISEÑO Y CÁLCULO DE ESPESOR DE PAREDES EN EL<br/>        CILINDRO.</b> | <b>49</b> |
| <b>2.7 DISEÑO DE CASQUETES.</b>   | <b>56</b> |
| <b>2.7.1 CASQUETE ESFÉRICO.</b>   | <b>57</b> |
| <b>2.7.2 CASQUETE ELIPSOIDAL.</b>   | <b>60</b> |
| <b>2.7.3 CASQUETE TORISFÉRICO.</b>  | <b>61</b> |
| <b>2.7.4 CASQUETE CÓNICO.</b>   | <b>62</b> |
| <b>2.7.5 CASQUETE DE TAPAS PLANAS.</b>  | <b>65</b> |
| <b>2.8 DISEÑO DE LAS ABERTURAS.</b>   | <b>68</b> |
| <b>2.8.1 CONSIDERACIONES PARA LAS ABERTURAS.</b>                              | <b>68</b> |
| <b>2.8.2 DISEÑO DE LOS REFUERZOS EN LAS ABERTURAS.</b>                        | <b>69</b> |



### **CAPÍTULO III**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>3 DISEÑO SEGÚN LA ORIENTACIÓN DEL RECIPIENTE.</b>  | <b>73</b> |
| <b>3.1 RECIPIENTES VERTICALES.</b>  | <b>73</b> |
| <b>3.1.1 DISEÑO SEGÚN LAS CARGAS DE VIENTO.</b>   | <b>74</b> |
| <b>3.1.2 DISEÑO SEGÚN SU OSCILACIÓN.</b>  | <b>76</b> |
| <b>3.1.3 DISEÑO DEL FALDÓN.</b>   | <b>77</b> |
| <b>3.1.4 DISEÑO DE LA CANTIDAD Y DIÁMETRO DE LOS<br/>                PERNOS.</b>  | <b>79</b> |
| <b>3.1.5 DISEÑO DEL ANILLO DE ASIENTO.</b>  | <b>82</b> |
| <b>3.2 RECIPIENTES HORIZONTALES.</b>  | <b>84</b> |
| <b>3.2.1 LOCALIZACIÓN DE LOS ASIENTOS.</b>  | <b>85</b> |
| <b>3.2.2 ESFUERZOS LONGITUDINALES MÁXIMOS DE<br/>                FLEXIÓN.</b>   | <b>86</b> |
| <b>3.2.3 ESFUERZOS CORTANTES TANGENCIALES MÁXIMOS.</b>  | <b>91</b> |
| <b>3.2.4 ESFUERZOS CIRCUNFERENCIALES EN LOS<br/>                EXTREMOS DEL ASIENTO Y EN LA PARTE INFERIOR<br/>                DEL CASCARÓN.</b> | <b>93</b> |
| <b>3.2.5 DISEÑO DE SILLETAS.</b>  | <b>95</b> |

**CAPÍTULO IV**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>4 CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROGRAMA.</b>      | <b>97</b> |
| 4.1 DESCRIPCIÓN DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN.         | 97        |
| 4.2 GENERALIDADES DEL PROGRAMA.                       | 99        |
| 4.3 ALGORITMO O FLUJO DE INFORMACIÓN.                 | 102       |
| 4.4 DESCRIPCION DEL PROGRAMA.                         | 104       |
| 4.5 PROGRAMA PARA EL DISEÑO DE RECIPIENTES A PRESIÓN. | 108       |

**CAPÍTULO V**

|   |            |
|---|------------|
| <b>5 EJEMPLOS REPRESENTATIVOS Y COMPROBACIÓN DEL SOFTWARE PARA:</b> | <b>206</b> |
| 5.1 RECIPIENTES VERTICALES CON CASQUETES CÓNICOS.                   | 206        |
| 5.2 RECIPIENTES HORIZONTALES CON CASQUETES TORISFÉRICOS.            | 215        |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>                               | <b>225</b> |
| <b>APÉNDICES O ANEXOS</b>   | <b>227</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   | <b>231</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>1.I</b> <i>Esfuerzos y máximos esfuerzos admisibles</i>                                | <b>19</b>   |
| <b>2.I</b> <i>Tipos de juntas con sus respectivas eficiencias.</i>                        | <b>44</b>   |
| <b>3.I</b> <i>Área de un perno, <math>l_2</math> y <math>l_3</math>.</i>                  | <b>81</b>   |
| <b>3.II</b> <i>Cantidad de pernos.</i>  | <b>81</b>   |
| <b>3.III</b> <i>Esfuerzos de Pernos.</i>  | <b>81</b>   |
| <b>3.IV</b> <i>Coeficientes K.</i>  | <b>89</b>   |
| <b>3.V</b> <i>Valores correspondientes a <math>K_{11}</math>.</i>                         | <b>96</b>   |
| <b>4.I</b> <i>Arreglo matricial que se forma para la doble interpolación de Lagrange.</i> | <b>100</b>  |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>2.1</b> Corte Longitudinal del cilindro.                  | <b>40</b>   |
| <b>2.2</b> Corte Circunferencial del cilindro.               | <b>41</b>   |
| <b>2.3</b> Localización de las juntas.                       | <b>43</b>   |
| <b>2.4</b> Gráfico para la optimización de dimensiones.      | <b>49</b>   |
| <b>2.5</b> Cilindro de pared delgada.                        | <b>50</b>   |
| <b>2.6</b> Gráfico para estimar el espesor del cilindro.     | <b>52</b>   |
| <b>2.7</b> Valores para el factor A.                         | <b>53</b>   |
| <b>2.8</b> Valores para el factor B.                         | <b>54</b>   |
| <b>2.9</b> Valores para el factor B.                         | <b>54</b>   |
| <b>2.10</b> Valores para el factor B.                        | <b>55</b>   |
| <b>2.11</b> Valores para el factor B.                        | <b>55</b>   |
| <b>2.12</b> Valores para el factor B.                        | <b>56</b>   |
| <b>2.13</b> Cabeza Esférica.                                 | <b>57</b>   |
| <b>2.14</b> Gráfico para estimar el espesor de las cabezas.  | <b>58</b>   |
| <b>2.15</b> Cabeza Elíptica                                  | <b>60</b>   |
| <b>2.16</b> Cabeza Torisférica o cabeza ASME                 | <b>61</b>   |
| <b>2.17</b> Cabeza Cónica o sección cónica.                  | <b>63</b>   |
| <b>2.18</b> Esquema para las variables en la sección cónica. | <b>64</b>   |
| <b>2.19</b> Tapa plana tipo A.                               | <b>65</b>   |
| <b>2.20</b> Tapa plana tipo B.                               | <b>66</b>   |
| <b>2.21</b> Tapa plana tipo C.                               | <b>66</b>   |
| <b>2.22</b> Tapa plana tipo D.                               | <b>66</b>   |

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>2.23</b> | <i>Refuerzo para Aberturas.</i>                               | <b>70</b> |
| <b>2.24</b> | <i>Ubicación de las diferentes áreas.</i>                     | <b>71</b> |
| <b>3.1</b>  | <i>Mapa del Ecuador con las curvas de los vientos en Mph.</i> | <b>75</b> |
| <b>3.2</b>  | <i>Recipiente Vertical</i>                                    | <b>76</b> |
| <b>3.3</b>  | <i>Tipos de faldones y tipos de juntas.</i>                   | <b>78</b> |
| <b>3.4</b>  | <i>Detalle del anillo base.</i>                               | <b>82</b> |
| <b>3.5</b>  | <i>Localización de los asientos.</i>                          | <b>86</b> |
| <b>3.6</b>  | <i>Coefficientes <math>K_6</math></i>                         | <b>90</b> |
| <b>3.7</b>  | <i>Diseño de silleta.</i>                                     | <b>96</b> |

## **SIMBOLOGÍA**

|          |   |
|----------|---|
| $\alpha$ | La mitad del ángulo en el vértice, grados                                       |
| $\theta$ | Ángulo de contacto para recipientes horizontales.                               |
| $A_B$    | Área de la circunferencia que contiene a los pernos.                            |
| $C_B$    | Circunferencia de Pernos Base.  |
| $D$      | Diámetro Interior, pulgadas.  |
| $E$      | Eficiencia de la junta soldada.   |
| $E.C.$   | Espesor de corrosión.   |
| $F$      | Fuerza horizontal.  |
| $g$      | Gravedad (32.2 pie/seg <sup>2</sup> ).  |
| $h_t$    | Altura del faldón.  |
| $L$      | Longitud del cilindro.  |
| $M$      | Momento a cierta altura a evaluar.  |
| $M_t$    | Momento en la base del recipiente vertical.                                     |
| $N$      | Número de Pernos.   |
| $P$      | Presión de diseño o presión máxima de trabajo permitido, Lb/pulg <sup>2</sup> . |
| $P_a$    | Presión admisible.  |
| $Q$      | Carga soportada por una de las silletas.  |
| $R$      | Radio Interior, pulgadas.   |
| $r$      | Radio Interior de curvatura.  |
| $S$      | Valor del esfuerzo del material, Lb/pulg <sup>2</sup> .                         |
| $S_B$    | Esfuerzo de los pernos.   |
| $t$      | Espesor de pared, pulgadas.   |

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>T</b>             | Período de vibración Real.                           |
| <b>T<sub>a</sub></b> | Período de vibración admisible.                      |
| <b>t<sub>h</sub></b> | Espesor real de la cabeza.                           |
| <b>t<sub>s</sub></b> | Espesor real del cilindro.                           |
| <b>t<sub>n</sub></b> | Espesor de la tubería.                               |
| <b>t<sub>m</sub></b> | Espesor de la tubería real.                          |
| <b>V<sub>w</sub></b> | Velocidad del viento.                                |
| <b>L</b>             | Radio interior de la cabeza (Torisférico), pulgadas. |
| <b>W</b>             | Peso Total de Recipiente y contenido.                |

## **INTRODUCCIÓN**

*Siendo miembro Estudiantil del ASME me di cuenta de la gran falencia que existe dentro de la industria para el diseño de recipientes a presión bajo normas del ASME, al ver esto me decidí a establecer un programa de computadora que diseñe interactivamente con el usuario el producto que estaría en diseño.*

*Con la automatización de la industria nosotros los estudiantes nos vemos en la necesidad de desarrollar avances tecnológicos que simplifiquen y minimicen los errores que se pueden cometer al tratar de diseñar recipientes a presión y agilizar los cálculos que para una persona que domine la materia le tomaría muchísimo menos tiempo que a una persona que utilice el software que tenga muchos conocimientos de diseño.*

*El programa está dirigido de tal manera que su manejo sea tan sencillo y simple que no se necesitará de práctica, El lenguaje en el que se realizó se basa en ambientes gráficos haciéndolo de fácil visualización para el diseñador y comprensión el programa fue el de Visual Basic 6.0, programa que se corre bajo el sistema operativo de Windows 95/98.*





# CAPÍTULO I

## 1. FUNDAMENTOS Y CRITERIOS

### 1.1 INTRODUCCIÓN.

Los ingenieros que diseñan equipo para la industria química se enfrentan tarde o temprano al diseño de recipientes a sometidos presión y de estructuras que los soporten. Tal experiencia es a menudo frustrante para cualquier que no se haya mantenido al corriente con las publicaciones sobre este campo, en cuanto a especificaciones, normas y ecuaciones de diseño.

En primer término, se debe conocer la última versión de las normas aplicables. Después, se tiene que buscar en las publicaciones las técnicas adecuadas para el diseño que cumplan con las disposiciones de las normas. Finalmente, se tiene que seleccionar, a partir de diversos manuales y catálogos de proveedores, las propiedades de los materiales y las dimensiones que se deben utilizar en las ecuaciones del diseño. La intención de este trabajo es la de reunir toda la información disponible y el material bajo un solo programa y

presentarlo en forma conveniente.

Se ha utilizado los procedimientos y fórmulas de diseño de las normas de *ASME Code for Pressure Vessels*, sección VIII, división 1, así como los datos de otras fuentes de aceptación general que no están comprendidas por dichas normas.

Los recipientes a presión están sujetos a diversas cargas, que causan esfuerzos de diferentes intensidades en los componentes del recipiente. El tipo e intensidad de los esfuerzos es una función de la naturaleza de las cargas, de la geometría del recipiente y de su construcción.

### **CARGAS.**

- a.- Presión interna o externa.
- b.- Peso del recipiente, componentes y contenido.
- c.- Reacciones estáticas del equipo auxiliar, tuberías, revestimientos, aislamiento, piezas internas, apoyos.
- d.- Reacciones cíclicas y dinámicas debido a presión o las variaciones térmicas.
- e.- Presión del viento y fuerzas sísmicas.
- f.- Impacto en las reacciones debido a los choques del fluido.

g.- Gradientes de temperatura y expansiones por diferencia térmica.

| ESFUERZOS   | MÁXIMO ESFUERZO ADMISIBLE   |
|---|---|
| a. Esfuerzo de tensión.   | $S_a$   |
| b. Esfuerzo de compresión longitudinal.   | El más pequeño valor de $S_a$ o el valor del factor B determinado por el procedimiento descrito en el código UG-23 (b) (2)  |
| c. El esfuerzo general de la membrana inducida por la combinación de las cargas.<br><br>Esfuerzo de la membrana primaria más el esfuerzo del torcimiento primario inducida por combinación de cargas. | $S_a$<br><br>$1.5 S_a$  |
| d. El esfuerzo general de la membrana inducida por la combinación de sismos o presiones de vientos con otras cargas.  | 1.2 veces el esfuerzo permitido en los literales a., b., o c. si la temperatura del metal no excede:<br><br>para aceros al carbono y de baja aleación 700 °F<br><br>para aceros de alta aleación (inoxidables) 800 °F |
| Fuerzas sísmicas y presiones de viento no son consideradas como hechos simultáneos  |   |
| $S_a$ = Máximo esfuerzo admisible en tensión para aceros al carbono y de baja aleación como en la tabla del código UCS-23; y para aceros de alta aleación la tabla del código UHA-23. Psi.            |   |

**Tabla 1.1** Esfuerzos y Máximos Esfuerzos admisibles.

## **1.2 CÓDIGOS Y REGULACIONES.**

En el diseño y la construcción de muchas estructuras tales como: puentes, vehículos de transportación masiva, líneas de tubería, edificios, tanques reservorios, recipientes de presión, etc.; está involucrada la seguridad de las personas y de la misma estructura.

Para reducir a un mínimo el peligro de que se produzca fallas que podrían ser catastróficas, se han establecido especificaciones normalizadas sobre la construcción de dichas estructuras.

Estas especificaciones, son llamadas códigos, normas, reglas y son escritos generalmente por organizaciones profesionales, grupos empresariales, grupos industriales o institutos gubernamentales o militares.

Contamos con varios grupos organizacionales que han escrito códigos, cada código trata específicamente sobre el tema de interés.

Existen algunos códigos relacionados a la construcción soldada y entre las organizaciones que escriben dichos códigos se encuentran:

(A.W.S.) = Sociedad Americana de soldadura.

(A.S.M.E.) = Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

Para el diseño y la construcción de recipientes a presión se utiliza el

código ASME, sección VIII.

\* EL código ASME para calderas y recipientes a presión

Hace aproximadamente unos 90 años, no existían normas ni regulaciones para la construcción de calderas y recipientes a presión, por lo que eran muy comunes las explosiones de calderas y como consecuencia de ellas muchas vidas humanas se perdían, como en el caso que sucedió en 1905 en una fábrica de calzado de Brockton, Massachusetts, en la cual explotó una caldera matando a 58 personas y dejando muchos heridos; a raíz de esta catástrofe se acentuó más la necesidad de establecer una reglamentación sobre calderas de vapor.

Posteriormente algunos estados y ciudades realizaron códigos referentes a la construcción de calderas (por ese entonces remachadas).

Se presentó entonces la situación caótica, las normas variaban de un estado a otro, de tal manera que era muy difícil construir recipientes de presión que puedan ser utilizado en un estado y aceptados por otros.

Finalmente se solicitó a la "Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos", que realizara las especificaciones normalizadoras para la

construcción y mantenimiento de calderas y recipientes a presión.

Quedando de esta manera normalizada dichas especificaciones, teniendo las mismas que ser revisadas cada tres años debido al acelerado proceso técnico y así estar siempre actualizado con los materiales y procesos de fabricación nuevos o mejorados que se hayan realizado.

### ***1.3 CRITERIOS DE DISEÑO DEL CÓDIGO PARA RECIPIENTES A PRESIÓN SEGÚN EL CÓDIGO ASME, SECCIÓN VIII, DIVISIÓN 1.***

Mientras el código provee de fórmulas necesarias para calcular los espesores requeridos y los correspondientes esfuerzos de membrana de los componentes básicos debido a presiones externas e internas, el código deja a criterio del diseñador el uso de procedimiento analíticos para calcular los esfuerzos debidos a otras cargas.

El párrafo UG-23c establece que el espesor del tanque calculado por las reglas del código debe ser determinado al igual que el máximo esfuerzo de membrana directas, debido a cualquier combinación de cargas listadas en UG-22 (Presión interna o externa, cargas de viento cargas sísmicas, reacción de los soportes) que se espera que ocurran

simultáneamente durante la operación normal del tanque, no exceda el máximo esfuerzo permisible del metal señalado por el código a la temperatura de diseño. Los esfuerzos de membrana directos pueden ser aquí definidos como un esfuerzo normal uniformemente distribuido a través del espesor de cascarón de la sección bajo consideración.

Estos requerimientos implican el uso de la teoría de falla del máximo esfuerzo, asumiendo que para recipientes a presión de paredes delgada el esfuerzo  $\sigma_r$ , debido a la presión de diseño puede ser despreciado, y la teoría del máximo cortante más aproximada da casi el mismo resultado.

Es una práctica general el dar un análisis de esfuerzos detallados para los componentes del tanque fuera de los detalles aprobados por el código usando la teoría de falla del máximo esfuerzo o máximo cortante, y al seleccionar los esfuerzos permisibles para condiciones de diseño en vez de operaciones normales o para esfuerzos calculados en vez de esfuerzos de membrana primarios directos ( $\leq S_m$ ) o esfuerzos de membrana primarios directos más esfuerzos flectores primarios ( $\leq 1.5 S_m$ ).

Esfuerzos limitados de diseño para esfuerzos secundarios en combinación con los esfuerzos de presión no están especificados en el código, por lo tanto estaría bien recordar un punto que citamos anteriormente, que los requerimientos del código sólo representan lo mínimo, y el diseñador debe sentirse libre de aplicar estrictos límites de diseño cuando sea necesario de acuerdo a su criterio y la experiencia.

Los esfuerzos permisibles del código son utilizados también para el diseño de partes importantes no sometidas a presión, como soportes de tanques altos (faldones), soportes para interiores de un tanque, y también para el diseño de soldaduras y su respectiva eficiencia. Los esfuerzos permisibles para las partes menos importantes no sometidas a presión pueden ser mayores que los esfuerzos del código y pueden ser tomados a criterio del diseñador o de otras fuentes.

#### **1.4 ACLARACIONES.**

El código, sección VIII, división 1, no considera explícitamente el efecto de los esfuerzos combinados. Existen también el código, Sección VIII, división 2, que contiene una guía más específica para esfuerzos, como se encuentran combinados y esfuerzos permisibles para ciertas categorías de esfuerzos combinados. La división 2 es



diseñada sobre la base de análisis, mientras que la división 1 es en base a reglas.

El análisis de esfuerzos en la División 2 considera todos los esfuerzos en un estado triaxial combinado en concordancia con la teoría del máximo esfuerzo cortante. El procedimiento citado en la División 1 considera un estado biaxial de esfuerzos combinados en concordancia con la teoría del máximo esfuerzo. De esto podemos llegar a afirmar que sería ridículo diseñar un tanque para aire usando las técnicas de la División 2. Cada uno posee su forma de aplicación adecuada.

Debido a que la División 2 no es usada tan comúnmente como la División 1, la mayoría de diseñadores de recipientes a presión están más familiarizados con la División 1.

### **1.5 ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO Y FABRICACIÓN DE RECIPIENTES A PRESIÓN**

Los usuarios y fabricantes de recipientes sujetos a presión han desarrollado ciertas prácticas estándares que han demostrado tener ventajas en el diseño y en la construcción de los recipientes sujetos a presión. Esta especificación comprende dichas prácticas que se han convertido en las de más aceptación y ejecución.



Los estándares mencionados son, en parte, referencia a alternativas seleccionadas que permiten las normas ASME, y en parte describen los métodos de diseño y construcción que no cubren éstas. No se citan en esta especificación las reglas de las normas.

### GENERALIDADES.

Esta especificación, en conjunto con las características requeridas y los dibujos, cubre los requerimientos para el diseño y la fabricación de recipientes sujetos a presión.

En caso de diferencias, el pedido y los dibujos rigen por encima de esta Especificación.

Los recipientes sujetos a presión deberán diseñarse, fabricarse, inspeccionarse y marcarse de acuerdo con la última edición de las normas de Calderas y Recipientes sujetos a presión del ASME, sección VIII, división 1 y sus agregados subsecuentes.

Todas las desviaciones respecto a esta especificación, los períodos o los dibujos deberán ser aprobadas por escrito por el Comprador.

### DISEÑO.

Los recipientes a presión se diseñarán para soportar las cargas que sobre éstos ejercen la presión interna o externa, el peso del recipiente, el viento, los temblores, las reacciones de los apoyos, el

impacto y la temperatura.

La presión máxima de trabajo permitida estará limitada por el casco o las cabezas y no por partes secundarias.

Carga de viento y terremoto; todos los recipientes se diseñarán para sostenerse parados totalmente libres. Para determinar la magnitud de la presión del viento, la probabilidad de terremotos y los coeficientes sísmicos en diversas áreas de Ecuador se aplicará la norma ANSI A58.1-1972 (requerimientos de las normas para cargas mínimas de diseño en edificios y estructuras). Se supone que no ocurren simultáneamente la carga de viento y las de sismo, por lo que el recipiente debe diseñarse ya sea por carga de viento o de sismo, la que sea mayor.

Recipientes horizontales soportados en silletas; Se diseñarán aplicando el método de L. P. Zick (esfuerzos que obran en los grandes recipientes horizontales montados en soportes de dos silletas).

La deflexión de los recipientes verticales bajo condiciones normales de operación no deberá exceder de 6 pulgadas por cada 100 pies de longitud.

Los esfuerzos que obran en los faldones, silletas y otros soportes y sus soldaduras de sujeción pueden sobrepasar a los valores máximos de esfuerzo permitidos para los materiales que se indican en la parte

UCS de las normas ASME por 33-1/3%.

Los fabricantes del recipiente deberán someter sus diseños a aprobación cuando el comprador no proporcione un diseño o no proporcione el espesor de placa requerido.

### FABRICACIÓN

Los materiales serán especificados por el comprador y su designación deberá aparecer indicada en los dibujos de taller. No se hará sustitución alguna de materiales especificados sin la previa autorización escrita del comprador.

El espesor de placa que se utilice para el casco y las cabezas será ¼ de pulgada como mínimo.

El procedimiento de soldadura y los registros de calificación de los soldadores del fabricante deberán ser sometidos a aprobación al recibo del pedido. No se efectuará soldadura alguna antes de que el procedimiento de soldadura y la calificación sean aprobados por el comprador.

Toda la soldadura deberá hacerse por los procedimientos por arco metálico protegido o por arco sumergido.

No se utilizarán tiras de refuerzo permanentemente sin la aprobación escrita del comprador.

Cuando se utilicen, dichas tiras serán de acero de la misma

composición que la de aquel al cual van a soldar.

Las costuras longitudinales de los cascos cilíndricos o cónicos, todas las costuras de cascos esféricos y de las cabezas formadas por partes deberán situarse de manera que libren las aberturas, sus parches de refuerzo y las placas de desgaste de las silletas. Cuando sea inevitable cubrir una costura longitudinal por un parche de refuerzo, se esmerilará la costura al ras y el parche mencionado se examinará en el sitio antes de soldarlo.

No se permitirán uniones longitudinales en el área descendente o en cualquier otro lugar en que resulte imposible hacer una inspección visual apropiada de la soldadura.

El tamaño mínimo de soldadura de filete que se utilice como soldadura de resistencia para elementos internos será  $\frac{1}{4}$  de pulgada.

Los recipientes verticales estarán provistos de un faldón que tendrá un diámetro exterior igual al del recipiente soportado. El espesor mínimo del faldón será  $\frac{1}{4}$  de pulgada.

Los faldones estarán provistos de dos agujeros de ventilación de 2 pulgadas de diámetro, situados a la mayor altura posible y a 180 grados uno del otro.

Los faldones de 4 pies de diámetro y menores tendrán una abertura de acceso de 18 pulgadas de diámetro exterior reforzadas con manguitos.

Los anillos de base se diseñarán para una presión de apoyo permitida sobre el concreto de 625 lb/pulg<sup>2</sup>.

Se usarán silletas para pernos de anclaje o para anillos de orejas en donde se requiriera y siempre que la altura del recipiente exceda de 60 pies. El número de pernos de anclaje variará en múltiplos de 4; es preferible un mínimo de 8.

Los recipientes horizontales serán soportados en silletas; de preferencia sólo dos siempre que sea posible.

Las silletas deberán soldarse al recipiente excepto cuando se ordene específicamente que se embarque sueltas, en cuyo caso deberán ajustarse al recipiente y llevar marcas para su instalación en campo. El dibujo de taller deberá contener instrucciones detalladas en relación con esto.

Cuando la dilatación por temperatura ocasione un cambio de más de 3/8 de pulgada en la distancia entre las silletas, deberá usarse una placa de apoyo deslizante. Cuando el recipiente esté soportado en silletas de concreto 1/4 de pulgada de espesor, se deberán soldar al caso, para fines de corrosión, placas 2 pulgadas más anchas que la silleta de concreto, con soldadura continua. La placa de corrosión deberá ir provista de un agujero de ventilación 1/4 de pulgada tapado con sellador plástico después de que se haya probado a presión el recipiente.

Las aberturas de 2 pulgadas y menores deberán llevar acople completo o medio acople de acero forjado de 6000 lb.

Las aberturas de 2½ pulgadas y mayores deberán ser bridas.

Las bridas deberán cumplir con la norma ANSI B16.5-1973.

Las caras de las bridas deberán ser como sigue:

Cara realzada..... abajo de la capacidad nominal ANSI, 600 lb.

Cara realzada...capacidad nominal ANSI, 600 lb, tubo de 3 pulgadas  
y mayor

Junta del tipo de anillo..... arriba de capacidad nominal ANSI, 600 lb.

Los agujeros para los tornillos de las bridas deben quedar a ambos lados de las líneas de centros principales del recipiente. Las aberturas deben quedar a ras del interior del recipiente cuando se utilizan como purgas o cuando estén situadas en forma que interfieran con los elementos internos del recipiente. Los bordes internos de los registros deben redondearse a un radio mínimo de 1/8 de pulgada o a un radio igual a la mitad del espesor de pared del tubo cuando sea mayor ¼ de pulgada.

Cuando el diámetro interior del cuello de la boquilla y el de la brida del cuello soldable o del accesorio soldable difiera por 1/16 de pulgada o más, la parte de diámetro menor deberá achaflanarse a una relación de 1:4

Las aberturas deberán reforzarse siendo nuevas y cuando estén bajo condiciones de frío o de corrosión.

La placa que se utilice para el parche de refuerzo deberá ser de acero de la misma composición que el del casco o cabecera a que vaya unida.

Los parches de refuerzo deberán ir provistos de un agujero de inspección  $\frac{1}{4}$  de pulgada situado a  $90^\circ$  del eje longitudinal del recipiente.

El diámetro exterior mínimo del parche de refuerzo deberá ser 4 pulgadas más el diámetro exterior del cuello del registro.

Cuando deban suministrarse tapas para las aberturas de acuerdo con la requisición del comprador, el fabricante deberá suministrar los empaques y pernos que se requieran; estos no se usarán para probar el recipiente.

Las tapas de los registros de inspección deberán estar provistas de pescantes.

Las roscas de acoplamiento deberán estar limpias y sin defectos después de la instalación.

En los elementos internos, las artesas deberán ser surtidas por el fabricante de artesas e instaladas por el fabricante de recipientes. Los anillos de soporte de las artesas y las barras de sujeción descendentes deberán ser proporcionadas e instaladas por el



fabricante de recipientes. El fabricante de artesas deberá someter a la aprobación del comprador detalles completos de taller, inclusive instrucciones de instalación y lista de embarque, y una vez aprobados, el comprador los remitirá al fabricante de recipientes.

Las artesas deberán diseñarse para una carga viva uniforme de 10 lb/pie<sup>2</sup> o el peso del agua que pueda acumularse, lo que sea mayor, y para una carga viva concentrada de 250 lb.

A la carga de diseño, la flexión máxima de las artesas no deberá exceder de hasta diámetro de 10 pies-1/8 de pulgadas; para diámetro mayor de 10 pies - 3/16 de pulgadas

El espesor mínimo de los elementos interiores de placa y de los anillos de soporte no deberá ser menor ¼ de pulgada.

Los tubos interiores de acero al carbono deberán ser de peso normal.

Las bridas internas deberán ser ANSI 150-lb de tipo deslizante o fabricadas de placa.

Las bridas interiores de acero al carbono deberán fijarse con tornillos para máquina de cabeza cuadrada y de acero al carbono, y con tuercas cuadradas soldadas por puntos a las bridas para evitar que se aflojen.

Los elementos internos removibles deberán ser fabricados en secciones que puedan sacarse por los registros de inspección.

Para dichos elementos no debe considerarse espesor de corrosión.

Para las aberturas conectadas a la succión de una bomba deberá proveerse un rompedor de vórtice.

Para los accesorios, los recipientes provistos de registro de inspección, controles de nivel de líquido o válvulas de alivio situadas 12 pies arribas del piso, deberán dotarse de escaleras marinas con protección y plataforma.

Deberán soldarse al recipiente en taller las orejas para recibir escaleras y plataformas.

Cuando los recipientes verticales requieran de aislamiento, el fabricante deberá suministrar e instalar anillos de soporte. También, pueden usarse los anillos de refuerzo para soportar el aislamiento.

Los anillos para soporte del aislamiento deberán ser  $\frac{1}{2}$  pulgada menores que el espesor del aislamiento y esparcirse a distancias de 12 pies- $\frac{1}{2}$  pulgada comenzando en la línea tangente superior. El anillo superior deberá estar unido por soldadura continua a la cabeza, todos los demás anillos podrán ser unidos por soldadura de filete de 1 pulgada de largo a 12 pulgadas entre centros. La cabeza inferior de un recipiente vertical aislado deberá equiparse con tuercas cuadradas de  $\frac{1}{2}$  pulgada soldadas con sus extremos hacia el exterior de la cabeza, sobre centros aproximadamente de 12 pulgadas en cuadrado. Las tolerancias no deberán rebasar los límites indicados en las tablas.

### INSPECCIÓN.

El comprador se reserva el derecho de inspeccionar el recipiente en cualquier momento durante su fabricación, para comprobar que los materiales y la mano de obra con que se esté fabricando corresponden a la especificación.

La aprobación de cualquier trabajo por parte del representante del comprador y la aceptación de un recipiente no liberará al fabricante de su responsabilidad de apegarse a las disposiciones de esta especificación.

### ASPECTOS DIVERSOS.

El examen radiográfico se efectuará cuando lo indiquen las normas ASME o cuando lo determine la economía del diseño.

El recipiente terminado será provisto de una placa de datos sujeta en forma segura al recipiente por soldadura.

Si se somete al recipiente a tratamiento térmico posterior a la soldadura, no se permite aplicar más soldadura después del relevado de esfuerzos.

Los elementos internos removibles deberán instalarse después del relevado de esfuerzos.

La posición de todos los componentes del recipiente, aberturas, costuras, componentes internos, etc., deberá indicarse en los dibujos

de taller por la distancia a una línea de referencia común. La línea de referencia deberá marcarse permanentemente en el casco.

La presión de prueba hidrostática deberá mantenerse por un tiempo adecuado para permitir una inspección completa, pero en ningún caso por menos de 30 minutos.

Los recipientes no deberán pintarse a menos que haya indicación en contrario en el pedido.

### PREPARACIÓN PARA EMBARQUE.

Después de realizar la prueba hidrostática final, el recipiente deberá secarse y limpiarse perfectamente interior y exteriormente para quitar la grasa, las escama sueltas, la herrumbre y la mugre.

Todas las superficies terminadas que no vayan protegidas por bridas ciegas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante.

Todas las aberturas bridadas que no estén provistas de tapas deberán protegerse con placas de acero adecuadas.

Las aberturas roscadas deberán llevar tapones.

Para las partes internas deberán proveerse soportes adecuados que eviten que se dañen durante el transporte.

Los tornillos y tuercas deberán recubrirse con lubricantes a prueba de agua.

Los recipientes deberán ser identificados con toda claridad pintando

el número de pedido y de inciso del pedido en un lugar visible.

Las partes pequeñas que deban embarcarse sueltas deberán ponerse en bolsas o en cajas y marcarse con el número de pedido y el de inciso del pedido del recipiente.

El fabricante del recipiente tomará todas las precauciones necesarias para cargar, bloquear y asegurar el recipiente en el vehículo de transporte y proporcionará todo el material que sea necesario para evitar que se dañe.

### INFORMES FINALES

Antes de que el recipiente esté listo para el embarque, el fabricante deberá suministrar al comprador copias simples o reproducciones de cada uno de los informes siguientes:

Informe de datos del fabricante.

Dibujos de taller que muestren el recipiente y las dimensiones “como se construyó”.

Copias fotostáticas de los gráficos de registro que muestren la presión durante la prueba hidrostática.

Copias fotostáticas de gráficos de registro que muestren la temperatura durante el tratamiento térmico posterior a la soldadura.

Copia de la placa de datos sacada por frotamiento.

### GARANTIA.

El fabricante garantiza que el recipiente cumple con todas las condiciones expresadas en esta especificación y que no tiene defectos de diseño, mano de obra y material. En el caso de que apareciese algún defecto durante el primer año de operación, el fabricante se compromete a realizar todas las modificaciones, reparaciones y reposiciones que sean necesarias sin cargo alguno.

# CAPÍTULO II

## DISEÑO GENERAL DEL RECIPIENTE A PRESIÓN.

Dentro de la parte del diseño se deben tomar en cuenta algunos aspectos importantes que en el programa o software fueron de suma importancia y en los cuales se basaron la mayor cantidad de aspectos, ya que de esto depende el éxito de un diseño bien realizado. Todos estos fueron tomados en cuenta ya que los códigos y normas ASME así lo dicen, y daremos a conocer las normas en las cuales éste hace referencia.

### 2.1 FUNDAMENTOS DEL DISEÑO.

Para realizar los cálculos de esfuerzos en las paredes del cilindro, se considera al cilindro de pared delgada, como un trozo de tubería, el cual está sometido a presión interna o externa.

Para este análisis se hacen las siguientes suposiciones:

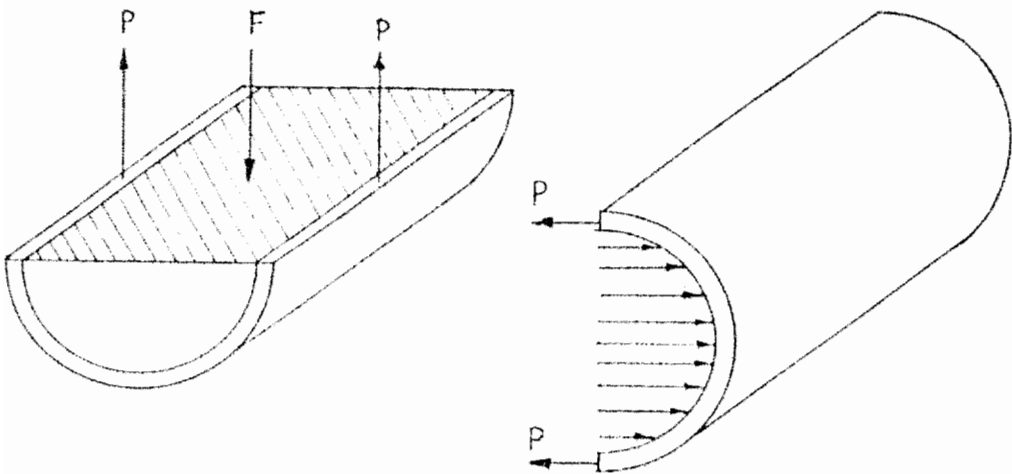
- ✓ El material del cilindro es elástico y no plástico
- ✓ No hay tensiones térmicas
- ✓ Se considera cilindros de pared delgada a los que el espesor de pared es menor o igual que  $1/10$  de su radio interior, es decir el espesor de la pared, dividido por su diámetro es menor de 0.1.

Sabemos que un depósito cilíndrico que contiene un fluido a una presión está sometido a fuerzas de tracción según sus secciones

longitudinales y transversales y las paredes han de resistir estas fuerzas para evitar que revienten.

Para determinar el esfuerzo en una unión soldada, a tope longitudinal, el cilindro se considera dispuesto como se muestra en la figura 2.1

Las fuerzas que tienden a separar las dos mitades del cilindro son:  $F = pDL$ ; donde  $D$  es el diámetro interno del cilindro,  $L$  la longitud del cilindro y  $p$  su presión interna.



**Fig. 2.1** Corte Longitudinal del cilindro [ref.2].

A esta fuerza producto de la presión interna, se oponen las tensiones originadas en el material que forma el cilindro.

Estas fuerzas de tensión son:

$$P = \sigma \cdot t \cdot L \cdot 2 \quad (1)$$

entonces :

$$F = 2 P \quad (2)$$



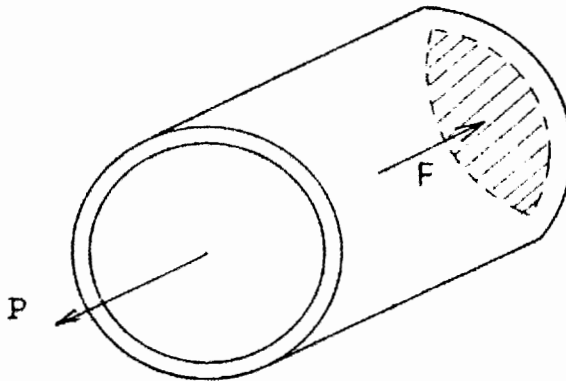
$$p D L = 2 t L \sigma$$

$$P D = 2 \sigma t$$

Por lo tanto el esfuerzo que soporta la sección longitudinal se lo obtiene despejando de la última ecuación:

$$\sigma = \frac{p D}{2 t} \quad (3) \quad \text{Esfuerzo Longitudinal}$$

Para una soldadura circunferencial con penetración completa, consideramos el diagrama sólido aislado de una parte del depósito cilíndrico separada del resto por una sección transversal cualquiera, como se muestra en la siguiente figura 2.2



**Fig. 2.2** Corte circunferencial del cilindro[ref. 2].

La fuerza que tiende a abrir el cilindro es:

$$F = p \left( \frac{\pi D^2}{4} \right) \quad (4)$$

donde  $\left( \frac{\pi D^2}{4} \right)$  es el área del cilindro.

La fuerza  $P \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)$  es soportada por el esfuerzo en la soldadura a tope circunferencial.

La fuerza resistente de la soldadura a tope es:

$$P = \pi D t \sigma \quad (5)$$

Entonces :  $P = F$

$$\pi D t \sigma = p \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$\sigma = \frac{p D}{4 t} \quad (6)$$

Ahora comparando (6) con (3) se observa que el esfuerzo circunferencial es la mitad del esfuerzo longitudinal, de este modo se puede afirmar que la soldadura longitudinal fallaría primero si la presión se eleva hasta alcanzar un valor de rotura.

Por lo tanto la presión interna admisible dependerá de la resistencia de las juntas longitudinales.

Para el diseño de recipientes a presión cilíndricos, no expuestos al fuego, el código no permite el uso de la fórmula:

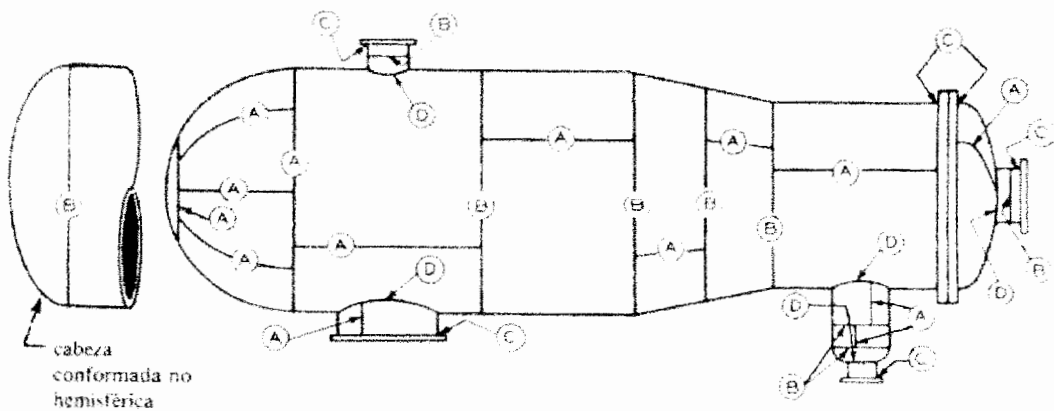
$$S = \frac{p D}{2 t} \quad \text{para el cálculo de los esfuerzos longitudinales.}$$

Al utilizar esta fórmula se supone que las soldaduras longitudinales a tope realizadas en el recipiente son tan fuertes como la chapa misma.

Si en el proceso de soldeo las chapas se soldaran de ambos lados y se hiciera una inspección radiográfica en su totalidad, se podría considerar que la unión es tan fuerte como la chapa base, en otras palabras la eficiencia de la soldadura es del 100%.

## 2.2 DISEÑO DE JUNTAS SOLDADAS

Las juntas designadas por las mismas letras están sujetas a las mismas condiciones y tienen los mismos requisitos.



**Fig. 2.3** Localización de las juntas [ref. 1].

Las juntas del tipo A, son de carácter longitudinal.

Las juntas del tipo B, son de carácter circunferencial.

Las juntas del tipo C, son a tope (Para bridas).

Las juntas del tipo D, son de filete (Para aberturas).

### 2.3 EFICIENCIAS Y TIPOS DE JUNTAS SOLDADAS.


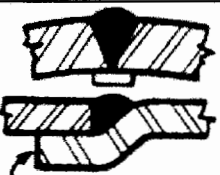




| TIPOS<br>NORMA UW-12   |   | Eficiencia de Junta E                |                                     |                         |
|--|---|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
|  |   | a.<br>Completamente<br>radiografiada | b.<br>Parcialmente<br>radiografiado | c.<br>Sin<br>inspección |
| 1<br>   | <p>Junta a tope hechas por doble cordón de soldadura o por otro medio con el que se obtenga la misma calidad de metal de soldadura depositada sobre las superficies interior y exterior de la pieza</p> <p>Si se emplea placa de respaldo, de quitarse ésta después de terminar la soldadura.</p> | 1.00                                 | 0.85                                | .70                     |
| 2<br><br>En juntas circunferenciales únicamente | <p>Junta a tope de un solo cordón con tira de respaldo que queda en su lugar después de soldar</p>  | 0.90                                 | 0.80                                | 0.65                    |
| 3<br>   | <p>Junta a tope de un solo cordón sin tira de respaldo.</p>   | -                                    | -                                   | 0.60                    |
| 4<br>  | <p>Junta a traslape de doble filete completo</p>  | -                                    | -                                   | 0.55                    |
| 5<br>  | <p>Junta a traslape de un solo filete completo con soldadura de tapón</p>   | -                                    | -                                   | 0.50                    |
| 6<br>  | <p>Junta a traslape de un solo filete completo sin soldaduras de tapón</p>  | -                                    | -                                   | 0.45                    |

Tabla2.1 Tipos de Juntas con sus respectivas eficiencias [ref.1].

La eficiencia de una junta soldada es aquel valor numérico que expresa la relación entre la resistencia de una junta remachada, soldada, o soldada en latón y resistencia del metal de las piezas por soldar.

La eficiencia según el tipo de soldadura está dada en la tabla 2.1

Existen limitaciones en la aplicación para cada tipo de soldadura que son citadas en la referencia 1, y son las siguientes:

Tipo 1: NINGUNA, Categoría de Junta: A, B, C, D

Tipo 2: NINGUNA, Categoría de Junta: A, B, C, D

Excepto soldadura a tope con placa compensadora - para juntas circunferenciales solamente.

Tipo 3: Categoría de Junta: A, B, C. Juntas circunferenciales solamente hasta 5/8 pulgadas de espesor y hasta 24 pulgadas de diámetro exterior.

Tipo 4: (a) Juntas longitudinales hasta 3/8 pulgadas de espesor.  
Categoría de Junta A.  
(b) Juntas circunferenciales hasta 5/8 pulgadas de espesor.  
Categoría de Junta B.

Tipo 5: (a) Juntas circunferenciales en los cabezales hasta 24 pulgadas de diámetro exterior y 1/2 pulgada de espesor. Se excluyen juntas de cabezales hemisféricos sujetos al

cascarón. Categoría de Junta B.

(b) Juntas circunferenciales para sujetar camisas a la carcaza hasta  $5/8$  de pulgadas de espesor nominal, donde la distancia desde el centro del tapón de soldadura al borde de la placa, no es menos de 1.5 veces el diámetro del agujero del tapón. Categoría de Junta C.

Tipo 6: (a) Para la sujeción de cabezales convexos a la presión hasta  $5/8$  de pulgadas de espesor requerido. Solo para filetes de soldadura en el interior del cascarón; Categoría de Juntas A, B.

(b) Sujeción de cabezales soportando presión en cualquier lado, a cascarones de hasta 24 pulgadas de diámetro interior y  $1/4$  de espesor requerido con filete de soldadura en el lado exterior del cabezal solamente; Categoría de Juntas A, B.

La misma referencia 1, indica ciertos puntos que deben ser tomados en cuenta:

- 1) En la tabla 2.1 están mostrando los tipos de juntas que son permitidos por el código para soldadura de arco y a gas.
- 2) La forma de los bordes que serán unidas por soldadura a tope, debe ser tal que permita la completa fusión y penetración.
- 3) Antes de soldar el segundo lado de las juntas a tope dobles las impurezas del primer lado soldado deben ser removidas para



asegurar completa penetración y fusión.

4)  $E = 1$ , para juntas a tope en compresión

## **2.4 FACTOR DE CORROSIÓN.**

Los aceros ordinarios son muy susceptibles a la corrosión es por esto, que para el diseño de un tanque a presión de acero ordinario, la corrosión es un factor muy importante que hay que considerarlo.

Para asegurarse que el recipiente diseñado pueda trabajar eficientemente el tiempo estimado en el diseño (vida útil), se debe incrementar adecuadamente el espesor del material utilizando para esto el factor de corrosión.

En nuestro caso este factor de corrosión estará dentro de dos valores para hacerlo más sencillo y simple, si el recipiente estará ubicado en un ambiente ostilmente corrosivo el valor será de 0.125 pulgadas ( $1/8''$ ) y para lugares menos corrosivos se escogerá el valor de 0.0625 pulgadas ( $1/16''$ ).

## **2.5 OPTIMIZACION DE LAS DIMENSIONES GENERALES DEL RECIPIENTE.**

En el diseño de tanques a presión no siempre el usuario cuenta con toda la información suficiente para poder desarrollar su diseño con lo que se hace necesario que a partir de cierta información se encuentren otro tipo de datos, como por ejemplo en el caso de no tener como información el diámetro y la longitud, y por el contrario tener el volumen. Es ahí donde se aplica la optimización de las dimensiones en un recipiente a presión.

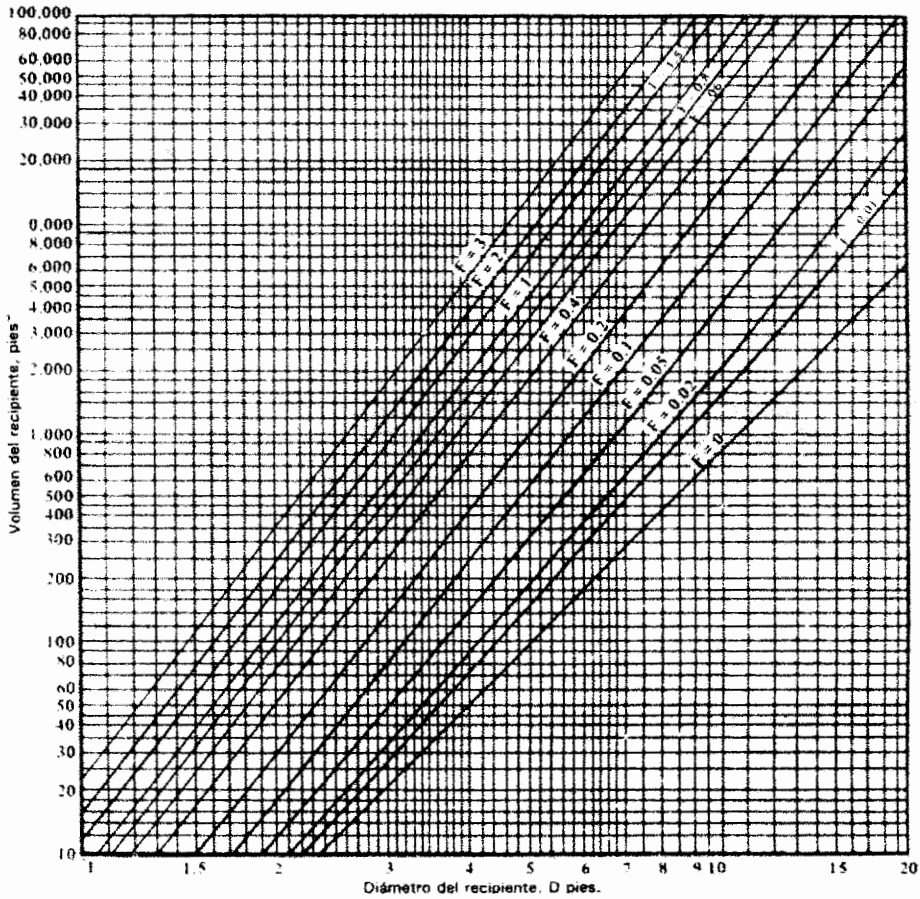
Para aplicar este concepto se debe determinar un factor llamado factor F, donde este factor depende de las siguientes variables:

$$F = \frac{P}{CSE}$$

al encontrar el factor F y con el volumen se ingresa a la figura 2.4 que se encuentra a continuación y se determina el diámetro óptimo del recipiente, con dicho diámetro y el volumen se puede determinar la longitud por medio de siguiente fórmula:

$$L = \frac{4V}{\pi D^2}$$





GRAFICA PARA DETERMINAR EL TAMAÑO OPTIMO DEL RECIPIENTE

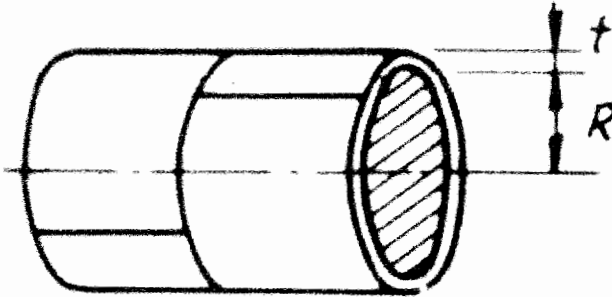
Fig. 2.4 Gráfico para la optimización de dimensiones. [ref. 1]

## 2.6 DISEÑO Y CÁLCULO DE ESPESOR DE PAREDES EN EL CILINDRO.

Al comenzar hacer el análisis del diseño del cilindro y las partes involucradas bajo presión hay que tomar en cuenta que existen dos tipos de diseños en dichos recipientes, y éstos son cuando estos están diseñados para soportar presión ya sea en el interior del

recipiente o actuando en el exterior del mismo a lo que comúnmente llamamos vacío.

En todos los casos analizaremos cuando estos estén bajo las dos condiciones con sus respectivos análisis.



**Fig. 2.5** Cilindro de pared delgada.

En el caso que la presión sea Interna:

En este mismo capítulo en la parte 2.1 se determinaron los esfuerzos que se originaban en un cilindro sometido a presión, en que como conclusión se tuvo que el esfuerzo en la costura longitudinal es el que rige, por ser el doble del esfuerzo de la costura circunferencial.

Por esto que para el diseño de la parte del cilindro se utiliza la siguiente fórmula descrita en la sección UG27 (c)(1):

$$t = \frac{P R}{S E - 0.6 P}$$

En el caso que la presión sea Externa:

En el caso de presión externa el código ASME en la sección UG23 (b)(2) recomienda seguir el siguiente procedimiento para hacer el

diseño más conveniente para los usuarios.

Primero que nada se debe tener en cuenta que el diseño se lo realiza para recipientes cuyo cociente entre  $D/t$  sea igual o mayor que 10, entonces y solo entonces se puede aplicar la siguiente fórmula para determinar la presión admisible que podrá resistir el recipiente:

$$P_a = \frac{4B}{3\left(\frac{D}{t}\right)}$$

Para poder determinar el valor de B se debe seguir el siguiente procedimiento:

- 1) Se debe estimar un valor para t, el cual vendrá de una primera aproximación de la Figura 2.6 [referencia 1] para determinar el espesor de pared para recipientes sujetos a vacío completo.
- 2) De la misma manera al ya tener el valor aproximado de t se determina los siguientes cocientes,  $D/t$  y  $L/D$ , y entonces se realiza la intersección respectiva y se obtiene el factor A en la Figura 2.7
- 3) Al obtener el valor de A se debe ingresar a la gráfica del material aplicable en las Figura 2.8, 9, 10, 11 y 12. Siga verticalmente hasta llegar a la temperatura aplicable. Desde la intersección, siga horizontalmente y leer el valor de B.
- 4) Se procede a calcular la presión admisible  $P_a$  y se procede a comparar con la presión de diseño y si la presión admisible es menor

que la de diseño ( $P_a < P$ ) entonces se debe repetir el proceso pero aumentando el espesor del recipiente hasta que la presión admisible sea mayor que la presión de diseño.

En los casos en los que los valores de A caigan a la izquierda de la línea aplicable de temperatura, el valor de  $P_a$  puede calcularse por la fórmula:

$$P_a = \frac{2AE}{3\left(\frac{D}{t}\right)}$$

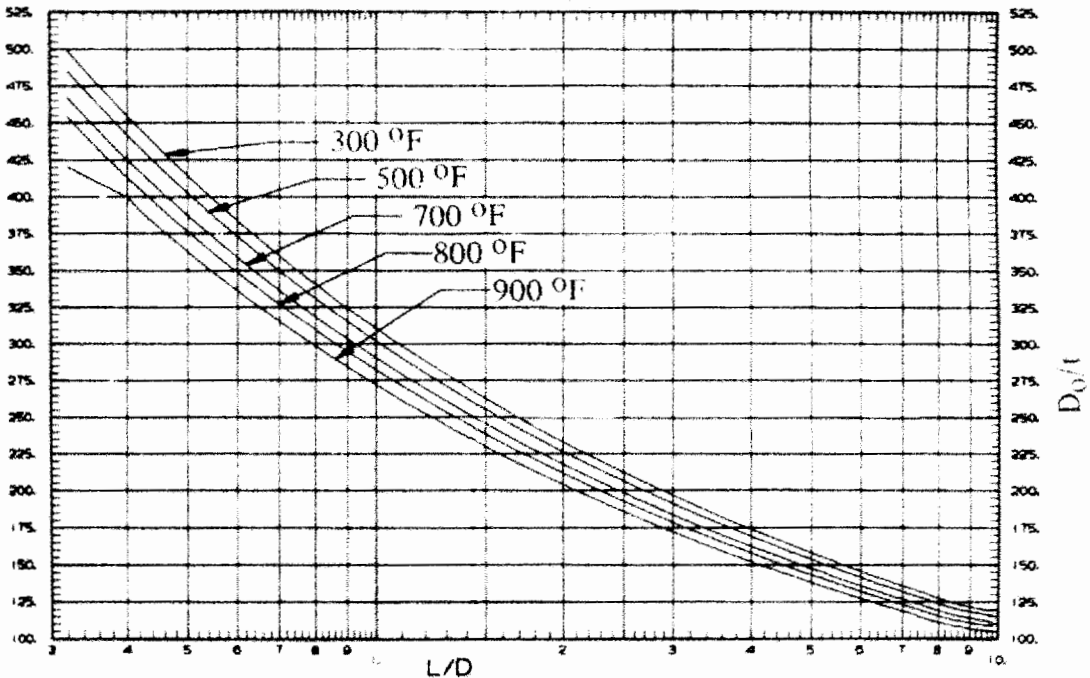


Figura 2.6 Gráfico para estimar el espesor del cilindro. [Ref. 1]

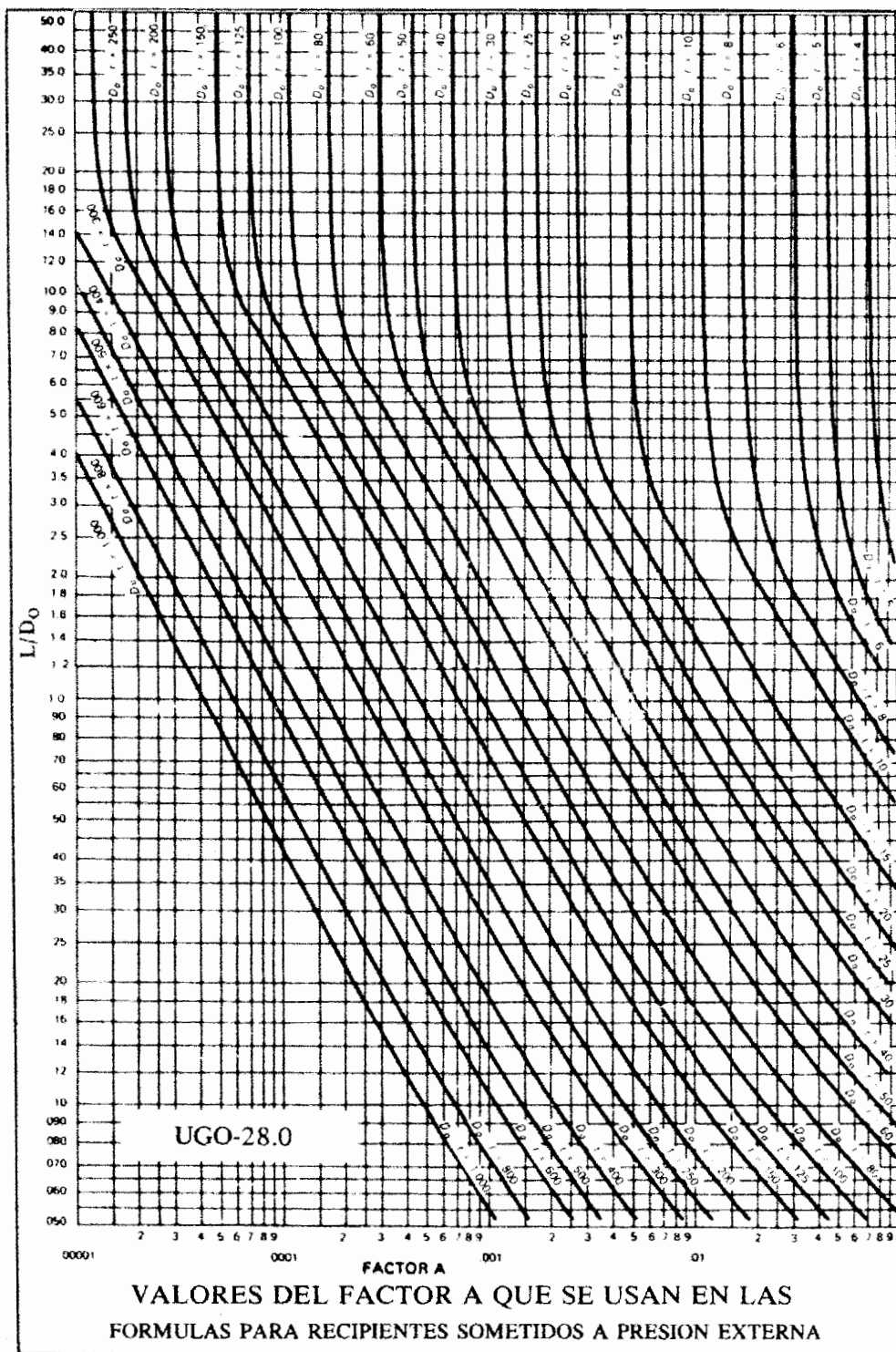


Figura 2.7 Valores para factor A [ref. 1]

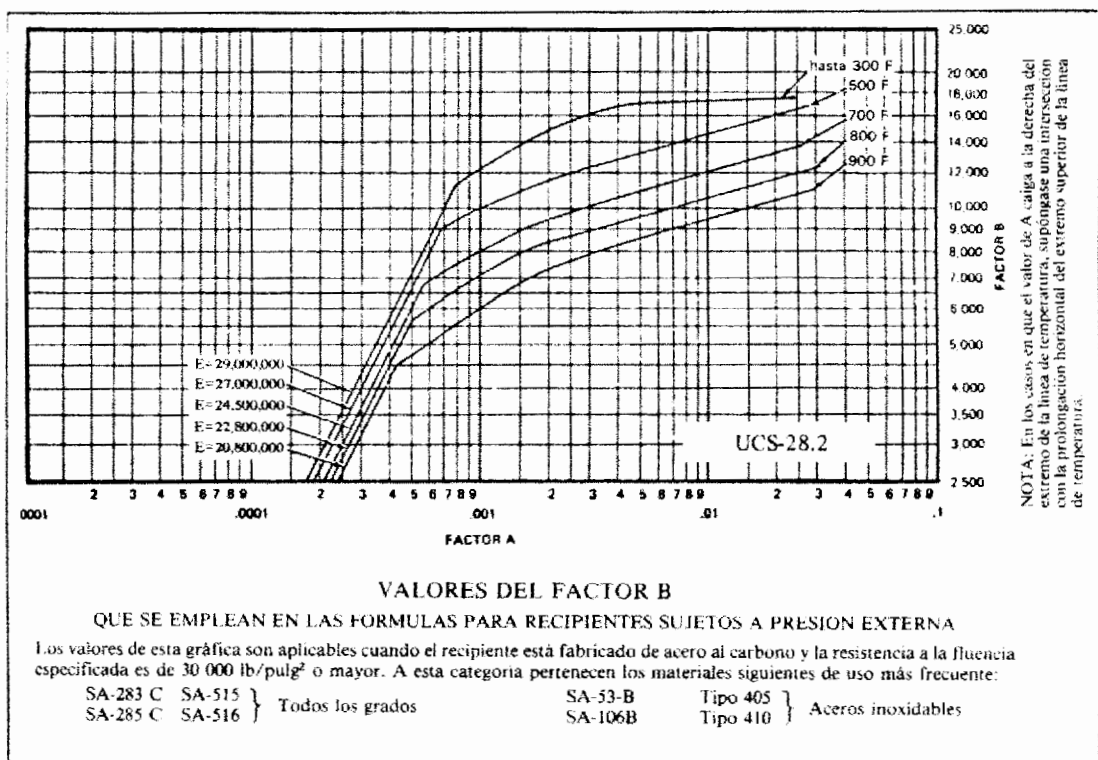


Figura 2.8 Valores para factor B [ref. 1].

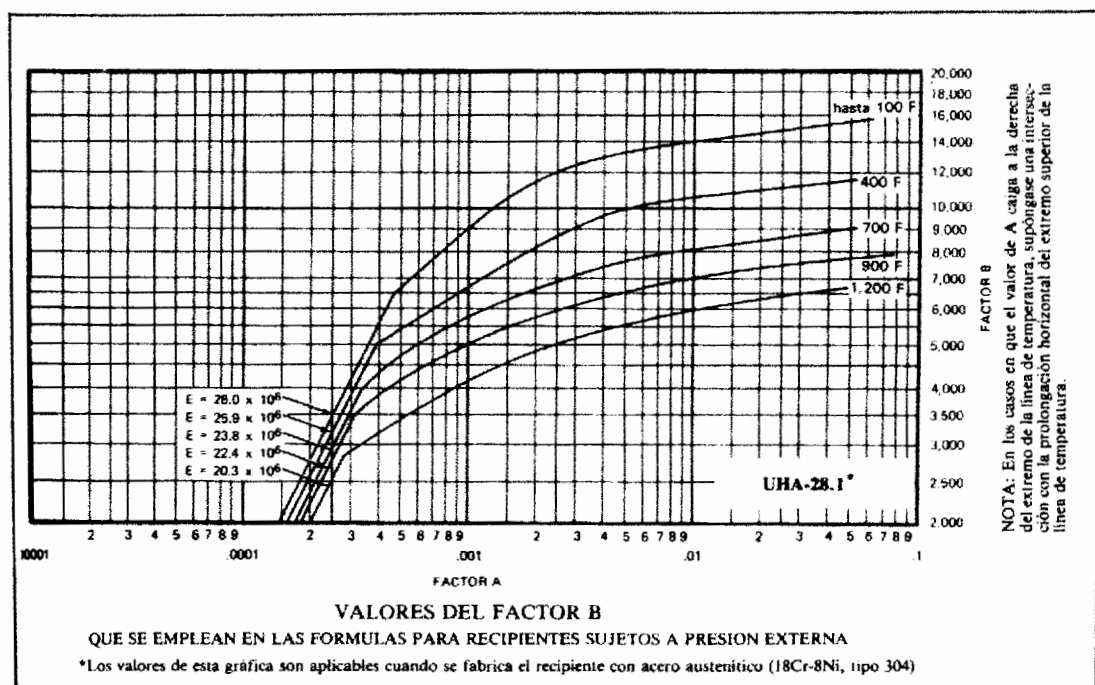
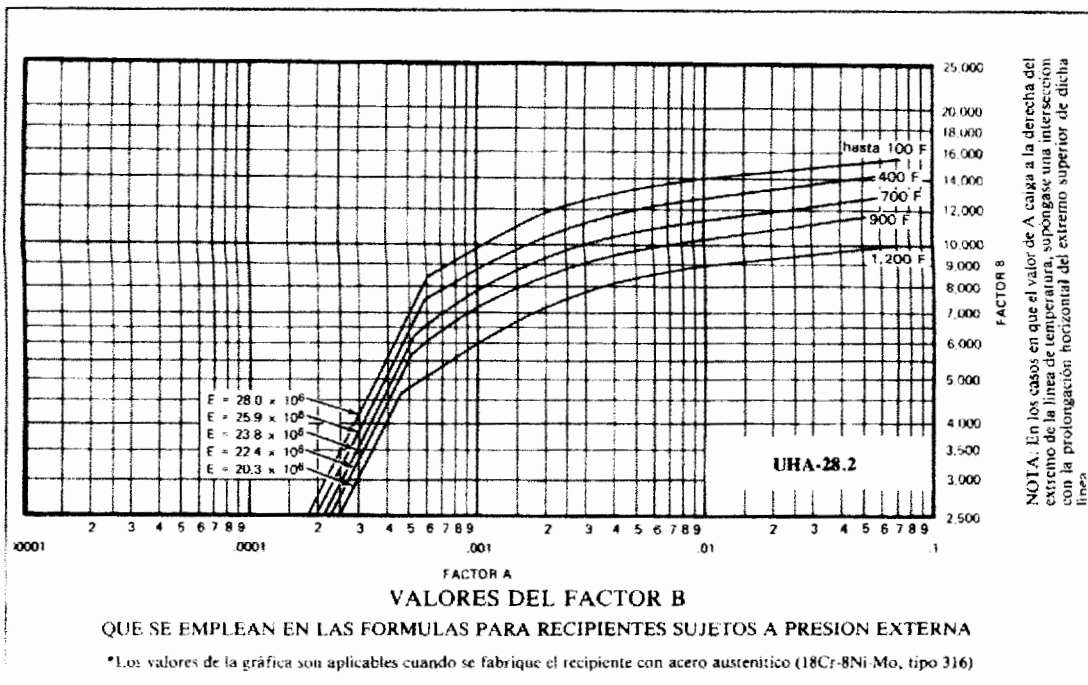
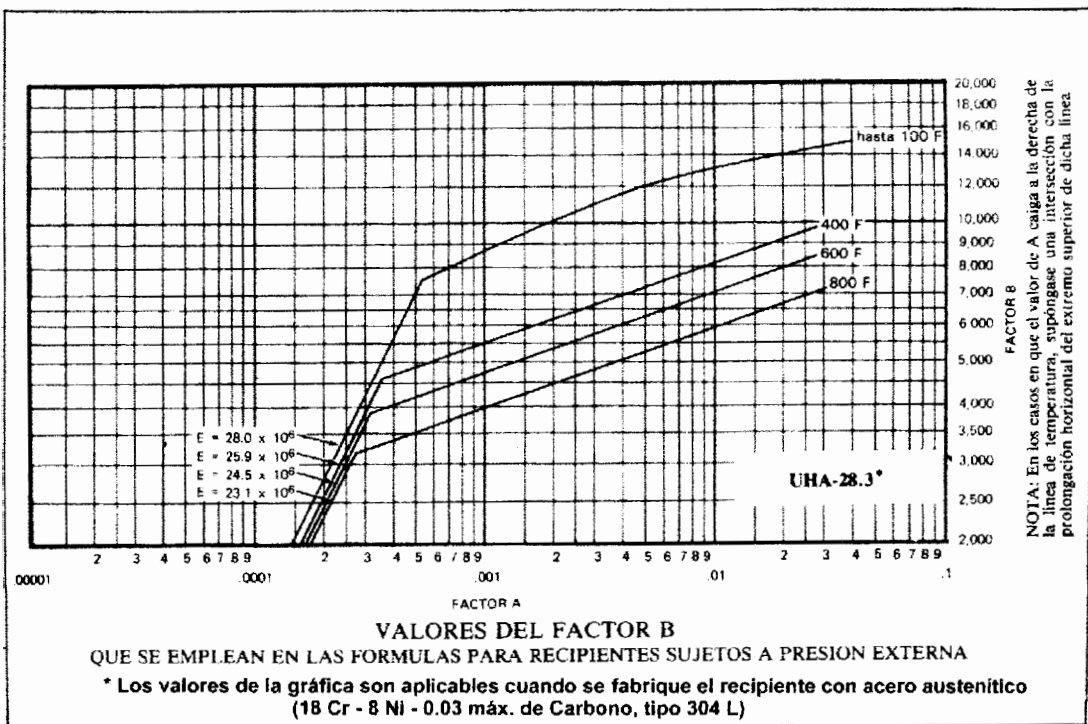


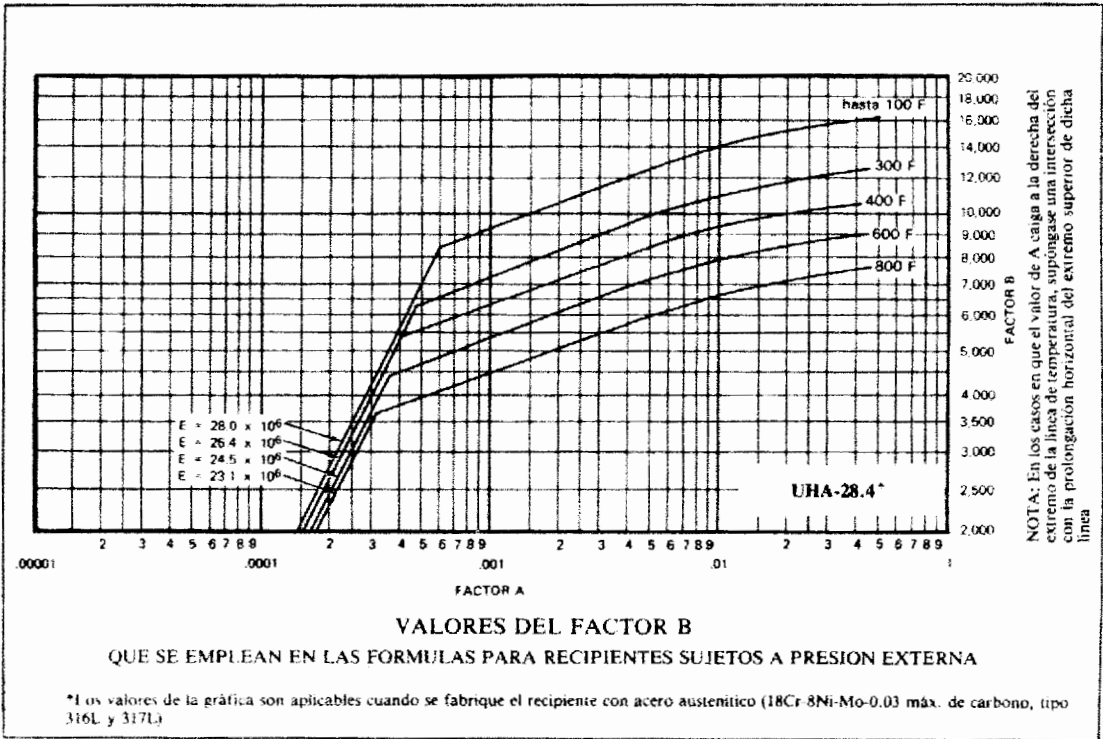
Figura 2.9 Valores para factor B [ref. 1].



**Figura 2.10** Valores para factor B [ref. 1]



**Figura 2.11** Valores para factor B [ref. 1].



**Figura 2.12** Valores para factor B [ref. 1].

## 2.7 DISEÑO DE CASQUETES

Dentro de la gama de variedad de tipos de casquetes que se encuentran reconocidos por la norma ASME tenemos:

- ✓ Cabezas Esféricas o Hemisféricas.
- ✓ Cabezas Elipsoidales o cabezas 2:1
- ✓ Cabezas Cónicas o secciones cónicas.
- ✓ Cabezas ASME bridada y alabeada o TORISFERICA.
- ✓ Cabezas circulares planas.



### 2.7.1 CASQUETE ESFÉRICO.

Este tipo de casquete cuenta con la siguiente forma:

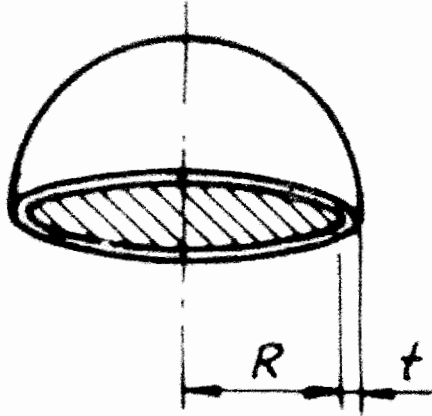


Fig. 2.13 Cabeza esférica.

En el caso que la presión sea Interna:

Cuando en la cabeza esférica actúa una presión interna se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula descrita en la sección UG32 (f):

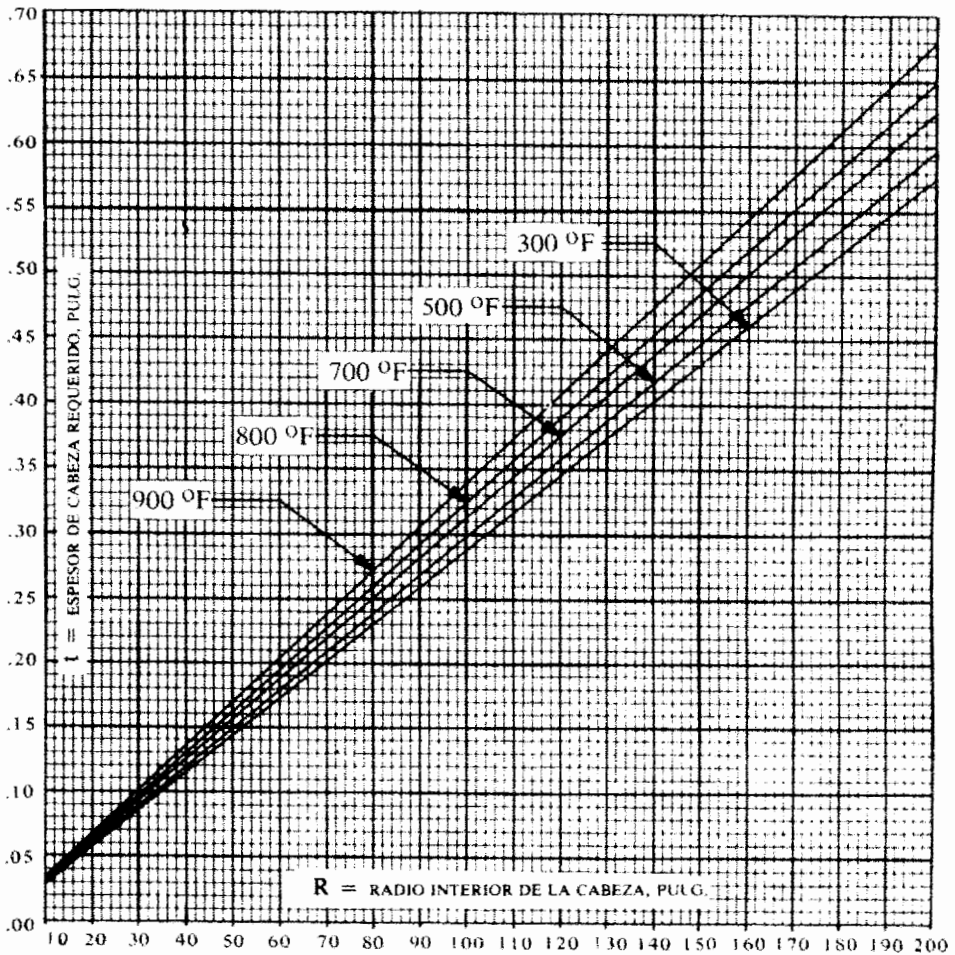
$$t = \frac{PR}{2SE - 0.2P}$$

En el caso que la presión sea Externa:

De la misma manera que determinamos y realizamos el diseño del cilindro para actuar bajo la influencia de la presión externa se procede a estimar un espesor mínimo para la cabeza esférica que se da en la Figura 2.14.

1. A esta tabla se debe ingresar determinando en primera instancia

el diámetro relativo para hacer uso de la tabla en la que R (es el radio relativo) para el caso de cabeza esférica R es igual al radio del recipiente.



**Figura 2.14** Gráfico para estimar el espesor de las cabezas [ref.1].

2. Se ingresa a la Figura 2.14 con el valor del radio relativo y se avanza verticalmente hasta la temperatura del diseño y luego se avanza horizontalmente y se lee el valor de t.

Se calcula el valor del factor A usando la fórmula:  $A = \frac{0.125}{\left(\frac{R}{t}\right)}$ .

3. Una vez determinado el valor del factor A se ingresa a las gráficas del material aplicable en las figuras 2.8, 9, 10, 11 y 12 para interceptar con las líneas de la temperatura en nuestro diseño, determinando así el valor correspondiente al factor B.
4. Al determinar el valor del factor B se puede calcular mediante la fórmula el valor de la presión admisible para la cabeza esférica:

$$P_a = \frac{B}{\left(\frac{R}{t}\right)}$$

5. Si la presión máxima de trabajo permitida  $P_a$ , calculada por la fórmula anterior, es menor que la presión de diseño, debe tomarse un valor de espesor más grande y repetir el procedimiento para el cálculo.

\*Para los valores del factor A que caigan a la izquierda de la línea de temperatura aplicable, el valor de  $P_a$  puede calcularse por la fórmula:

$$P_a = \frac{0.0625 E}{\left(\frac{R}{t}\right)^2}$$

### 2.7.2 CASQUETE ELIPSOIDAL.

Este es otro tipo de variedad en lo que respecta a las cabezas para recipientes bajo presión.

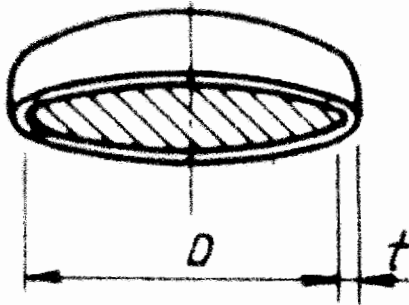


Fig. 2.15 Cabeza elíptica.

En el caso que la presión sea Interna:

Par este caso como en los anteriores el diseño y determinación del espesor es muy sencillo ya que tan solo se requiere de la siguiente fórmula para calcularlo de acuerdo a la sección UG32(d):

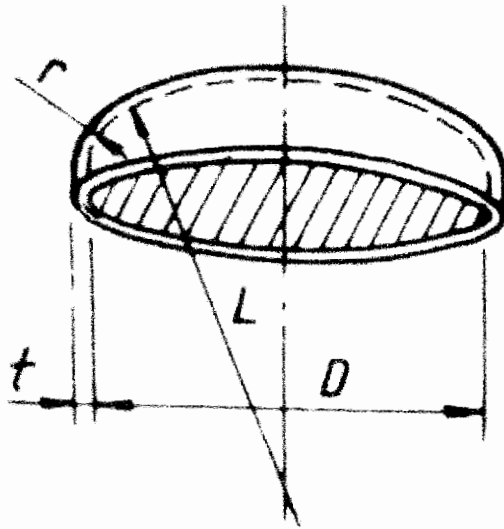
$$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P}$$

En el caso que la presión sea Externa:

Para el caso de cabezas elipsoidales inmersas en una presión externa se sigue exactamente el mismo procedimiento que para cuando tenemos cabezas esféricas con la única variante que al radio relativo se lo calcula de la siguiente manera:  $R = 0.9 D$  y resto de la misma manera.

### 2.7.3 CASQUETE TORISFÉRICO.

A este tipo de cabeza se la denomina también cabeza ASME bridada y alabeada. El diseño de este tipo de cabeza la hacen muy particular ya que su altura es mucho menor que las dos anteriores pudiendo así ocupar menos espacio a lo largo, como se muestra en la figura a continuación. Otra de las particularidades de este diseño es que introduce dos conceptos adicionales a los anteriores como son el radio del plato que se lo denota con la letra  $L$ , y el radio de curvatura que se lo denomina con la letra  $r$ .



**Fig. 2.16** Cabeza torisférica o cabeza ASME

En el caso que la presión sea Interna:

Para realizar el diseño de una cabeza torisférica se debe primero que nada realizar el cociente entre  $L/r$  y determinar este valor ya que

debido a este se debe de aplicar una de las formula que se darán a continuación como se detalla en la sección UG32(e):

1) Cuando  $L/r = 16 \frac{2}{3}$

$$t = \frac{0.885 P L}{SE - 0.1P}$$

2) Cuando  $L/r$  es menor que  $16 \frac{2}{3}$

$$t = \frac{P L M}{2SE - 0.2P}$$

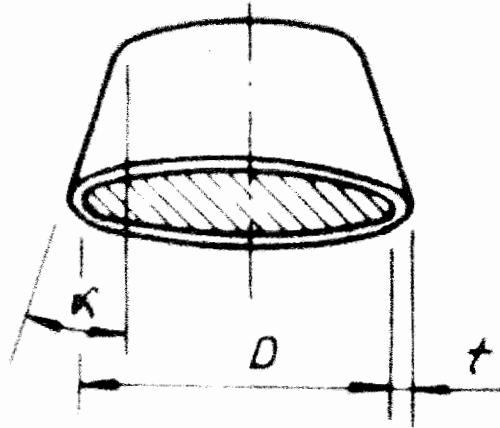
Donde el factor "M" es igual a:  $M = 1/4 \left( 3 + \sqrt{L/r} \right)$

En el caso que la presión sea Externa:

Para calcular las cabezas torisféricas lo único en lo que cambia del calculo de las cabezas esféricas y de las cabezas elipsoidales es el cálculo del radio relativo el cual para este caso es igual a:  $R = D$ , y el resto se calcula de misma manera.

#### **2.7.4 CASQUETE CÓNICO.**

Una variedad más para el tipo de cabeza es la cónica la cual se muestra a continuación en la siguiente ilustración:



**Fig. 2.17** Cabeza Cónica o sección cónica.

En donde  $\alpha$  es la mitad del ángulo en el vértice, no mayor a  $30^\circ$ .

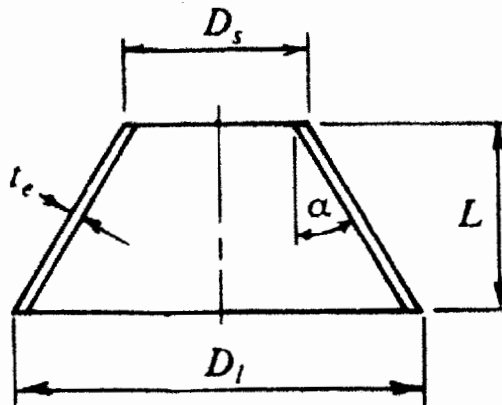
En el caso que la presión sea Interna:

Para este caso se aplicará la siguiente fórmula para determinar el espesor de la cabeza cónica o de la sección cónica como lo dispone las normas de ASME en su sección UG32(g):

$$t = \frac{P D}{2 \cos \alpha (SE - 0.6P)}$$

En el caso que la presión sea Externa:

Cuando se diseña secciones cónicas o conos como tapas en recipientes a presión se debe seguir los siguientes pasos:



**Fig. 2.9** Esquema para variables en la sección cónica.

Cuando el valor de  $\alpha$  es igual o menor de  $60^\circ$  y  $D_l/t_e \geq 10$

Se debe estimar un valor para el espesor,  $t_e$  donde  $t_e = t \cos \alpha$

Determinar los valores respectivos de  $L_e$ ,  $t_e$ , y las relaciones de  $L_e/D_l$  y  $D_l/t_e$ . Donde  $L_e = (L/2)(1 + D_s/D_l)$ .

Tomar los valores correspondientes para  $L_e/D_l$  en la gráfica del código UGO-28, Figura 2.6 siguiendo horizontalmente hasta la línea que representa a  $D_l/t_e$ . Desde el punto de intersección siga verticalmente para determinar el factor A.

En la gráfica del material aplicable tome el valor de A y siga verticalmente hasta la línea de temperatura aplicable. Desde la intersección siga horizontalmente y lea el valor de B.

Calcule la Presión admisible  $P_a$ . donde:



$$P_a = \frac{4 B}{3 \left( \frac{D_i}{t_e} \right)}$$

Si la presión admisible es menor que la presión de diseño el procedimiento debe repetirse aumentando el espesor ( $P_a < P$ ).

En los casos en que los conos tengan una relación  $D/t$  menor de 10, se debe aplicar la norma UG-33(f) (b).

Cuando  $\alpha$  es mayor de  $60^\circ$  el espesor de los conos será el mismo que el que se requiera para una cabeza plana cuyo diámetro sea igual al diámetro exterior más grande del cono.

### 2.7.5 CASQUETE DE TAPAS PLANAS.

En el caso de las cabezas circulares planas el diseño se lo puede efectuar tanto para presión interna como para presión externa.

Existen dos formas para determinar los espesores de las tapas planas;

Cuando se escoge del tipo A:

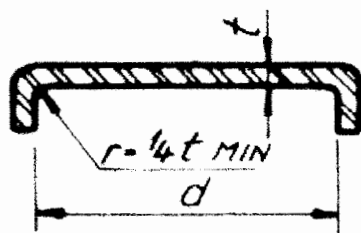


Fig. 2.19 Tapa tipo A

La tapa circular plana se la diseña mediante la siguiente fórmula como lo detalla el código en la sección UG34(d)(bosquejo d):

$$t = d \sqrt{\frac{0.13 P}{S E}}$$

En donde  $d$  no debe exceder de 24 plgs. Y el espesor resultante de la tapa dividido para el diámetro no debe ser mayor de 0.25 y menor de 0.05 y también el espesor de la tapa no debe ser menor que el espesor del cilindro.

Para las tapas del tipo B, C y D como se muestran en la figura se las diseñará mediante el siguiente procedimiento:

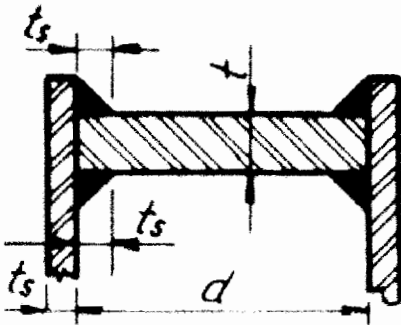


Fig. 2.20 Tapa tipo B

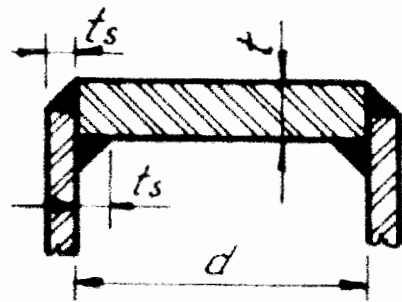


Fig. 2.21 Tapa tipo C

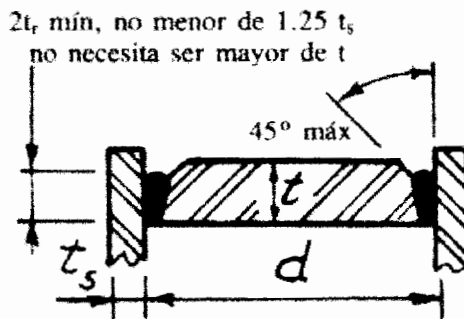


Fig. 2.22 Tapa tipo D

La fórmula para calcular los espesores de las tapas ilustradas anteriormente y que constan en el código UG34 (d)(bosquejos (e) (f) y (g)) son:

$$t = d \sqrt{\frac{C P}{S E}}$$

Donde  $C = 0.33*(t_r / t_s)$  y los valores de  $t_r$  y  $t_s$  corresponden a los espesores de pared requerido sin costura para el cilindro y espesor de cilindro real respectivamente.

Se debe revisar que el valor que corresponde a C no debe ser menor de 0.20.

## 2.8 DISEÑO DE LAS ABERTURAS

### 2.8.1 CONSIDERACIONES PARA LAS ABERTURAS.

Debemos considerar como primer punto cual es la forma que pueden tomar las aberturas en los recipientes a presión las cuales son: circulares, elípticos y oblongos. Una abertura oblonga es la que está formado por dos lados paralelos y extremos circulares.

Para el tamaño de las aberturas estas no tienen restricción de tamaño, pero cuando una abertura en la cabeza de un casco cilíndrico sea mayor de la mitad del diámetro interior de la cabeza, se recomienda usar secciones de reducción del casco



en lugar de cabezas (cabezas cónicas).

Todos los recipientes sujetos a presión que contendrán aire comprimido y aquellos sometidos a corrosión interna, erosión o abrasión mecánica, deben proveerse de una abertura para hombres (Manhole), un registro para la mano u otras aberturas de inspección para ser revisados y limpiados.

La ubicación preferible de las aberturas pequeñas es en cada cabeza o cerca de cada cabeza.

En lugar de tener dos aberturas pequeñas puede tenerse una sola abertura, siempre que sea de tamaño tal y esté ubicada en tal forma que permita por lo menos tener una visión igual del interior.

El espesor de pared del cuello de una tobera u otra conexión que se utilice como abertura de acceso o de inspección no debe ser menor que el espesor calculado para las cargas que soporta, más el margen por corrosión.

### **2.8.2 DISEÑO DE LOS REFUERZOS EN LAS ABERTURAS.**

Para los refuerzos en las aberturas las normas hacen las siguientes consideraciones:

Las aberturas soldadas, sencillas, no sujetas a fluctuaciones rápidas de presión, no requieren de refuerzo si no son mayores

que:

El tamaño de un tubo de 3 pulg. en un recipiente de pared de 3/8 de pulg. o menos

El tamaño de un tubo de 2 pulgadas en un recipiente de pared mayor de 3/8 de pulg. [Norma UG-36 (c)(3)]

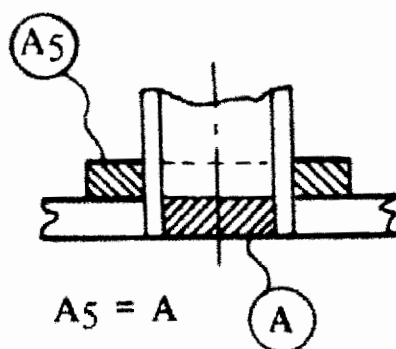
Las aberturas mayores de las mencionadas deben reforzarse.

Las reglas para el refuerzo de aberturas están tomadas de la norma UG-36 a UG-44, y se aplican primordialmente a aberturas que no excedan de las siguientes dimensiones:

Para recipientes de más de 60 pulg. de diámetro: un tercio del diámetro del recipiente, pero sin exceder de 40 pulg. A las aberturas mayores debe dárseles atención especial como se describe en el Apéndice del Código 1-7.

A continuación se da una explicación breve del diseño del refuerzo para entender mejor el procedimiento que se describe más adelante de acuerdo con la norma UG-37.

El requisito básico es que en torno a la abertura, el recipiente debe reforzarse con una cantidad de metal igual a la que se quitó para hacer la abertura. El refuerzo puede formar parte del recipiente y de la boquilla en forma integral, o bien puede ser un parche adicional (como en Fig. 2.14).



**Fig. 2.23** Refuerzo para aberturas.

Sin embargo, esta regla sencilla necesita de consideraciones extras, de acuerdo con lo siguiente:

No es necesario reponer la cantidad total de metal que se eliminó, sino sólo la cantidad requerida para resistir la presión interna ( $A$ ). El espesor requerido del recipiente en las aberturas, generalmente es menor que en otros puntos del cilindro o la cabeza.

La placa que se emplea y el cuello de la boquilla son por lo general de mayor espesor que el que se requería para el cálculo. Este exceso que hay en la pared del recipiente ( $A_1$ ) y el que hay en la pared de la boquilla ( $A_2$ ) sirven como refuerzo. De modo semejante pueden tomarse también como refuerzo la extensión interior de la abertura ( $A_3$ ) y el área del metal de la soldadura ( $A_4$ ).

El esfuerzo debe estar comprendido dentro de ciertos límites.

El área total del refuerzo debe aumentar en forma proporcional si su valor de esfuerzo es más bajo que el de la pared del recipiente.

El requisito de área del refuerzo debe satisfacer para todos los planos que pasen por el centro de la abertura y sean normales a la superficie del recipiente.

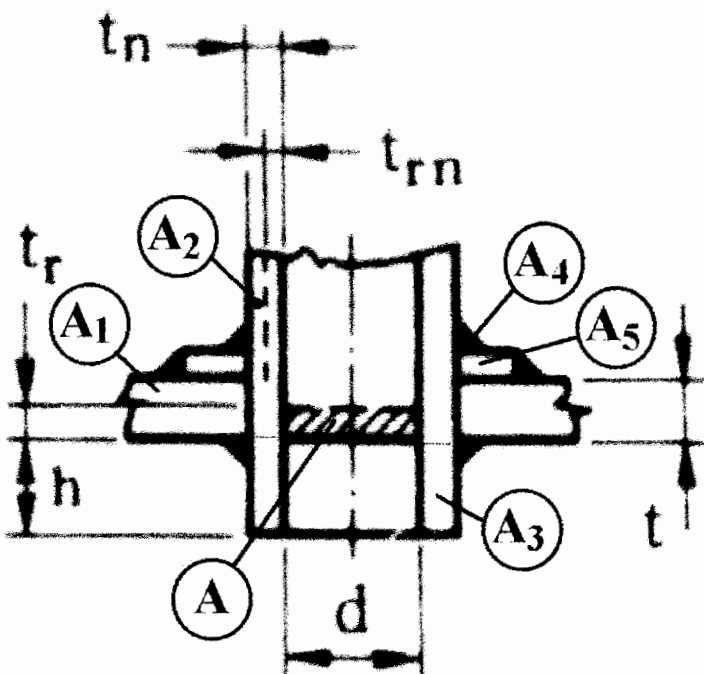


Fig. 2.24 Ubicación de las diferentes áreas.

El área de sección transversal requerida para el esfuerzo será entonces:

El área requerida en el cilindro o la cabeza para resistir la presión interna, (A).

$$A = d \times t_r$$

De esta área se restan las áreas excedentes disponibles dentro del límite ( $A_1 A_2 A_3 A_4$ ). Donde:

$$A_1 = (t - t_r)d \text{ ó } (t - t_r)(t_m + t) \times 2 \quad \text{el que sea mayor}$$

$$A_2 = (t_n - t_m) \times 5t \text{ ó } (t_n - t_m) \times 5t_n \quad \text{el que sea menor}$$

$$A_3 = (t_n - c) \times 2h$$

$$A_4 = \text{área de la soldadura} \quad \text{interior y/o exterior}$$

Si la suma de las áreas disponibles para el refuerzo ( $A_1 + A_2 + A_3 + A_4$ ) es igual o mayor que el área que debe reponerse ( $A$ ), la abertura está reforzada adecuadamente. De lo contrario debe complementarse la diferencia por un parche de refuerzo ( $A_5$ ) es decir que al escoger previamente el espesor del refuerzo, el área resultante de la diferencia entre  $A$  y la suma de  $A_1 + A_2 + A_3 + A_4$  se la divide para el espesor que ya mencioné y se obtiene es diámetro adicional al de la abertura que se debe incrementar.

Para el caso de presión externa lo único que cambia es el valor

correspondiente a  $A = \frac{d \times t_r}{2}$ .



# CAPÍTULO III

## DISEÑO SEGÚN LA ORIENTACIÓN DEL RECIPIENTE

La orientación del tanque como debemos imaginarnos se da en dos sentidos los cuales son de manera vertical y de manera horizontal.

Dentro de la orientación se analizará los diferentes factores que influyen en el diseño de éstos y así como también los diferentes accesorios que éstos deben tener para cumplir con las normas que exige el AMSE.

### **3.1 RECIPIENTES VERTICALES.-**

Los recipientes altos, conocidos en la industria química como columnas de procesos cilíndricas altas, construidas hoy en día, son auto-soportadas sobre cascarones cilíndricos o cónicos (faldones) con una base en forma de aro descansando en una fundición de concreto y firmemente fijado a la fundición por medio de pernos de anclaje empotrados en el concreto como lo dispone el código en el apéndice **G5**. Básicamente son diseñadas como vigas en voladizo.

Las dimensiones principales de una columna para procesos, su longitud y su diámetro, tanto como la presión y la temperatura, las conexiones y demás están determinadas por la ingeniería de procesos y traspasada a la ingeniería de diseño en una hoja de datos analítico con un bosquejo de la columna de procesos, incluyendo todas las

especificaciones del material y corrosión permisible seleccionada por un ingeniero.

El ingeniero mecánico responsable del diseño de torre de proceso, se encargará de los cálculos del espesor de cascarón, construcción de los soportes, y el tamaño de los pernos de anclaje, tanto como un trazado ingenieril mostrando todos los detalles de la estructura.

### **3.1.1 DISEÑO SEGÚN LAS CARGAS DE VIENTO.**

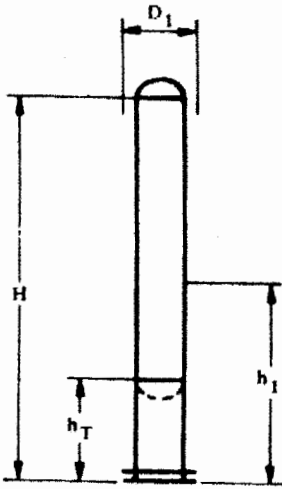
Este diseño se lo hace para un lugar específico en el cual va a ser ubicado el recipiente finalmente es decir la región en el Ecuador en la que el recipiente va a operar. A continuación detallaremos como se debe proceder para realizar el cálculo del diseño por cargas de viento para una región específica:

Primero que nada se debe escoger en que parte o región del mapa del Ecuador que se muestra en la Fig. 3.1 se va a ubicar el recipiente.

Lo siguiente es determinar la presión que el viento ejercerá sobre nuestro recipiente de acuerdo con la norma ASA A58.1-955.

$$P_w = 0.0025 V_w^2 \text{ donde: } V_w \text{ está en mph. y } P_w \text{ está dado en lb/pie}^2$$





Espeor requerido por flexión longitudinal debido a la presión del viento. Momento en la base (M):

$$P_w \times D_1 \times H = V \times h_1 = M$$

Momento en la costura inferior ( $M_T$ ):

$$M_T = M - h_T (V - 0.5 P_w D_1 h_T)$$

Espeor Requerido:

$$t = \frac{M_T}{R^2 \pi S E}$$

Fig. 3.2 Recipiente vertical

Este espeor que obviamente será mayor que el que nosotros obtenemos por la presión interna se deberá incrementar paulatinamente conforme se va ascendiendo en el recipiente vertical.

### 3.1.2 DISEÑO SEGÚN SU OSCILACION.

Debido al viento, las torres altas vibran. El período de vibración debe limitarse, ya que los períodos naturales de vibración largos pueden conducirse a falla por fatiga. El período permitido se ha calculado en base a la deflexión máxima permitida. En estas tesis y en el software no se examina la llamada vibración armónica, ya que en la forma en que se instalan usualmente las artesas y sus soportes, impiden que se originen este problema.

Para determinar si nuestra torre fallará por fatiga determinaremos los períodos máximos y admisibles de nuestro recipiente de la siguiente manera:

$$T = 0.0000265 \left( \frac{H}{D} \right)^2 \sqrt{\frac{w D}{t}} ; \text{Período de Vibración Real.}$$

$$T_a = 0.80 \sqrt{\frac{W H}{V g}} ; \text{Período Máximo de Vibración.}$$

Se debe asegurar que el período admisible no sea mayor que el real ya que de lo contrario el recipiente podría colapsar por falla de fatiga.

### 3.1.3 DISEÑO DEL FALDÓN.

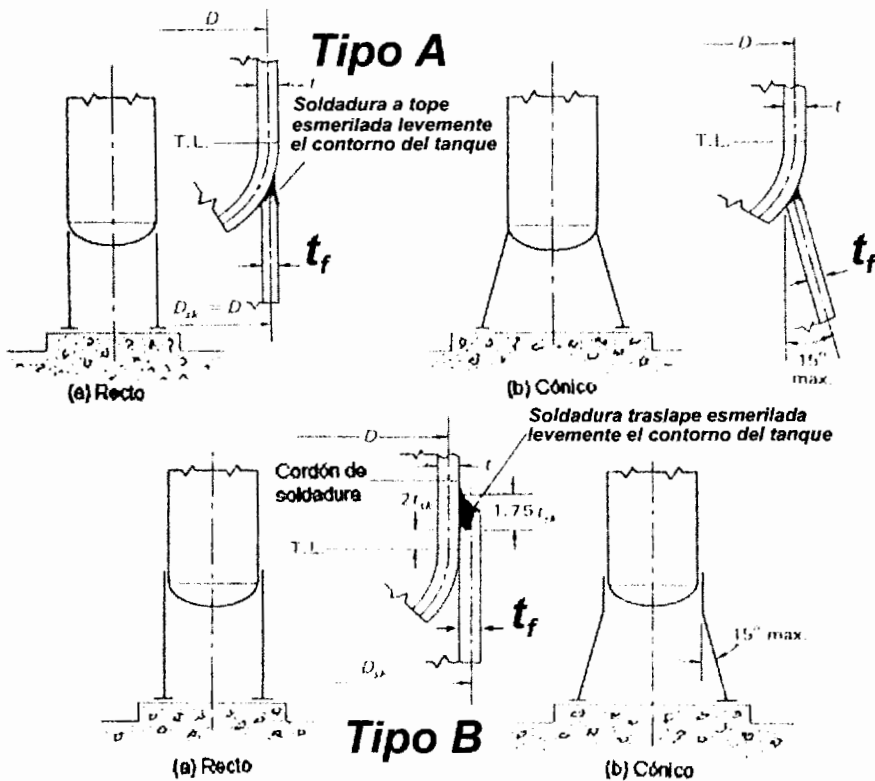
De acuerdo al código y las normas ASME, los cálculos del espesor del faldón están basados en los esfuerzos principales debidos a la presión de diseño, más el peso propio de la estructura, más la carga de viento. Debido a que los esfuerzos longitudinales se van incrementando desde el extremo superior al inferior, el espesor del faldón deberán incrementarse también según la altura del tanque, donde la suma de los esfuerzos longitudinales se hacen mayores que los esfuerzos circunferenciales.

Los esfuerzos calculados consideran los efectos de cada carga separadamente. Los esfuerzos tangenciales (circunferenciales) debidos a la presión y los esfuerzos longitudinales combinados son

comparados con los valores de los esfuerzos permisibles del Código en tensión o compresión permitidos a la temperatura de diseño.

Los faldones son soldados directamente al cabezal inferior del recipiente, como lo muestra la figura 3.2. Los factores que determinan el espesor del faldón  $t_f$  se calculan como se indica en la siguiente fórmula:

$$t_f = \frac{12 M_t}{R^2 \pi SE} + \frac{W}{D \pi SE}$$



**Figura 3.3** Tipos de faldones y tipos de juntas.

Los tipos de eficiencia para el faldón se escoge entre dos opciones de soldaduras como se muestra en la figura anterior.

Los valores correspondientes para la soldadura a tope Tipo A es de 0.6 y la soldadura a traslape Tipo B es 0.45.

#### **3.1.4 DISEÑO DE LA CANTIDAD Y DIÁMETRO DE LOS PERNOS.**

Los recipientes auto-soportados deber ser sujetos a la fundición de concreto por medio de pernos de anclaje empotrados para prevenir el volcamiento o tambaleo excesivo por cargas de viento u oscilación.

Para calcular los esfuerzos tensiles en los pernos y su tamaño requerido, existen tres métodos que pueden ser aplicados para determinar el diámetro y número de pernos requeridos: (1) el método simplificado o aproximado, usando consideraciones generales de diseño e ignorando efectos dinámicos y la precarga inicial de los pernos; (2) un método más completo, considerando la precarga en los pernos; y (3) despreciando la precarga inicial en los pernos. El método (2) es el más exacto, sin embargo despreciando un pequeño factor en el mismo, se llega a la misma deducción realizada por (1). Aunque es cierto que dicho factor marca la diferencia, ésta se compensa al aproximar los diámetros seleccionados, a los que están disponibles en el mercado. El (3) es un poco más complejo y no vale la pena tratarlo.

***El método simplificado o aproximado.***

Un método simple para el diseño de los pernos de anclaje consiste en suponer un anillo de diámetro igual al del círculo de los pernos.

El área requerida de los pernos se calcula para la condición de torre vacía.

Valores como **M** (momento por carga de viento), **W** (peso del recipiente), **A<sub>B</sub>** (área dentro del círculo de pernos) y **C<sub>B</sub>** (circunferencia del círculo de los pernos) ya se los debe conocer o por el contrario se los debe asumir o aproximar de acuerdo a nuestro diseño.

La forma de diseñar la cantidad y números de pernos se la realiza de la siguiente manera:

- 1) Se determina la tensión máxima por medio de la fórmula:

$$T = \frac{12M}{A_B} - \frac{W}{C_B}$$

- 2) Luego de acuerdo a la Tabla 3.II que se encuentra abajo se determina el número de pernos, y al tener el número de pernos se escoge en la Tabla 3.III el tipo de material a utilizar y por ende el esfuerzo aplicable.
- 3) Con estos datos se obtiene el área requerida para un solo perno

mediante la fórmula:  $B_A = \frac{T C_B}{S_B N}$ .

- 4) De la Tabla 3.I se determina el diámetro de los pernos. A este diámetro se le debe sumar 1/8 de pulgada por concepto de "factor de



corrosión".

- 5) Al final se debe de comprobar que la cantidad y el diámetro que se han escogido soporten nuestro recipiente mediante la fórmula:

$$S_B = \frac{T C_B}{B_A N}$$

| TABLA A          |  |                 |                |
|------------------|--|-----------------|----------------|
| Tamaño del perno | Área en la raíz del perno, pulg <sup>2</sup> | Dimensión, pulg |                |
|                  |  | l <sub>2</sub>  | l <sub>3</sub> |
|                  |  | 1/2             | 0.126          |
| 5/8              | 0.202  | 1               | 3/4            |
| 3/4              | 0.302  | 1-1/8           | 13/16          |
| 7/8              | 0.419  | 1-1/4           | 15/16          |
| 1                | 0.551  | 1-3/8           | 1-1/16         |
| 1 1/8            | 0.693  | 1-1/2           | 1-1/8          |
| 1 1/4            | 0.890  | 1-3/4           | 1-1/4          |
| 1 3/8            | 1.054  | 1-7/8           | 1-3/8          |
| 1 1/2            | 1.294  | 2               | 1-1/2          |
| 1 5/8            | 1.515  | 2-1/8           | 1-5/8          |
| 1 3/4            | 1.744  | 2-1/4           | 1-3/4          |
| 1 7/8            | 2.049  | 2-3/8           | 1-7/8          |
| 2                | 2.300  | 2-1/2           | 2              |
| 2 1/4            | 3.020  | 2-3/4           | 2-1/4          |
| 2 1/2            | 3.715  | 3-1/16          | 2-3/8          |
| 2 3/4            | 4.618  | 3-3/8           | 2-5/8          |
| 3                | 5.621  | 3-5/8           | 2-7/8          |

\* Para pernos con rosca estándar.

**Tabla 3.I** Área de un perno, l<sub>2</sub> y l<sub>3</sub>.

| TABLA B<br>NUMERO DE PERNOS DE ANCLAJE    |        |        |
|---|--------|--------|
| Diámetro del círculo base de pernos, pulg | Mínimo | Máximo |
| 24 a 36                                   | 4      | 4      |
| 42 a 54                                   | 8      | 8      |
| 60 a 78                                   | 12     | 12     |
| 84 a 102                                  | 12     | 16     |
| 108 a 126                                 | 16     | 20     |
| 132 a 144                                 | 20     | 24     |

**Tabla 3.II** Cantidad de pernos.

| TABLA C<br>ESFUERZOS MAXIMOS PERMITIDOS<br>PARA PERNOS USADOS COMO ANCLAS |                            |   |
|---|----------------------------|---|
| Número de especificación  | Diámetro, pulg             | Máx. Esf. permitido, lb/pulg <sup>2</sup> |
| SA 325  | Todos los diámetros        | 15,000                                    |
| SA 193 B 7  | 2 1/2 y menores            | 18,000                                    |
| SA 193 B16  | 2 1/2 y menores            | 18,000                                    |
| SA 193 B 7  | Más de 2 1/2 hasta 4 incl. | 16,000                                    |
| SA 193 B16  | Más de 2 1/2 hasta 4 incl. | 15,700                                    |

**Tabla 3.III** Esfuerzos de Pernos

### 3.1.5 DISEÑO DEL ANILLO DE ASIENTO.

Para el diseño del anillo del asiento primero que nada se deberá hacer las siguientes consideraciones:

1. La superficie de asiento del anillo de la base debe ser suficientemente grande para que la carga se distribuya uniformemente en la cimentación de concreto y no se rebase así la capacidad de carga de ésta.
2. El espesor del anillo de la base debe resistir el esfuerzo flexionante inducido por viento o por una oscilación.

A continuación daremos el procedimiento que es aplicable para el diseño del anillo de la base.

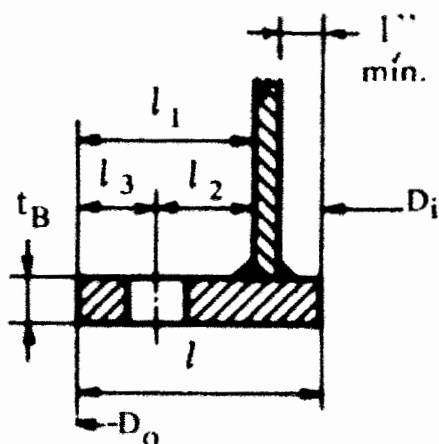


Figura 3.4 Detalles del anillo base

Como en nuestro diseño previamente ya hemos determinado los valores correspondientes al peso, momento, número y diámetro de los pernos de

anclaje, y dimensiones mínimas para los valores de  $l_2$ ,  $l_3$  y  $l_1$ , como se muestra en la figura y que están dados en la Tabla 3.I de la sección de la selección de pernos.

Al tener en cuenta estos datos podemos proceder a calcular la compresión máxima que se da por medio de la fórmula:

$$P_c = \frac{12M}{A_s} + \frac{W}{C_s}, \text{ donde } A_s \text{ es el área comprendida dentro del faldón, y}$$

$C_s$  es la circunferencia sobre el D.E. del faldón.

Luego de haber calculado la compresión máxima se procede a estimar

el ancho aproximado del anillo base, en pulgadas:  $t = \frac{P_c}{f_b}$ , después se

determina el ancho aproximado del anillo base hay que tomar en cuenta los valores mínimos que se dan en la Tabla 3.I de pernos, de lo contrario se tomarán los valores de la Tabla 3.I.

El ancho aproximado del anillo base se lo calcula mediante la fórmula:

$t_b = 0.32l_1$ , y es así como se obtiene el espesor del anillo base.

Al final se procede a comprobar si no exceden los esfuerzos permisibles mediante las siguiente fórmulas:

Esfuerzo de Apoyo:  $S_1 = \frac{P_c C_s}{A_R}$ ; donde  $A_R$  es el área del anillo de la

base es decir que es igual a  $0.7854 (D_o^2 - D_i^2)$

$$\text{Esfuerzo Flexionante: } S_2 = \frac{3 \times S_1 l_1^2}{t_B}$$

### **3.2 RECIPIENTES HORIZONTALES.**

Idealmente, los soportes de asiento para envases horizontales deben ser localizados para causar los mínimos esfuerzos en el cascarón y sin requerir algún refuerzo adicional como hace referencia el código en el apéndice **G6**. La mayoría de los tanques cilíndricos horizontales están soportados por dos asientos, preferiblemente con un ángulo de  $120^\circ$  de contacto, usualmente en columnas de concreto; algunas veces el tanque puede resistir directamente en dos fundiciones de concreto. Cualquier asentamiento de la estructura soporte no cambia la distribución de la carga por asiento.

El espesor del cascarón cilíndrico está determinado por el esfuerzo tangencial debido a la presión de diseño. Ya que el máximo esfuerzo longitudinal ( $PR/2t$ ) es solamente la mitad del máximo esfuerzo tangencial, una mitad del espesor del cascarón está disponible para el esfuerzo de flexión longitudinal debido al peso u otras cargas en la mitad del recipiente o en el plano de los asientos, asumiendo que el recipiente se autosoporta como una viga. La carga es transferida del cascarón. Su intensidad cambia con la distancia de los asientos desde

los extremos que refuerzas el cascarón con su propia rigidez. La solución analítica exacta de los refuerzos localizados en el cascarón sobre los asientos sería dificultosa. El análisis aproximado más frecuentemente utilizado está en los subcapítulos siguientes.

### **3.2.1 LOCALIZACIÓN DE LOS ASIENTOS.**

El uso de solamente dos asientos es preferido sobre el uso de sistema de soporte múltiples por razones de estática y económicas, inclusive si el diseño del recipiente amerite el uso de anillos rigidizadores. La localización de los asientos por debajo de tanque, está determinado muchas veces, por la posición de las aberturas, sumideros, etc. Si este no es el caso entonces los asientos pueden localizarse en puntos estáticamente óptimos. Los tanques de paredes delgadas con grandes diámetros se encuentran mejor soportadas cerca de sus cabezales a fin de aprovechar el efecto rigidizador de los mismos. Los recipientes largos de paredes gruesas están mejor soportados donde los máximos esfuerzos longitudinales debido a flexión en los apoyos es cercanamente igual a los esfuerzos en la mitad del recipiente. Este punto varía con el ángulo de contacto de los asientos. La distancia entre las líneas tangenciales a los cabezales y el asiento por ninguna razón deben ser mayor de 0.2 veces la longitud del recipiente  $L$ .

El ángulo de contacto mínimo sugerido por el código de la ASME es  $120^\circ$  excepto para envases muy pequeños.

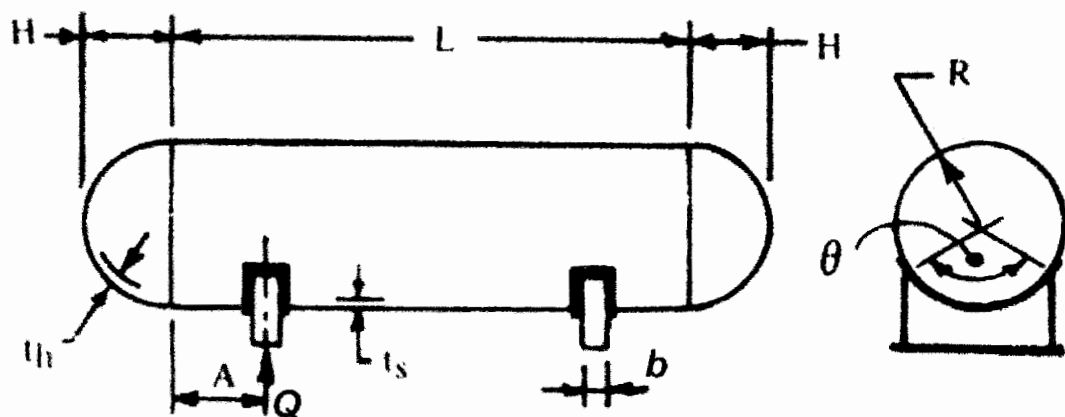


Fig. 3.5 Localización de los asientos.

### 3.2.2 ESFUERZOS LONGITUDINALES MÁXIMOS DE FLEXIÓN.

Un recipiente horizontal descansando en dos soportes puede ser analizado como una viga resistiendo la carga uniforme del peso del envase y su contenido por flexión.

- ✓  $S_1$ , flexión longitudinal en los soportes sin rigidizadores, tensión ( $M_1$  en Lb-plg).

$$S_1 = + \frac{QA \left( 1 - \frac{1 - \frac{A}{L} + \frac{R^2 - H^2}{2AL}}{1 + \frac{4H}{3L}} \right)}{K_1 R^2 t_s}$$

- ✓  $S_2$ , flexión longitudinal en los soportes sin rigidizadores, compresión

$$S_2 = + \frac{QA \left( 1 - \frac{1 - \frac{A}{L} + \frac{R^2 - H^2}{2AL}}{1 + \frac{4H}{3L}} \right)}{K_8 R^2 t_s}$$

✓  $S_3$ , flexión longitudinal a mitad del tanque.

$$S_3 = + \frac{\frac{QL}{4} \left( \frac{1 + 2 \frac{R^2 - H^2}{L^2}}{1 + \frac{4H}{3L}} - \frac{4A}{L} \right)}{\pi R^2 t_s}$$

Para todos los valores correspondientes a K se encuentran en la Tabla 3.II a continuación y depende del ángulo de contacto.

En tensión  $S_1$  o  $S_3$  más el esfuerzo debido a la presión interna  $PR/2t_s$  no debe exceder el esfuerzo permisible del material del cascarón por la eficiencia de junta.

En compresión el esfuerzo debido a la presión interna menos  $S_2$  o  $S_3$ , no debe ser mayor que la mitad del punto de fluencia a compresión del

material o que el valor dado por:  $\leq \left( \frac{E}{29} \right) \left( \frac{t}{R} \right) \left[ 2 - \left( \frac{2}{3} \right) (100) \left( \frac{t}{R} \right) \right]$ ; donde E

representa el módulo de elasticidad del material.

Se debe tener las siguientes precauciones:

1. Cuando la flexión longitudinal en la mitad del tanque es excesiva, aleje de los cabezales; por lo tanto no exceda  $A \geq 0.2L$ .

2. Cuando la flexión longitudinal en los apoyos es excesiva, mueva los apoyos hacia los cabezales.
3. Si la flexión longitudinal es excesiva tanto en la mitad del tanque como en los apoyos, adicione anillos rigidizadores. Si aún los esfuerzos son excesivos, aumente el espesor del cascarón.



VALORES DE LA CONSTANTE K  
(Para valores intermedios es necesario interpolar)

\* $K_1 = 3.14$  si el casco está atiesado por anillo o cabecera ( $A < R/2$ )

| ANGULO DE CONTACTO $\theta$ | $K_1$ * | $K_2$ | $K_3$    | $K_4$ | $K_5$ | $K_6$   | $K_7$ | $K_8$ |
|-----------------------------|---------|-------|----------|-------|-------|---------|-------|-------|
| 120                         | 0.335   | 1.171 |          | 0.880 | 0.401 |         | 0.760 | 0.603 |
| 122                         | 0.345   | 1.139 |          | 0.846 | 0.393 |         | 0.753 | 0.618 |
| 124                         | 0.355   | 1.108 |          | 0.813 | 0.385 |         | 0.746 | 0.634 |
| 126                         | 0.366   | 1.078 |          | 0.781 | 0.377 |         | 0.739 | 0.651 |
| 128                         | 0.376   | 1.050 |          | 0.751 | 0.369 |         | 0.732 | 0.669 |
| 130                         | 0.387   | 1.022 |          | 0.722 | 0.362 |         | 0.726 | 0.689 |
| 132                         | 0.398   | 0.996 |          | 0.694 | 0.355 |         | 0.720 | 0.705 |
| 134                         | 0.409   | 0.971 |          | 0.667 | 0.347 |         | 0.714 | 0.722 |
| 136                         | 0.420   | 0.946 |          | 0.641 | 0.340 |         | 0.708 | 0.740 |
| 138                         | 0.432   | 0.923 |          | 0.616 | 0.334 |         | 0.702 | 0.759 |
| 140                         | 0.443   | 0.900 | 0.319    | 0.592 | 0.327 |         | 0.697 | 0.780 |
| 142                         | 0.455   | 0.879 | Para     | 0.569 | 0.320 | Ver la  | 0.692 | 0.796 |
| 144                         | 0.467   | 0.858 | cual-    | 0.547 | 0.314 | gráfica | 0.687 | 0.813 |
| 146                         | 0.480   | 0.837 | quier    | 0.526 | 0.308 | de la   | 0.682 | 0.831 |
| 148                         | 0.492   | 0.818 | ángulo   | 0.505 | 0.301 | página  | 0.678 | 0.853 |
| 150                         | 0.505   | 0.799 | de con-  | 0.485 | 0.295 | 89      | 0.673 | 0.876 |
| 152                         | 0.518   | 0.781 | tacto    | 0.466 | 0.289 |         | 0.669 | 0.894 |
| 154                         | 0.531   | 0.763 | $\theta$ | 0.448 | 0.283 |         | 0.665 | 0.913 |
| 156                         | 0.544   | 0.746 |          | 0.430 | 0.278 |         | 0.661 | 0.933 |
| 158                         | 0.557   | 0.729 |          | 0.413 | 0.272 |         | 0.657 | 0.954 |
| 160                         | 0.571   | 0.713 |          | 0.396 | 0.266 |         | 0.654 | 0.976 |
| 162                         | 0.585   | 0.698 |          | 0.380 | 0.261 |         | 0.650 | 0.994 |
| 164                         | 0.599   | 0.683 |          | 0.365 | 0.256 |         | 0.647 | 1.013 |
| 166                         | 0.613   | 0.668 |          | 0.350 | 0.250 |         | 0.643 | 1.033 |
| 168                         | 0.627   | 0.654 |          | 0.336 | 0.245 |         | 0.640 | 1.054 |
| 170                         | 0.642   | 0.640 |          | 0.322 | 0.240 |         | 0.637 | 1.079 |
| 172                         | 0.657   | 0.627 |          | 0.309 | 0.235 |         | 0.635 | 1.097 |
| 174                         | 0.672   | 0.614 |          | 0.296 | 0.230 |         | 0.632 | 1.116 |
| 176                         | 0.687   | 0.601 |          | 0.283 | 0.225 |         | 0.629 | 1.137 |
| 178                         | 0.702   | 0.589 |          | 0.271 | 0.220 |         | 0.627 | 1.158 |
| 180                         | 0.718   | 0.577 |          | 0.260 | 0.216 |         | 0.624 | 1.183 |

Tabla 3.IV Coeficientes K

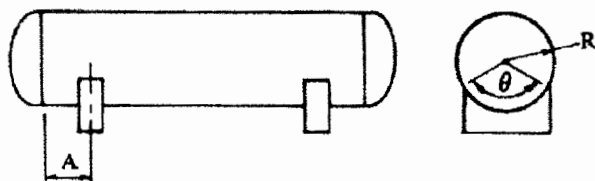
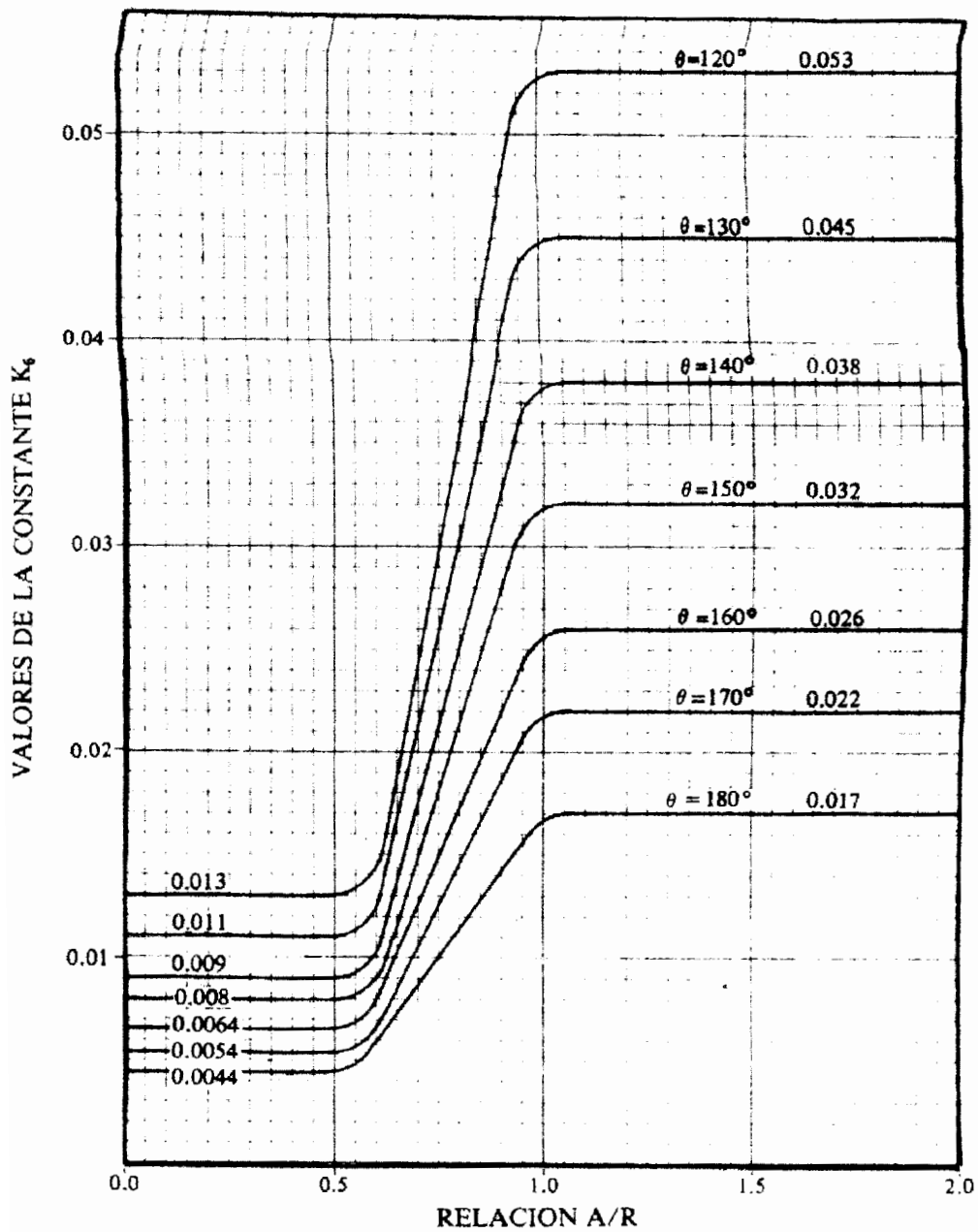


Figura 3.6 Coeficiente  $K_6$

### 3.2.3 ESFUERZOS CORTANTES TANGENCIALES MÁXIMOS.

La distribución y la magnitud de los esfuerzos cortantes en el cascarón producido por el peso del tanque en el plano del asiento dependerán sumamente en como está reforzado el cascarón.

- ✓  $S_4$ , cortante tangencial sin estar el cascarón rigidizado,  $A > 0.5R$ .

$$S_4 = \frac{K_2 Q}{\pi R t_s} \left[ \frac{L - 2A}{L + \frac{4}{3}H} \right]$$

- ✓  $S_5$ , cortante tangencial estando el cascarón rigidizado en el plano del asiento,  $A > 0.5R$

$$S_5 = \frac{K_3 Q}{R t_s} \left[ \frac{L - 2A}{L + \frac{4}{3}H} \right]$$

- ✓  $S_6$ , cortante tangencial para cascarones no rigidizados,  $A \leq 0.5R$ .

$$S_6 = \frac{K_4 Q}{R t_s}$$

- ✓  $S_7$ , cortante tangencial en el cabezal para cascarones no rigidizados,  $A \leq 0.5R$ .

$$S_7 = \frac{K_4 Q}{R t_h}$$

Si el cascarón está rigidizado o  $A > 0.5R$ ,  $S_7 = 0$

- ✓  $S_8$ , esfuerzo de tensión adicional en el cabezal para cascarones no rigidizados,  $A \leq 0.5R$

$$S_8 = \frac{K_5 Q}{R t_h}$$

Si el cascarón está rigidizado o  $A > 0.5R$ ,  $S_8 = 0$

De  $S_4$  hasta  $S_7$  no debe exceder 0.8 veces el esfuerzo permisible en tensión.

$S_8$  más el esfuerzo producido por la presión interna  $PR/2t_s$  no debe exceder 1.25 veces el esfuerzo tensil permisible del material del cabezal.

Se debe tomar en cuenta que:

- 1) El cortante tangencial no está combinado con otros esfuerzos.
- 2) Si se utiliza un plato soporte (lo más aconsejable), puede tomarse como  $t_s$  la suma de los espesores del casco y de la placa de desgaste, permitiendo que el plato del asiento se extienda  $R/10$  sobre los extremos de los asientos.
- 3) Si el cascarón no está rigidizado, el esfuerzo máximo tangencial ocurre en los extremos del asiento.
- 4) Si el cascarón está rigidizado, el máximo cortante tangencial ocurre en la línea horizontal divisoria del recipiente.
- 5) Cuando el esfuerzo cortante tangencial es excesivo, mueva los

asientos hacia los cabezales,  $A \leq 0.5R$ , adicione anillos o incremente el espesor del cascarón.

- 6)  $S_8$  es el esfuerzo cortante que se adiciona al esfuerzo de presión en el cabezal y ocurre cuando los asientos se encuentran cerca de los cabezales,  $A \leq 0.5R$ . Debido a su cercana proximidad el cortante del asiento se extiende hasta el cabezal.
- 7) Si el esfuerzo en el cabezal  $S_8$  es excesivo, aleje los asientos de los cabezales, aumente el espesor del cascarón, o añada anillos de refuerzo.

Los coeficientes  $K$  se encuentran en la Tabla 3.IV y para el coeficiente  $K_6$  en la Tabla 3.V.

### **3.2.4 ESFUERZOS CIRCUNFERENCIALES EN LOS EXTREMOS DEL ASIENTO Y EN LA PARTE INFERIOR DEL CASCARÓN.**

La reacción de los asientos  $Q$  causa fuerzas cortantes tangenciales en la sección transversal del cascarón, con el máximo esfuerzo flector en las puntas de los asientos.

- ✓  $S_9$ , flexión circunferencial en los extremos del asiento, sin cascarón rigidizado ( $L \geq 8R$ ).

$$S_9 = -\frac{Q}{4t_s(b + 1.56\sqrt{Rt_s})} - \frac{3K_6Q}{2t_s^2}$$



Donde  $t_s = t_s + t_w$  y  $t_s^2 = t_s^2 + t_w^2$  solamente si  $A \leq 0.5R$  y el plato portador se extiende  $R/10$  sobre los extremos del asiento.

- ✓  $S_{10}$ , flexión circunferencial en los extremos del asiento, sin cascarón rigidizado ( $L < 8R$ ).

$$S_{10} = -\frac{Q}{4 t_s (b + 1.56\sqrt{R t_s})} - \frac{12K_6 Q R}{L t_s^2}$$

Los requerimientos para  $t_s$  son los mismos que para  $S_9$ .

- ✓  $S_{11}$ , compresión circunferencial en la parte inferior del cascarón rigidizado o sin rigidizar.

$$S_{11} = -\frac{K_7 Q}{t_s (b + 1.56\sqrt{R t_s})}$$

Donde  $t_s = t_s + t_w$  solamente si el plato portador es adherido al cascarón y su ancho tiene un mínimo de  $b + 1.56\sqrt{R t_s}$ .

Las restricciones para estos esfuerzos son que para  $S_9$  y  $S_{10}$  no deben exceder 1.50 veces el valor del esfuerzo tensil permisible del material del cascarón y  $0.9 F_y$ .

Tomando en cuenta que:

- 1) Si los esfuerzos en los extremos del asiento son excesivos:
  - a) Adicione un plato portador.
  - b) Incremente el ángulo de contacto.
  - c) Mueva los asientos hacia los cabezales,  $A < R$

d) Añada anillos rigidizadores.

Para  $S_{11}$ , este no debe exceder 0.5 veces el punto de fluencia en compresión del material del cascarón o 1.5 veces el esfuerzo admisible  $S_a$ .

Tomando en cuenta que:

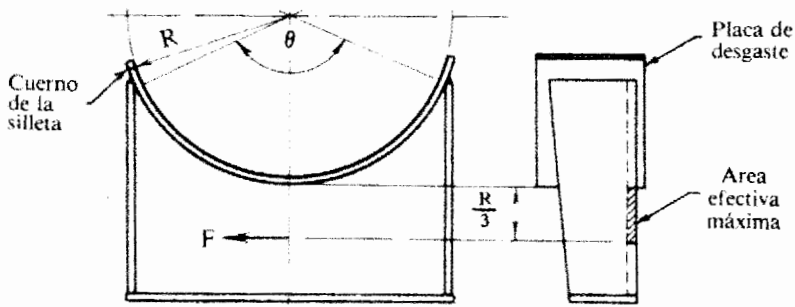
- 1) Si el cascarón no está rigidizado el esfuerzo máximo ocurre en los extremos del asiento.
- 2) Si el cascarón está rigidizado la máxima compresión tangencial ocurre en la parte inferior del cascarón.

### **3.2.5 DISEÑO DE SILLETAS**

En su sección más baja, la silleta debe resistir la fuerza horizontal  $F$ . La sección transversal eficaz de la silleta que resiste esta carga es igual a la tercera parte del radio del recipiente  $R$ .

Con lo que resulta  $F = K_{11} * Q$ ; donde  $Q$  es la carga sobre una silleta y  $K_{11}$  está dado en la Tabla 3.VI.

El esfuerzo medio no debe ser mayor de 1/3 del esfuerzo a la tensión permitido del material.



**Fig.3.7** Diseño de silleta.

| VALORES DE LA CONSTANTE $K_{11}$ |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Angulo de contacto, $\theta$     | 120° | 130° | 140° | 150° | 160° | 170° | 180° |
| $K_{11}$                         | .204 | .222 | .241 | .259 | .279 | .298 | .318 |

**Tabla 3.V** Valores correspondientes a  $K_{11}$ .

Otro de los aspectos que debemos tener en cuenta es que la placa base y la de desgaste deben tener suficiente espesor para poder resistir la flexión longitudinal sobre el alma. Y también que el alma debe de reforzarse con placas contra el pandeo.



# CAPÍTULO IV

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROGRAMA

En este capítulo haremos referencia a todo aquello que se relaciona con el lenguaje en el que se programó el software que fue el de Visual Basic 6.0, la descripción del programa y la utilización de éste, así como el alcance que tiene el programa.

El programa se basa en un conjunto de fórmulas y códigos en los que hace referencia el ASME en la sección VIII de la división 1 de los códigos de dicha institución.

### **4.1 DESCRIPCIÓN DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN.**

La manera más fácil de describir el lenguaje de programación es la de hacernos la simple pregunta de ¿Qué significa Visual Basic?, que es el lenguaje de programación en la que se ha basado el software.

Para contestar esta pregunta tan solo tenemos que decir que la palabra "Visual " hace referencia al método que se utiliza para crear la interfaz gráfica de usuario (GUI). En lugar de escribir numerosas líneas de código para describir la apariencia y la ubicación de los elementos de la interfaz, simplemente puede arrastrar y colocar objetos prefabricados en su lugar dentro de la pantalla. Si ha utilizado

alguna vez un programa de dibujo como Paint, ya tiene la mayor parte de las habilidades necesarias para crear una interfaz de usuario efectiva.

La palabra "Basic" hace referencia al lenguaje BASIC (**B**eginners **A**ll-**P**urpose **S**ymbolic **I**nstruction **C**ode), un lenguaje utilizado por más programadores que ningún otro lenguaje en la historia de la informática o computación. Visual Basic ha evolucionado a partir del lenguaje Basic original y ahora contiene centenares de instrucciones, funciones y palabras clave, muchas de las cuales están directamente relacionadas con la interfaz gráfica de Windows. Los principiantes pueden crear aplicaciones útiles con solo aprender unas pocas palabras clave, pero, al mismo tiempo, la eficacia del lenguaje permite a los profesionales acometer cualquier objetivo que pueda alcanzar mediante cualquier otro lenguaje de programación de Windows.

El lenguaje de programación Visual Basic no es exclusivo de Visual Basic. La edición para aplicaciones del sistema de programación de Visual Basic, incluida en Microsoft Excel, Microsoft Access, y muchas otras aplicaciones Windows, utilizan el mismo lenguaje. El sistema de programación de Visual Basic, Scripting Edition (VBScript) para programar en Internet es un subconjunto del lenguaje Visual Basic. La inversión realizada en el aprendizaje de Visual Basic nos ayudará a

abarcar estas otras áreas.

## 4.2 GENERALIDADES DEL PROGRAMA.

En las generalidades podremos anotar que el programa fue diseñado y basado en un conjunto de fórmulas, códigos y normas para el cálculo y diseño de todas y cada una de las partes de los recipientes.

Uno de los elementos más importantes y en el que se requirió emplear mucho más ingenio para dar solución y tratar de cambiarlo a una forma matemática fue el que corresponde a las gráficas en las cuales se necesitaban ingresar un valor por una de las ordenadas y luego interceptar con una de las curvas para luego obtener otro valor en las abscisa como en la figura 2.7 del capítulo II para determinar el factor A, se lo remplazó por el método de la “Doble Interpolación de Lagrange” que consiste en crear una matriz que en su primera fila tiene los valores de las ordenadas y en la primera columna tiene los valores de las curvas y dentro de la matriz los valores de la función correspondiente  $[F(x,y)]$  como se muestra en la figura.

El método consiste que para determinar un valor determinado se debe ingresar en la matriz por en la primera columna y de la primera fila



que corresponden a los valores de ya sea ordenadas o abscisas y a los valores de las curvas, al ubicar estos valores dentro de la matriz se crea un arreglo matricial en el que estarán incluidos los valores antes mencionados con sus respectivos valores dentro de la matriz y los valores anteriores a ellos, como se muestra en la siguiente tabla.

Valores correspondientes a las curvas

|      | 0      | 0.05    | 0.08    | 0.12    | 0.18    | 0.3      | 0.5      | 0.8      | 1.2      | 1.8      | 3 |
|------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|---|
| 125  | 0.05   | 0.021   | 0.012   | 0.0066  | 0.0037  | 0.002    | 0.00125  | 0.00079  | 0.0005   | 0.0003   |   |
| 150  | 0.034  | 0.015   | 0.0084  | 0.0049  | 0.0027  | 0.0015   | 0.00092  | 0.0006   | 0.00039  | 0.00023  |   |
| 200  | 0.02   | 0.009   | 0.0052  | 0.0032  | 0.0017  | 0.00098  | 0.0006   | 0.00039  | 0.00025  | 0.00015  |   |
| 250  | 0.013  | 0.0063  | 0.0037  | 0.0022  | 0.00125 | 0.0007   | 0.00042  | 0.00028  | 0.00018  | 0.00011  |   |
| 300  | 0.0091 | 0.0046  | 0.0026  | 0.0016  | 0.0009  | 0.00052  | 0.00032  | 0.00021  | 0.00014  | 0.000082 |   |
| 400  | 0.0055 | 0.0028  | 0.0016  | 0.001   | 0.00059 | 0.00034  | 0.00021  | 0.00014  | 0.00009  | 0.000053 |   |
| 500  | 0.0038 | 0.002   | 0.0012  | 0.00074 | 0.00042 | 0.00024  | 0.00015  | 0.000099 | 0.000065 | 0.000038 |   |
| 600  | 0.0033 | 0.0014  | 0.00088 | 0.00056 | 0.00032 | 0.00019  | 0.00012  | 0.000074 | 0.00005  | 0.000029 |   |
| 800  | 0.0017 | 0.0009  | 0.00057 | 0.00036 | 0.0002  | 0.00012  | 0.000073 | 0.000048 | 0.000032 | 0.000029 |   |
| 1000 | 0.0011 | 0.00062 | 0.00038 | 0.00025 | 0.00015 | 0.000084 | 0.000053 | 0.000035 | 0.000023 | 0.000014 |   |

Tabla 4.1 Arreglo matricial que se forma para la doble Interpolación de Lagrange

Valores de las ordenadas o abscisas.

De esta manera se puede obtener los valores de las gráficas más fácil y automáticas para que el programa pueda ser casi en su totalidad

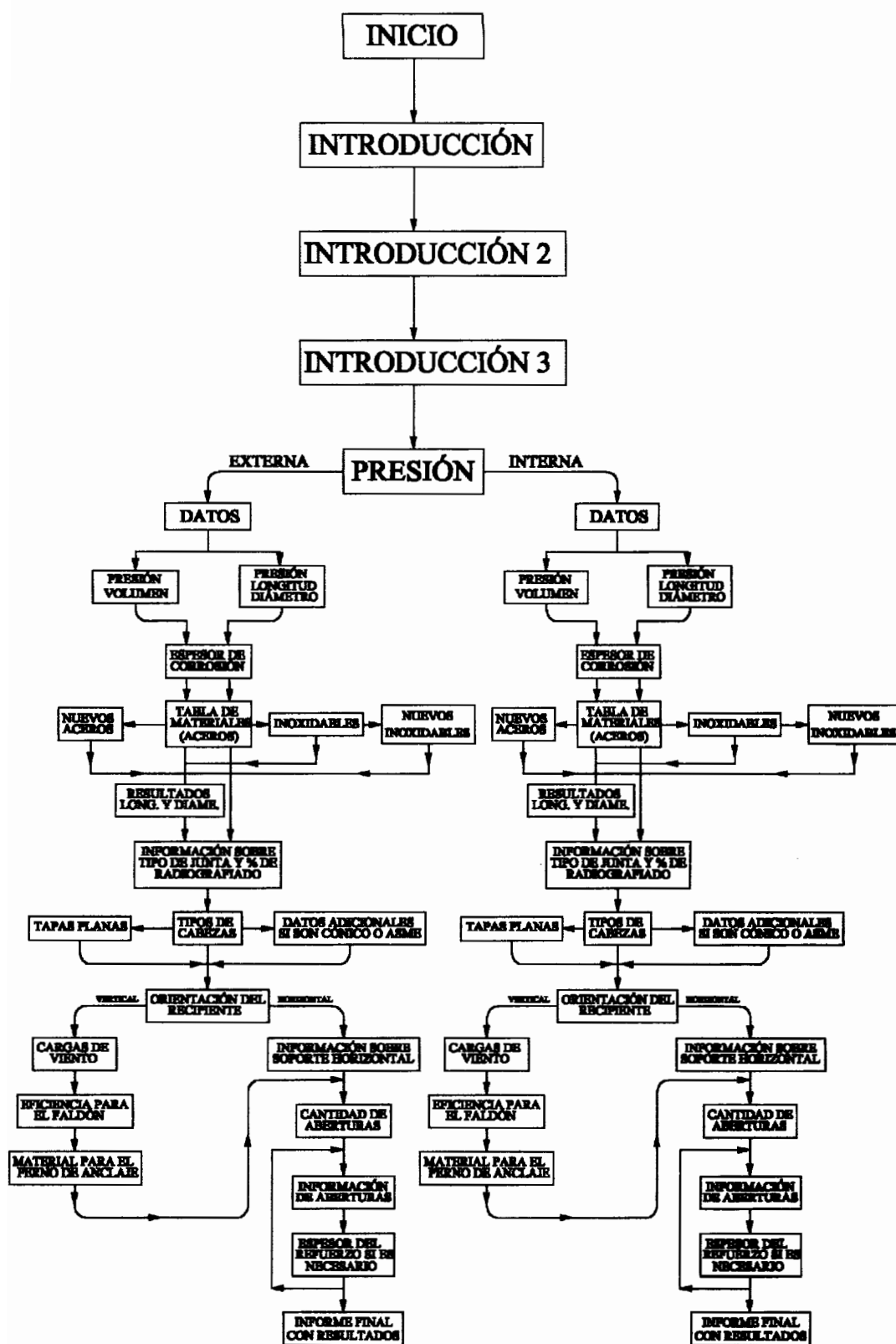
autónomo y reduzca la equivocación que pueda cometer el usuario en cualquier momento, estas gráficas resultan ser en tres dimensiones que dan realmente las curvas a diferentes planos que se le interceptan a diferentes alturas.

Y en otras ocasiones se aplicó condicionantes es decir que si cumple con alguna expectativa realiza una orden pero sino ejecuta otra.

Otra de las herramientas para el desarrollo y simplificación para el usuario es la utilización de bases de datos, las cuales contienen valores que ya están estandarizados y el usuario no tenga la necesidad de recurrir a catálogos o manuales para determinar este tipo de valores, reduciendo el trabajo, automatizando las operaciones y reduciendo el tiempo en el que se realice el diseño de un tipo de recipiente.

Otro de los aspectos importantes de este programa es que es consecutivo e interactivo, es decir que va ejecutando el programa de manera secuencial comenzando por lo esencial y terminando en los detalles, avanzando conjuntamente con el usuario y guiándolo para poder seguir avanzando en el diseño.

### **4.3 ALGORITMO O FLUJO DE INFORMACIÓN.**



#### **4.4 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA.**

El programa consta de varias partes pero para hacerlo más sencillo iremos describiendo cada una de las pantallas que van apareciendo en secuencia de aparición.

- ✓ Las tres primeras pantallas se dedica a dar una pequeña introducción hacia que está orientado el programa y acerca de los términos que se tratan dentro de este; así, como también, ciertas variables que se deben escoger como el tipo de junta y el tipo de inspección.
- ✓ La siguiente pantalla comienza a integrar al usuario dentro de la parte del diseño ya que el software comienza a interactuar con éste, preguntándole que tipo de diseño éste va ha realizar, si este es por presión INTERNA, o por presión EXTERNA.
- ✓ Luego de esto se abrirá una nueva ventana en la que el programa le preguntará que conjunto de datos posee el usuario, si este posee tan solo la PRESIÓN Y EL VOLUMEN, en donde el programa se encargará de determinar el tamaño óptimo del recipiente por medio extrapolación de acuerdo a tablas establecidas, o si el usuario posee datos como PRESIÓN, LONGITUD Y DIÁMETRO.
- ✓ Al ya tener los datos como presión, longitud y diámetro el software procede a preguntar en que clase de ambiente corrosivo se va ha encontrar el recipiente mediante el espesor de corrosión, dándole al



usuario dos tipos de elección como son: ambiente moderado dándole 0.0625 pulgadas y ambiente agresivo con 0.125 pulgadas.

- ✓ La siguiente pantalla en aparecer es la del tipo del material en el que se va a construir el recipiente y en el que se van a basar los cálculos. En la pantalla aparecerán los esfuerzos de estos materiales a sus diferentes temperaturas y se los escoge tan solo dándole click en el que uno desee de lo contrario uno puede tener la opción de escoger aceros inoxidable y también si el material que uno posee o quisiera diseñar no se encuentra dentro del listado se lo puede agregar automáticamente, sin necesidad de saber programar.
- ✓ Si el usuario escogió la opción en el ingreso de datos de PRESIÓN Y VOLUMEN entonces aquí aparecerá el resultado de la optimización con los datos de DIÁMETRO Y LONGITUD del recipiente.
- ✓ El siguiente paso se dedica a ingresar los parámetros correspondientes a los tipos de junta tanto del cilindro como de las cabezas y el porcentaje de radiografía de éstos; para poder así determinar las eficiencias de junta tanto del cilindro como de las cabezas.
- ✓ Luego se tendrá la posibilidad de escoger las diferentes opciones de cabezas y cabezas del tipo planas. Si se escogiera cabezas de tipo ASME o cónica aparecerá una siguiente pantalla donde tendrá el

usuario que introducir información adicional como por ejemplo en el caso de cabeza ASME, los valores del radio del plato y el radio de giro, y en el caso de cabezas cónicas el ángulo de contracción y su diámetro pequeño.

- ✓ La orientación del recipiente es la siguiente pantalla que aparecerá en la secuencia, donde tendremos la opción de escoger si nuestro diseño se orientará a un recipiente horizontal o a un recipiente vertical.
- ✓ Si nuestro caso hubiera sido el caso de un recipiente vertical entonces el primer parámetro escogido por el usuario sería el de escoger una región en el mapa que aparece en donde obtendremos la velocidad aproximada en millas por hora. Después de esto escogeríamos la eficiencia de junta para la unión soldada en la parte del faldón, y por último aparecerá una ventana para ingresar el material del perno de anclaje que hemos seleccionado.
- ✓ Por el contrario si el usuario hubiese escogido un diseño horizontal, el programa se habría orientado a requerir información sobre el soporte horizontal, ayudándolo siempre para que éste no ingrese ningún valor que no esté dentro de los rangos permitidos. En donde el programa se encargará de determinar si los valores ingresados están permitidos por los esfuerzos calculados.
- ✓ Como todo diseño de recipiente a presión, éste debe llevar aberturas



que será la siguiente pantalla en aparecer donde las necesidades del usuario serán ingresadas, como la cantidad de aberturas y los datos de cada una de ellas, para posteriormente determinar si las aberturas necesitarán refuerzo o no, en donde el usuario ingresará el espesor de dicho refuerzo, y el programa posteriormente le dará el diámetro que el refuerzo debe tener.

- ✓ Por último, el software entregará un informe técnico en donde se darán a conocer todos los datos y resultados obtenidos a lo largo del diseño del recipiente a presión; así como de algunos datos útiles.

#### 4.5 PROGRAMA PARA EL DISEÑO DE RECIPIENTES A PRESIÓN.

A continuación se detallará la programación que se efectuó en cada una de las pantallas que constan en el software que están denotadas con sus respectivos títulos tal y como están en el programa.

##### ***DECLARACION DE VARIABLES***

```
Public cil As Integer
Public cas As Integer
Public tr As Double
Public trn As Double
Public t As Double
Public Camp1 As String
Public Camp2 As String
Public Camp3 As String
Public Camp4 As String
Public Camp5 As String
Public Camp6 As String
Public Camp7 As String
Public EspeBoquilla2 As Double
Public Filete12 As Double
Public Filete22 As Double
Public RadioBoquilla2 As Double
Public ExtBoquilla2 As Double
Public trn2 As Double
Public tr2 As Double
Public Diam_adic2 As Double
Public espesor_adicional2 As Double
Public t2 As Double
Public DiamExTob2 As Double
Public EspeBoquilla3 As Double
Public Filete3 As Double
Public Filete23 As Double
Public RadioBoquilla3 As Double
Public ExtBoquilla3 As Double
Public trn3 As Double
Public tr3 As Double
Public Diam_adic3 As Double
Public espesor_adicional3 As Double
Public t3 As Double
Public DiamExTob3 As Double
Public EspeBoquilla4 As Double
Public Filete4 As Double
Public Filete24 As Double
Public RadioBoquilla4 As Double
Public ExtBoquilla4 As Double
```

Public tm4 As Double  
Public tr4 As Double  
Public Diam\_adic4 As Double  
Public espesor\_adicional4 As Double  
Public t4 As Double  
Public DiamExTob4 As Double  
Public cuenta As Integer  
Public cuenta2 As Integer  
Public glbinterna As Boolean  
Public glbpresiondiseño As Double  
Public glbvolumen As Double  
Public glbdiametro As Double  
Public glblongitud As Double  
Public glblongplato As Double  
Public glbradcurvatura As Double  
Public glbanguloalpha As Double  
Public glbEspesorcorrosion As Double  
Public glbEsfuerzo As Double  
Public glbEficienciaCil As Double  
Public glbEficienciaCas As Double  
Public glba As Double  
Public cabeza As Integer  
Public parametro As Double  
Public longitud As Double  
Public longcon As Double  
Public factor\_forma As Double  
Public factor\_m As Double  
Public Espesor\_cabeza As Double  
Public espesor\_esferico As Double  
Public espesor\_elipsoidal As Double  
Public espesor\_torisferico As Double  
Public espesor\_conico As Double  
Public glbespesorcilindro As Double  
Public glbespesortapaA As Double  
Public factorC As Double  
Public glbtemperatura As Double  
Public glbDsobreT As Double  
Public glbDsobreT2 As Double  
Public factor\_A As Double  
Public factor\_B As Double  
Public material As Double  
Public Tipomaterial As Variant  
Public Tipoinoxi As Variant  
Public glbacero As Double  
Public glbPresAdm As Double  
Public glbRadCab As Double  
Public EspesorCabExt As Double  
Public glbDiamPeq As Double  
Public glbLongCono As Double  
Public glbLE As Double  
Public glbTE As Double  
Public verhor As Integer  
Public glbViento As Double

Public PW As Double  
Public Ache As Double  
Public Eme As Double  
Public Emete As Double  
Public cortante As Double  
Public glbEspGen As Double  
Public EspesorViento As Double  
Public Espesor\_cilindro As Double  
Public espesor\_circunferencial As Double  
Public peso As Double  
Public vibra As Double  
Public vibrat As Double  
Public pesocabeza As Double  
Public pesocil As Double  
Public espesor\_faldon As Double  
Public eficFaldon As Double  
Public CirBasPer As Double  
Public ele2 As Double  
Public ele3 As Double  
Public ele1 As Double  
Public EsfPer As Double  
Public ele As Double  
Public numpernos As Double  
Public TenMax As Double  
Public AreaPerno As Double  
Public EsfPer2 As Double  
Public cirper As Double  
Public Area1Perno As Double  
Public DiamPerno As Double  
Public CompMax As Double  
Public Espesor\_anillo As Double  
Public AreaDenFaldon As Double  
Public CirFaldon As Double  
Public AreaAnilloBase As Double  
Public EsfApoyo As Double  
Public EsfFlex As Double  
Public Espacio\_soporte As Double  
Public ancho\_soporte As Double  
Public ang\_teta As Double  
Public cedencia As Double  
Public EspeBoquilla As Double  
Public Filete As Double  
Public Filete2 As Double  
Public EspesorRequerido As Double  
Public RequeridoBoquilla As Double  
Public RadioBoquilla As Double

```

Public aux As Double
Public S1 As Double
Public S2 As Double
Public S3 As Double
Public S4 As Double
Public S5 As Double
Public S6 As Double
Public S7 As Double
Public S8 As Double
Public S9 As Double
Public k1 As Double
Public k2 As Double
Public k3 As Double
Public k4 As Double
Public k5 As Double
Public k6 As Double
Public k7 As Double
Public k8 As Double
Public k9 As Double
Public opcion As Integer
Public faldon As Double

```

---

### ***FrmAber2***

```

Private Sub Check1_Click()
If Check1.Value = 1 Then
  Frame3.Enabled = True
  Text2.SetFocus
Else
  Text2.Text = ""
  Frame3.Enabled = False
End If
End Sub
Private Sub Check2_Click()
If Check2.Value = 1 Then
  Frame4.Enabled = True
  Text5.SetFocus
Else
  Text5.Text = ""
  Frame4.Enabled = False
End If
End Sub
Private Sub Command1_Click()
  Calculos.EspeBoquilla2 = Val(Text1.Text)
  Calculos.Filete12 = Val(Text2.Text)
  Calculos.RadioBoquilla2 = Val(Text3.Text)
  Calculos.ExtBoquilla2 = Val(Text4.Text)
  Calculos.Filete22 = Val(Text5.Text)
  Dim Area As Double
  Dim AreaTotal As Double
  Dim AreaAdicional As Double
  Dim a1 As Double
  Dim aux As Double
  Dim a2 As Double
  Dim a3 As Double
  Dim a4 As Double
  Dim a5 As Double
  trn2 = (Calculos.glbpresiondiseno * Calculos.RadioBoquilla2) / ((Calculos.glbEsfuerzo) - (0.6 *
Calculos.glbpresiondiseno))
If Option1.Value Then

```

```

tr2 = Calculos.glbepesorcilindro
Calculos.parametro = Calculos.glbepesorcilindro
End If
If Option2.Value Then
If cabeza = 3 Then
tr2 = Calculos.espesor_torisferico
Calculos.parametro = Calculos.espesor_torisferico
End If
If cabeza = 4 Then
tr2 = Calculos.espesor_conico
Calculos.parametro = Calculos.espesor_conico
End If
If cabeza = 2 Then
tr2 = Calculos.espesor_elipsoidal
Calculos.parametro = Calculos.espesor_elipsoidal
End If
If cabeza = 1 Then
tr2 = Calculos.espesor_esferico
Calculos.parametro = Calculos.espesor_esferico
End If
If cabeza >= 5 Then
MsgBox "No se puede realizar aberturas en cabezas de tapa plana", 16, "Mensaje"
Exit Sub
End If
End If
frmReal.Show
Unload frmReal
Calculos.Espesor_Real = Calculos.parametro
t2 = Calculos.Espesor_Real
a1 = 0
a2 = 0
a3 = 0
a4 = 0
a5 = 0
If Calculos.glbinterna Then
Area = Calculos.RadioBoquilla2 * 2 * tr2
Else
Area = Calculos.RadioBoquilla2 * tr2
End If
a1 = (t2 - tr2) * Calculos.RadioBoquilla2 * 2
aux = a1
a1 = (t2 - tr2) * (Calculos.EspeBoquilla2 + t2) * 2
If aux > a1 Then
a1 = aux
End If
a2 = (Calculos.EspeBoquilla2 - trn2) * 5 * t2
aux = a2
a2 = (Calculos.EspeBoquilla2 - trn2) * 5 * Calculos.EspeBoquilla2
If aux < a2 Then
a2 = aux
End If
a3 = (Calculos.EspeBoquilla2 - Calculos.glbEspesorcorrosion) * 2 * Calculos.ExtBoquilla2
If Check1.Value = 1 Then
a4 = (Calculos.Filete12 ^ 2)
End If
If Check2.Value = 1 Then
a5 = (Calculos.Filete22 ^ 2)
End If
AreaTotal = a1 + a2 + a3 + a4 + a5
Calculos.Diam_adic2 = 0
If AreaTotal > Area Then
MsgBox "No nesecita refuerzo", 16, "Mensaje"
If cuenta2 = cuenta Then
frmInforme.Show
Unload frmInforme
Else

```



```

    cuenta2 = cuenta2 + 1
    FrmAber3.Show
End If
Else
    If (((Calculos.RadioBoquilla2 * 2) <= 3) And (Calculos.tr2 < (3 / 8))) Or (((Calculos.RadioBoquilla2 * 2 <= 2) And
(Calculos.tr2 > (3 / 8))) Then
        MsgBox "No nesecita refuerzo", 16, "Mensaje"
        If cuenta2 = cuenta Then
            frmInforme.Show
            Unload frmInforme
        Else
            cuenta2 = cuenta2 + 1
            FrmAber3.Show
        End If
    Else
        FrmEspRef.Show
    End If
End If
Unload Me
End Sub
Private Sub Form_Load()
    If Check1.Value = 0 Then Frame3.Enabled = False
    If Check2.Value = 0 Then Frame4.Enabled = False
    Calculos.glblongitud = Round(Calculos.glblongitud)
End Sub
Private Sub Option1_Click()
    Command1.SetFocus
End Sub
Private Sub Option2_Click()
    Command1.SetFocus
End Sub
Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    On Error GoTo text2KeyPress
    If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
        KeyAscii = 0
    End If
    If KeyAscii = 13 Then
        Check1.SetFocus
    End If
Exit Sub
text2KeyPress:
    MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    On Error GoTo text2KeyPress
    If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
        KeyAscii = 0
    End If
    If KeyAscii = 13 Then
        Check2.SetFocus
    End If
Exit Sub
text2KeyPress:
    MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text3_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    On Error GoTo text2KeyPress
    If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
        KeyAscii = 0
    End If
    If KeyAscii = 13 Then
        Text4.SetFocus
    End If
Exit Sub
text2KeyPress:
    MsgBox Error, 16, "Mensaje"

```

```

End Sub
Private Sub Text4_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Option1.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text5_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Text3.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub

```

### ***FrmAber3***

```

Private Sub Check1_Click()
If Check1.Value = 1 Then
    Frame3.Enabled = True
    Text2.SetFocus
Else
    Text2.Text = ""
    Frame3.Enabled = False
End If
End Sub
Private Sub Check2_Click()
If Check2.Value = 1 Then
    Frame4.Enabled = True
    Text5.SetFocus
Else
    Text5.Text = ""
    Frame4.Enabled = False
End If
End Sub
Private Sub Command1_Click()
Calculos.EspeBoquilla3 = Val(Text1.Text)
Calculos.Filete3 = Val(Text2.Text)
Calculos.RadioBoquilla3 = Val(Text3.Text)
Calculos.ExtBoquilla3 = Val(Text4.Text)
Calculos.Filete23 = Val(Text5.Text)
Dim Area As Double
Dim AreaTotal As Double
Dim AreaAdicional As Double
Dim a1 As Double
Dim aux As Double
Dim a2 As Double
Dim a3 As Double
Dim a4 As Double
Dim a5 As Double
trn3 = (Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.RadioBoquilla3) / ((Calculos.glbEsfuerzo) - (0.6 *
Calculos.glbpresiondiseño))
If Option1.Value Then
    tr3 = Calculos.glbpesorcilindro
    Calculos.parametro = Calculos.glbpesorcilindro
End If
If Option2.Value Then

```

```

If cabeza = 3 Then
tr3 = Calculos.espesor_torisferico
Calculos.parametro = Calculos.espesor_torisferico
End If
If cabeza = 4 Then
tr3 = Calculos.espesor_conico
Calculos.parametro = Calculos.espesor_conico
End If
If cabeza = 2 Then
tr3 = Calculos.espesor_elipsoidal
Calculos.parametro = Calculos.espesor_elipsoidal
End If
If cabeza = 1 Then
tr3 = Calculos.espesor_esferico
Calculos.parametro = Calculos.espesor_esferico
End If
If cabeza >= 5 Then
MsgBox "No se puede realizar aberturas en cabezas de tapa plana", 16, "Mensaje"
Exit Sub
End If
End If
frmReal.Show
Unload frmReal
Calculos.Espesor_Real = Calculos.parametro
t3 = Calculos.Espesor_Real
a1 = 0
a2 = 0
a3 = 0
a4 = 0
a5 = 0
If Calculos.glbinterna Then
Area = Calculos.RadioBoquilla3 * 2 * tr3
Else
Area = Calculos.RadioBoquilla3 * tr3
End If
a1 = (t3 - tr3) * Calculos.RadioBoquilla3 * 2
aux = a1
a1 = (t3 - tr3) * (Calculos.EspeBoquilla3 + t3) * 2
If aux > a1 Then
a1 = aux
End If
a2 = (Calculos.EspeBoquilla3 - trn3) * 5 * t3
aux = a2
a2 = (Calculos.EspeBoquilla3 - trn3) * 5 * Calculos.EspeBoquilla3
If aux < a2 Then
a2 = aux
End If
a3 = (Calculos.EspeBoquilla3 - Calculos.glbEspesorcorrosion) * 2 * Calculos.ExtBoquilla3
If Check1.Value = 1 Then
a4 = (Calculos.Filete3 ^ 2)
End If
If Check2.Value = 1 Then
a5 = (Calculos.Filete23 ^ 2)
End If
AreaTotal = a1 + a2 + a3 + a4 + a5
Calculos.Diam_adic3 = 0
If AreaTotal > Área Then
MsgBox "No nesecita refuerzo", 16, "Mensaje"
If cuenta2 = cuenta Then
frmInforme.Show
Unload frmInforme
Else
cuenta2 = cuenta2 + 1
FrmAber4.Show
End If
Else

```

```

If (((Calculos.RadioBoquilla3 * 2) <= 3) And (Calculos.tr3 < (3 / 8))) Or ((Calculos.RadioBoquilla3 * 2 <= 2) And
(Calculos.tr3 > (3 / 8))) Then
  MsgBox "No nesecita refuerzo", 16, "Mensaje"
  If cuenta2 = cuenta Then
    frmInforme.Show
    Unload frmInforme
  Else
    cuenta2 = cuenta2 + 1
    FrmAber4.Show
  End If
Else
  FrmEspRef.Show
End If
End If
Unload Me
End Sub
Private Sub Command2_Click()
End Sub
Private Sub Form_Load()
If Check1.Value = 0 Then Frame3.Enabled = False
If Check2.Value = 0 Then Frame4.Enabled = False
Calculos.glblongitud = Round(Calculos.glblongitud)
End Sub
Private Sub Option1_Click()
  Command1.SetFocus
End Sub
Private Sub Option2_Click()
  Command1.SetFocus
End Sub
Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
  KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
  Check1.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
  KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
  Check2.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text3_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
  KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
  Text4.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text4_KeyPress(KeyAscii As Integer)

```

```

On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Option1.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text5_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Text3.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub

```

### ***FrmAber4***

```

Private Sub Check1_Click()
If Check1.Value = 1 Then
    Frame3.Enabled = True
    Text2.SetFocus
Else
    Text2.Text = ""
    Frame3.Enabled = False
End If
End Sub
Private Sub Check2_Click()
If Check2.Value = 1 Then
    Frame4.Enabled = True
    Text5.SetFocus
Else
    Text5.Text = ""
    Frame4.Enabled = False
End If
End Sub
Private Sub Command1_Click()
    Calculos.EspeBoquilla4 = Val(Text1.Text)
    Calculos.Filete4 = Val(Text2.Text)
    Calculos.RadioBoquilla4 = Val(Text3.Text)
    Calculos.ExtBoquilla4 = Val(Text4.Text)
    Calculos.Filete24 = Val(Text5.Text)
    Dim Area As Double
    Dim AreaTotal As Double
    Dim AreaAdicional As Double
    Dim a1 As Double
    Dim aux As Double
    Dim a2 As Double
    Dim a3 As Double
    Dim a4 As Double
    Dim a5 As Double
    trn4 = (Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.RadioBoquilla4) / ((Calculos.glbEsfuerzo) - (0.6 *
Calculos.glbpresiondiseño))
If Option1.Value Then
    tr4 = Calculos.glbepesorcilindro
    Calculos.parametro = Calculos.glbepesorcilindro
End If
If Option2.Value Then
    If cabeza = 3 Then
        tr4 = Calculos.espesor_torisferico

```

```

    Calculos.parametro = Calculos.espesor_torisferico
End If
If cabeza = 4 Then
    tr4 = Calculos.espesor_conico
    Calculos.parametro = Calculos.espesor_conico
End If
If cabeza = 2 Then
    tr4 = Calculos.espesor_elipsoidal
    Calculos.parametro = Calculos.espesor_elipsoidal
End If
If cabeza = 1 Then
    tr4 = Calculos.espesor_esferico
    Calculos.parametro = Calculos.espesor_esferico
End If
If cabeza >= 5 Then
    MsgBox "No se puede realizar aberturas en cabezas de tapa plana", 16, "Mensaje"
Exit Sub
End If
End If
frmReal.Show
Unload frmReal
Calculos.Espesor_Real = Calculos.parametro
t4 = Calculos.Espesor_Real
a1 = 0
a2 = 0
a3 = 0
a4 = 0
a5 = 0
If Calculos.glbinterna Then
    Area = Calculos.RadioBoquilla4 * 2 * tr4
Else
    Area = Calculos.RadioBoquilla4 * tr4
End If
a1 = (t4 - tr4) * Calculos.RadioBoquilla4 * 2
aux = a1
a1 = (t4 - tr4) * (Calculos.EspeBoquilla4 + t4) * 2
If aux > a1 Then
    a1 = aux
End If
a2 = (Calculos.EspeBoquilla4 - trn4) * 5 * t4
aux = a2
a2 = (Calculos.EspeBoquilla4 - trn4) * 5 * Calculos.EspeBoquilla4
If aux < a2 Then
    a2 = aux
End If
a3 = (Calculos.EspeBoquilla4 - Calculos.glbEspesorcorrosion) * 2 * Calculos.ExtBoquilla4
If Check1.Value = 1 Then
    a4 = (Calculos.Filete4 ^ 2)
End If
If Check2.Value = 1 Then
    a5 = (Calculos.Filete24 ^ 2)
End If
AreaTotal = a1 + a2 + a3 + a4 + a5
Calculos.Diam_adic4 = 0
If AreaTotal > Area Then
    MsgBox "No nesecita refuerzo", 16, "Mensaje"
    frmInforme.Show
    Unload frmInforme
Else
    If (((Calculos.RadioBoquilla4 * 2) <= 3) And (Calculos.tr4 < (3 / 8))) Or ((Calculos.RadioBoquilla4 * 2 <= 2) And
(Calculos.tr4 > (3 / 8))) Then
        MsgBox "No nesecita refuerzo", 16, "Mensaje"
        frmInforme.Show
        Unload frmInforme
    Else
        FrmEspRef.Show
    End If
End If

```

```

    End If
End If
Unload Me
End Sub
Private Sub Form_Load()
    If Check1.Value = 0 Then Frame3.Enabled = False
    If Check2.Value = 0 Then Frame4.Enabled = False
    Calculos.gblongitud = Round(Calculos.gblongitud)
End Sub
Private Sub Option1_Click()
    Command1.SetFocus
End Sub
Private Sub Option2_Click()
    Command1.SetFocus
End Sub
Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    On Error GoTo text2KeyPress
    If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
        KeyAscii = 0
    End If
    If KeyAscii = 13 Then
        Check1.SetFocus
    End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    On Error GoTo text2KeyPress
    If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
        KeyAscii = 0
    End If
    If KeyAscii = 13 Then
        Check2.SetFocus
    End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text3_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    On Error GoTo text2KeyPress
    If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
        KeyAscii = 0
    End If
    If KeyAscii = 13 Then
        Text4.SetFocus
    End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text4_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    On Error GoTo text2KeyPress
    If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
        KeyAscii = 0
    End If
    If KeyAscii = 13 Then
        Option1.SetFocus
    End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text5_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    On Error GoTo text2KeyPress
    If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then

```

```

    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Text3.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub

```

### ***FrmAberturas***

```

Private Sub Check1_Click()
    If Check1.Value = 1 Then
        Frame3.Enabled = True
        Text2.SetFocus
    Else
        Text2.Text = ""
        Frame3.Enabled = False
    End If
End Sub
Private Sub Check2_Click()
    If Check2.Value = 1 Then
        Frame4.Enabled = True
        Text5.SetFocus
    Else
        Text5.Text = ""
        Frame4.Enabled = False
    End If
End Sub
Private Sub Command1_Click()
    Calculos.EspeBoquilla = Val(Text1.Text)
    Calculos.Filete = Val(Text2.Text)
    Calculos.RadioBoquilla = Val(Text3.Text)
    Calculos.ExtBoquilla = Val(Text4.Text)
    Calculos.Filete2 = Val(Text5.Text)
    Dim Area As Double
    Dim AreaTotal As Double
    Dim AreaAdicional As Double
    Dim a1 As Double
    Dim aux As Double
    Dim a2 As Double
    Dim a3 As Double
    Dim a4 As Double
    Dim a5 As Double
    trn = (Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.RadioBoquilla) / ((Calculos.glbEsfuerzo) - (0.6 *
Calculos.glbpresiondiseño))
    If Option1.Value Then
        tr = Calculos.glbespesorcilindro
        Calculos.parametro = Calculos.glbespesorcilindro
    End If
    If Option2.Value Then
        If cabeza = 3 Then
            tr = Calculos.espesor_torisferico
            Calculos.parametro = Calculos.espesor_torisferico
        End If
        If cabeza = 4 Then

```



```

tr = Calculos.espesor_conico
Calculos.parametro = Calculos.espesor_conico
End If
If cabeza = 2 Then
tr = Calculos.espesor_elipsoidal
Calculos.parametro = Calculos.espesor_elipsoidal
End If
If cabeza = 1 Then
tr = Calculos.espesor_esferico
Calculos.parametro = Calculos.espesor_esferico
End If
If cabeza >= 5 Then
MsgBox "No se puede realizar aberturas en cabezas de tapa plana", 16, "Mensaje"
Exit Sub
End If
End If
frmReal.Show
Unload frmReal
Calculos.Espesor_Real = Calculos.parametro
t = Calculos.Espesor_Real
a1 = 0
a2 = 0
a3 = 0
a4 = 0
a5 = 0
If Calculos.glbinterna Then
Area = Calculos.RadioBoquilla * 2 * tr
Else
Area = Calculos.RadioBoquilla * tr
End If
a1 = (t - tr) * Calculos.RadioBoquilla * 2
aux = a1
a1 = (t - tr) * (Calculos.EspeBoquilla + t) * 2
If aux > a1 Then
a1 = aux
End If
a2 = (Calculos.EspeBoquilla - trn) * 5 * t
aux = a2
a2 = (Calculos.EspeBoquilla - trn) * 5 * Calculos.EspeBoquilla
If aux < a2 Then
a2 = aux
End If
a3 = (Calculos.EspeBoquilla - Calculos.glbEspesorcorrosion) * 2 * Calculos.ExtBoquilla
If Check1.Value = 1 Then
a4 = (Calculos.Filete ^ 2)
End If
If Check2.Value = 1 Then
a5 = (Calculos.Filete2 ^ 2)
End If
AreaTotal = a1 + a2 + a3 + a4 + a5
Calculos.Diam_adic = 0
If AreaTotal > Area Then
MsgBox "No nesecita refuerzo", 16, "Mensaje"

```

```

If cuenta2 = cuenta Then
    frmInforme.Show
    Unload frmInforme
Else
    cuenta2 = cuenta2 + 1
    FrmAber2.Show
End If
Else
    If (((Calculos.RadioBoquilla * 2) <= 3) And (Calculos.tr < (3 / 8))) Or ((Calculos.RadioBoquilla * 2
<= 2) And (Calculos.tr > (3 / 8))) Then
        MsgBox "No nesecita refuerzo", 16, "Mensaje"
        If cuenta2 = cuenta Then
            frmInforme.Show
            Unload frmInforme
        Else
            cuenta2 = cuenta2 + 1
            FrmAber2.Show
        End If
    Else
        FrmEspRef.Show
    End If
End If
Unload Mc
End Sub
Private Sub Form_Load()
    If Check1.Value = 0 Then Frame3.Enabled = False
    If Check2.Value = 0 Then Frame4.Enabled = False
    Calculos.gblongitud = Round(Calculos.gblongitud)
End Sub
Private Sub Option1_Click()
    Command1.SetFocus
End Sub
Private Sub Option2_Click()
    Command1.SetFocus
End Sub
Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    On Error GoTo text2KeyPress
    If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
        KeyAscii = 0
    End If
    If KeyAscii = 13 Then
        Check1.SetFocus
    End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    On Error GoTo text2KeyPress
    If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
        KeyAscii = 0
    End If

```

```

End If
If KeyAscii = 13 Then
    Check2.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text3_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Text4.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text4_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Option1.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text5_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Text3.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
FrmAche
Public Sub Form_Load()
    Dim i As Integer
    Dim col As Integer
    Dim fil As Integer
    Dim var1 As Double

```

```

Dim var2 As Double
Dim Text3 As Double
Dim Text4 As Double
var2 = 0
var2 = Calculos.espesor_torisferico
Text3 = var2
datAceros2.Row = 0
For i = 0 To 19
  var1 = Val(datAceros2.Columns(i).Text)
  If var1 >= var2 Then
    col = i
    i = 19
  End If
Next
Text3 = var1
fil = 0
datAceros2.Row = 0
Text4 = (Calculos.glbdiámetro / 12)
For i = 0 To 96
  datAceros2.Row = i
  var1 = Val(datAceros2.Columns(0).Text)
  var2 = (Calculos.glbdiámetro / 12)
  If var1 >= var2 Then
    fil = i
    i = 96
  End If
Next
Text4 = var1
datAceros2.Row = fil
Dim valor1 As Double 'xi
Dim valor2 As Double 'xi-1
Dim valor3 As Double 'yj
Dim valor4 As Double 'yj-1
Dim valor5 As Double 'fxi,yj
Dim valor6 As Double 'fxi,yj-1
Dim valor7 As Double 'fxi-1,yj
Dim valor8 As Double 'fxi-1,yj-1
Dim valor9 As Double 'x
Dim valor10 As Double 'y
valor5 = 0
valor9 = 0
valor10 = 0
valor9 = Text4
valor10 = Text3
datAceros2.Row = fil + 2
valor5 = Val(datAceros2.Columns(col).Text)
Calculos.Ache = valor5
datAceros2.Row = fil
Calculos.gblongplato = Val(datAceros2.Columns(col).Text)
datAceros2.Row = fil + 1
Calculos.gbradcurvatura = Val(datAceros2.Columns(col).Text)
End Sub

```

**Frmcabezas**

```

Dim glbSigue As Boolean
Private Sub CmdSigue_Click()
glbSigue = True
Unload FrmCabezas
End Sub
Private Sub CdmSigue_Click()
Unload Me
FrmTiplanas.Show
End Sub
Private Sub CmdConico_Click()
cabeza = 4
Unload Me
FrmDaadici.Show
End Sub
Private Sub Cmdeliptico_Click()
cabeza = 2
Unload Me
FrmPosicion.Show
End Sub
Private Sub Cmdesferico_Click()
cabeza = 1
Unload Me
FrmPosicion.Show
End Sub
Private Sub Cmdtorisferico_Click()
cabeza = 3
Calculos.glbRadCab = Calculos.glb diametro
Unload Me
FrmDaadici.Show
End Sub
Private Sub Form_Load()
If Calculos.glbinterna Then
Calculos.glbEspesorcilindro = ((Calculos.glbPresiondiseño * (Calculos.glb diametro / 2)) /
((Calculos.glbEsfuerzo _
* Calculos.glbeficienciaCil) - (0.6 * Calculos.glbPresiondiseño))) +
Calculos.glbEspesorcorrosion
End If
If Not Calculos.glbinterna Then
frmcal1.Show
frmcal1.Visible = False
Unload frmcal1
Frmcal2.Show
If Calculos.factor_A < 0.0001 Then
Calculos.glbPresAdm = ((2 * Calculos.factor_A) * 28000000) / (3 * (Calculos.glb diametro /
Calculos.glbEspesorcilindro))
End If
Unload Frmcal2
If material = 0 Then
frmcal3.Show
Unload frmcal3
End If
If material = 1 Then

```

```

    frmcal4.Show
    frmcal4.Visible = False
    Unload frmcal4
End If
If material = 2 Then
    frmcal5.Show
    frmcal1.Visible = False
    Unload frmcal5
End If
If material = 3 Then
    frmcal6.Show
    frmcal6.Visible = False
    Unload frmcal6
End If
If material = 4 Then
    frmcal7.Show
    frmcal7.Visible = False
    Unload frmcal7
End If
If Calculos.factor_A < 0.0001 Then
    Calculos.glbPresAdm = ((2 * Calculos.factor_A) * 28000000) / (3 * (Calculos.glb diametro /
Calculos.glb pesorcilindro))
Else
    Calculos.glbPresAdm = (4 * Calculos.factor_B) / (3 * (Calculos.glb diametro /
Calculos.glb pesorcilindro))
Do While Calculos.glbPresAdm < Calculos.glb presiondiseño
    Calculos.glb pesorcilindro = Calculos.glb pesorcilindro + (1 / 16)
Frmcal2.Show
Frmcal2.Visible = False
Unload Frmcal2
If material = 0 Then
    frmcal3.Show
    frmcal3.Visible = False
    Unload frmcal3
End If
If material = 1 Then
    frmcal4.Show
    frmcal4.Visible = False
    Unload frmcal4
End If
If material = 2 Then
    frmcal5.Show
    frmcal5.Visible = False
    Unload frmcal5
End If
If material = 3 Then
    frmcal6.Show
    frmcal6.Visible = False
    Unload frmcal6
End If
If material = 4 Then
    frmcal7.Show
    frmcal7.Visible = False

```

```

Unload frmcal7
End If
Calculos.glbPresAdm = (4 * Calculos.factor_B) / (3 * (Calculos.glb diametro /
Calculos.glb espesor cilindro))
Loop
End If
End If
cabezas = 1
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
If cabeza = 1 Then
' ESFUERZO EN LAS CABEZAS
If Calculos.glb interna Then
Calculos.espesor_esferico = ((Calculos.glb presion diseño * Calculos.glb diametro / 2) / _
((2 * Calculos.glb Esfuerzo * Calculos.glb eficiencia Cas) - (0.2 * Calculos.glb presion diseño))) +
-
Calculos.glb Espesor corrosion
Else
Calculos.glb RadCab = (Calculos.glb diametro) / 2
frmcal8.Show
frmcal8.Visible = False
Unload frmcal8
Calculos.espesor_esferico = Calculos.EspesorCabExt
Calculos.factor_A = (0.125) / (Calculos.glb RadCab / Calculos.EspesorCabExt)
If material = 0 Then
frmcal3.Show
frmcal3.Visible = False
Unload frmcal3
End If
If material = 1 Then
frmcal4.Show
frmcal4.Visible = False
Unload frmcal4
End If
If material = 2 Then
frmcal5.Show
frmcal5.Visible = False
Unload frmcal5
End If
If material = 3 Then
frmcal6.Show
frmcal6.Visible = False
Unload frmcal6
End If
If material = 4 Then
frmcal7.Show
frmcal7.Visible = False
Unload frmcal7
End If
If Calculos.factor_A < 0.0001 Then
Calculos.glbPresAdm = ((0.0625) * 28000000) / ((Calculos.glb RadCab / Calculos.espesor_esferico) ^
2)

```

```

Else
  Calculos.glbPresAdm = (Calculos.factor_B) / ((Calculos.glbRadCab / Calculos.espesor_esferico))
Do While Calculos.glbPresAdm < Calculos.glbpresiondiseño
  Calculos.espesor_esferico = Calculos.espesor_esferico + (1 / 16)
  Calculos.factor_A = (0.125) / (Calculos.glbRadCab / Calculos.espesor_esferico)
If material = 0 Then
  frmcal3.Show
  frmcal3.Visible = False
  Unload frmcal3
End If
If material = 1 Then
  frmcal4.Show
  frmcal4.Visible = False
  Unload frmcal4
End If
If material = 2 Then
  frmcal5.Show
  frmcal5.Visible = False
  Unload frmcal5
End If
If material = 3 Then
  frmcal6.Show
  frmcal6.Visible = False
  Unload frmcal6
End If
If material = 4 Then
  frmcal7.Show
  frmcal7.Visible = False
  Unload frmcal7
End If
Calculos.glbPresAdm = (4 * Calculos.factor_B) / (3 * (Calculos.glb diametro /
Calculos.espesor_esferico))
Loop
End If
End If
End If
If cabeza = 2 Then
Calculos.glbRadCab = 0.9 * (Calculos.glb diametro)
' ESPESOR DE CABEZA ELIPSOIDAL
If Calculos.glbinterna Then
Calculos.espesor_elipsoidal = ((Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.glb diametro) / _
((2 * Calculos.glbEsfuerzo * Calculos.glbeficienciaCas) - (0.2 * Calculos.glbpresiondiseño))) +
-
  Calculos.glbEspesorcorrosion
Else
Calculos.glbRadCab = (Calculos.glb diametro) * 0.9
frmcal8.Show
frmcal8.Visible = False
Unload frmcal8
Calculos.espesor_elipsoidal = Calculos.EspesorCabExt
Calculos.factor_A = (0.125) / (Calculos.glbRadCab / Calculos.EspesorCabExt)
If material = 0 Then
  frmcal3.Show

```



```

    frmcal3.Visible = False
    Unload frmcal3
End If
If material = 1 Then
    frmcal4.Show
    frmcal4.Visible = False
    Unload frmcal4
End If
If material = 2 Then
    frmcal5.Show
    frmcal5.Visible = False
    Unload frmcal5
End If
If material = 3 Then
    frmcal6.Show
    frmcal6.Visible = False
    Unload frmcal6
End If
If material = 4 Then
    frmcal7.Show
    frmcal7.Visible = False
    Unload frmcal7
End If
If Calculos.factor_A < 0.0001 Then
    Calculos.glbPresAdm = ((0.0625) * 28000000) / (((Calculos.glbRadCab / Calculos.espesor_elipsoidal)
^ 2)
Else
    Calculos.glbPresAdm = (Calculos.factor_B) / (((Calculos.glbRadCab / Calculos.espesor_elipsoidal))
Do While Calculos.glbPresAdm < (Calculos.glbpresiondiseño * 1.67)
    Calculos.espesor_elipsoidal = Calculos.espesor_elipsoidal + (1 / 16)
    Calculos.factor_A = (0.125) / (Calculos.glbRadCab / Calculos.espesor_elipsoidal)
If material = 0 Then
    frmcal3.Show
    frmcal3.Visible = False
    Unload frmcal3
End If
If material = 1 Then
    frmcal4.Show
    frmcal4.Visible = False
    Unload frmcal4
End If
If material = 2 Then
    frmcal5.Show
    frmcal5.Visible = False
    Unload frmcal5
End If
If material = 3 Then
    frmcal6.Show
    frmcal6.Visible = False
    Unload frmcal6
End If
If material = 4 Then
    frmcal7.Show

```

```

    frmcal7.Visible = False
    Unload frmcal7
End If
Calculos.glbPresAdm = (4 * Calculos.factor_B) / (3 * (Calculos.glb diametro /
Calculos.espesor_elipsoidal))
Loop
End If
End If
End If
    If glbSigue Then Frmmaplanas.Show
End Sub

```

### ***Frmcall***

```

Public Sub Form_Load()
frmcal1.Visible = False
    Dim i As Integer
    Dim col As Integer
    Dim fil As Integer
    Dim var1 As Double
    Dim var2 As Double
    Dim Text3 As Double
    Dim Text4 As Double
    var2 = 0
    var2 = ((Calculos.gblongitud * 12) / (Calculos.glb diametro))
    If var2 > 10 Then
    var2 = 10
    End If
    Text3 = var2
    datAceros2.Row = 0
    For i = 0 To 14
    var1 = datAceros2.Columns(i).Text
    If var1 >= var2 Then
    col = i
    i = 14
    End If
    Next
    fil = 0
    datAceros2.Row = 0
    Text4 = Calculos.glbtemperatura
    For i = 0 To 5
    datAceros2.Row = i
    var1 = datAceros2.Columns(0).Text
    var2 = Calculos.glbtemperatura
    If var1 >= var2 Then
    fil = i
    i = 5
    End If
    Next
    datAceros2.Row = fil
    Dim valor1 As Double 'xi
    Dim valor2 As Double 'xi-1
    Dim valor3 As Double 'yj
    Dim valor4 As Double 'yj-1
    Dim valor5 As Double 'fxi,yj

```

```

Dim valor6 As Double 'fxi,yj-1
Dim valor7 As Double 'fxi-1,yj
Dim valor8 As Double 'fxi-1,yj-1
Dim valor9 As Double 'x
Dim valor10 As Double 'y
valor1 = 0
valor2 = 0
valor3 = 0
valor4 = 0
valor5 = 0
valor6 = 0
valor7 = 0
valor8 = 0
valor9 = 0
valor10 = 0
Calculos.glbDsobreT = 0
valor9 = Text4
valor10 = Text3
datAceros2.Row = fil
valor1 = datAceros2.Columns(0).Text
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor2 = datAceros2.Columns(0).Text
End If
datAceros2.Row = 0
valor3 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor4 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
datAceros2.Row = fil
valor5 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor6 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor7 = datAceros2.Columns(col).Text
    If col > 0 Then
        valor8 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
    End If
End If
Calculos.glbDsobreT = (1 / ((valor1 - valor2) * (valor3 - valor4))) * _
(((valor1 - valor9) * (valor3 - valor10) * (valor8)) + _
((valor1 - valor9) * (valor10 - valor4) * (valor7)) + _
((valor9 - valor2) * (valor3 - valor10) * (valor6)) + _
((valor9 - valor2) * (valor10 - valor4) * (valor5)))
Calculos.glbDspesorcilindro = Calculos.glbDdiametro / Calculos.glbDsobreT
End Sub

```

### ***Frmcal2***

```

Public Sub Form_Load()
Frmcal2.Visible = False
On Error GoTo error_datos
Dim i As Integer

```

```

Dim col As Integer
Dim fil As Integer
Dim var1 As Double
Dim var2 As Double
Dim Text3 As Double
Dim Text4 As Double
var2 = (Calculos.glblongitud * 12) / Calculos.glb diametro
Text3 = var2
datAceros2.Row = 0
For i = 0 To 16
    var1 = datAceros2.Columns(i).Text
    If var1 >= var2 Then
        col = i
        i = 16
    End If
Next
fil = 0
datAceros2.Row = 0
Text4 = Calculos.glbDsobreT
For i = 0 To 24
    datAceros2.Row = i
    var1 = datAceros2.Columns(0).Text
    var2 = Calculos.glbDsobreT
    If var1 >= var2 Then
        fil = i
        i = 24
    End If
Next
datAceros2.Row = fil
Dim valor1 As Double 'xi
Dim valor2 As Double 'xi-1
Dim valor3 As Double 'yj
Dim valor4 As Double 'yj-1
Dim valor5 As Double 'fxi,yj
Dim valor6 As Double 'fxi,yj-1
Dim valor7 As Double 'fxi-1,yj
Dim valor8 As Double 'fxi-1,yj-1
Dim valor9 As Double 'x
Dim valor10 As Double 'y
valor1 = 0
valor2 = 0
valor3 = 0
valor4 = 0
valor5 = 0
valor6 = 0
valor7 = 0
valor8 = 0
valor9 = 0
valor10 = 0
Calculos.factor_A = 0
valor9 = Text4
valor10 = Text3
datAceros2.Row = fil

```

```

valor1 = datAceros2.Columns(0).Text
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor2 = datAceros2.Columns(0).Text
End If
datAceros2.Row = 0
valor3 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor4 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
datAceros2.Row = fil
valor5 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor6 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor7 = datAceros2.Columns(col).Text
    If col > 0 Then
        valor8 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
    End If
End If
Calculos.factor_A = (1 / ((valor1 - valor2) * (valor3 - valor4))) * _
(((valor1 - valor9) * (valor3 - valor10) * (valor8)) + _
((valor1 - valor9) * (valor10 - valor4) * (valor7)) + _
((valor9 - valor2) * (valor3 - valor10) * (valor6)) + _
((valor9 - valor2) * (valor10 - valor4) * (valor5)))
Exit Sub
error_datos:
MsgBox Error, 16, "Error en ingreso de datos, corregir Longitud, Diametro y Espesor"
End Sub

```

### ***Frmcal3***

```

Public Sub Form_Load()
    frmcal3.Visible = False
    On Error GoTo error_datos
    Dim i As Integer
    Dim col As Integer
    Dim fil As Integer
    Dim var1 As Double
    Dim var2 As Double
    Dim Text3 As Double
    Dim Text4 As Double
    var2 = Calculos.glbtemperatura
    Text3 = var2
    datAceros2.Row = 0
    For i = 0 To 5
        var1 = datAceros2.Columns(i).Text
        If var1 >= var2 Then
            col = i
            i = 5
        End If
    Next
    fil = 0

```

```

datAceros2.Row = 0
Text4 = Calculos.factor_A
For i = 0 To 15
datAceros2.Row = i
  var1 = datAceros2.Columns(0).Text
  var2 = Calculos.factor_A
  If var1 >= var2 Then
    fil = i
    i = 15
  End If
Next
datAceros2.Row = fil
Dim valor1 As Double 'xi
Dim valor2 As Double 'xi-1
Dim valor3 As Double 'yj
Dim valor4 As Double 'yj-1
Dim valor5 As Double 'fxi,yj
Dim valor6 As Double 'fxi,yj-1
Dim valor7 As Double 'fxi-1,yj
Dim valor8 As Double 'fxi-1,yj-1
Dim valor9 As Double 'x
Dim valor10 As Double 'y
valor1 = 0
valor2 = 0
valor3 = 0
valor4 = 0
valor5 = 0
valor6 = 0
valor7 = 0
valor8 = 0
valor9 = 0
valor10 = 0
Calculos.factor_B = 0
valor9 = Text4
valor10 = Text3
datAceros2.Row = fil
valor1 = datAceros2.Columns(0).Text
If fil > 0 Then
  datAceros2.Row = fil - 1
  valor2 = datAceros2.Columns(0).Text
End If
datAceros2.Row = 0
valor3 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
  valor4 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
datAceros2.Row = fil
valor5 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
  valor6 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
If fil > 0 Then
  datAceros2.Row = fil - 1

```

```

valor7 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor8 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
End If
Calculos.factor_B = (1 / ((valor1 - valor2) * (valor3 - valor4))) * _
(((valor1 - valor9) * (valor3 - valor10) * (valor8)) + _
((valor1 - valor9) * (valor10 - valor4) * (valor7)) + _
((valor9 - valor2) * (valor3 - valor10) * (valor6)) + _
((valor9 - valor2) * (valor10 - valor4) * (valor5)))
Exit Sub
error_datos:
MsgBox Error, 16, "Error en ingreso de datos, corregir Longitud, Diametro y Espesor"
End Sub

```

### ***Frmcal3***

```

Public Sub Form_Load()
frmcal4.Visible = False
On Error GoTo error_datos
Dim i As Integer
Dim col As Integer
Dim fil As Integer
Dim var1 As Double
Dim var2 As Double
Dim Text3 As Double
Dim Text4 As Double
var2 = Calculos.glbtemperatura
Text3 = var2
datAceros2.Row = 0
For i = 0 To 5
    var1 = datAceros2.Columns(i).Text
    If var1 >= var2 Then
        col = i
        i = 5
    End If
Next
fil = 0
datAceros2.Row = 0
Text4 = Calculos.factor_A
For i = 0 To 16
    datAceros2.Row = i
    var1 = datAceros2.Columns(0).Text
    var2 = Calculos.factor_A
    If var1 >= var2 Then
        fil = i
        i = 16
    End If
Next
datAceros2.Row = fil
Dim valor1 As Double 'xi
Dim valor2 As Double 'xi-1
Dim valor3 As Double 'yj
Dim valor4 As Double 'yj-1
Dim valor5 As Double 'fxi,yj

```

```

Dim valor6 As Double 'fxi,yj-1
Dim valor7 As Double 'fxi-1,yj
Dim valor8 As Double 'fxi-1,yj-1
Dim valor9 As Double 'x
Dim valor10 As Double 'y
valor1 = 0
valor2 = 0
valor3 = 0
valor4 = 0
valor5 = 0
valor6 = 0
valor7 = 0
valor8 = 0
valor9 = 0
valor10 = 0
Calculos.factor_B = 0
valor9 = Text4
valor10 = Text3
datAceros2.Row = fil
valor1 = datAceros2.Columns(0).Text
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor2 = datAceros2.Columns(0).Text
End If
datAceros2.Row = 0
valor3 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor4 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
datAceros2.Row = fil
valor5 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor6 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor7 = datAceros2.Columns(col).Text
    If col > 0 Then
        valor8 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
    End If
End If
Calculos.factor_B = (1 / (((valor1 - valor2) * (valor3 - valor4))) * _
(((valor1 - valor9) * (valor3 - valor10) * (valor8)) + _
((valor1 - valor9) * (valor10 - valor4) * (valor7)) + _
((valor9 - valor2) * (valor3 - valor10) * (valor6)) + _
((valor9 - valor2) * (valor10 - valor4) * (valor5))))
Exit Sub
error_datos:
MsgBox Error, 16, "Error en ingreso de datos, corregir Longitud, Diametro y Espesor"
End Sub
Frmcal4
Public Sub Form_Load()
frmcal4.Visible = False

```



```

On Error GoTo error_datos
Dim i As Integer
Dim col As Integer
Dim fil As Integer
Dim var1 As Double
Dim var2 As Double
Dim Text3 As Double
Dim Text4 As Double
var2 = Calculos.glbtemperatura
Text3 = var2
datAceros2.Row = 0
For i = 0 To 5
var1 = datAceros2.Columns(i).Text
If var1 >= var2 Then
col = i
i = 5
End If
Next
fil = 0
datAceros2.Row = 0
Text4 = Calculos.factor_A
For i = 0 To 16
datAceros2.Row = i
var1 = datAceros2.Columns(0).Text
var2 = Calculos.factor_A
If var1 >= var2 Then
fil = i
i = 16
End If
Next
datAceros2.Row = fil
Dim valor1 As Double 'xi
Dim valor2 As Double 'xi-1
Dim valor3 As Double 'yj
Dim valor4 As Double 'yj-1
Dim valor5 As Double 'fxi,yj
Dim valor6 As Double 'fxi,yj-1
Dim valor7 As Double 'fxi-1,yj
Dim valor8 As Double 'fxi-1,yj-1
Dim valor9 As Double 'x
Dim valor10 As Double 'y
valor1 = 0
valor2 = 0
valor3 = 0
valor4 = 0
valor5 = 0
valor6 = 0
valor7 = 0
valor8 = 0
valor9 = 0
valor10 = 0
Calculos.factor_B = 0
valor9 = Text4

```

```

valor10 = Text3
datAceros2.Row = fil
valor1 = datAceros2.Columns(0).Text
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor2 = datAceros2.Columns(0).Text
End If
datAceros2.Row = 0
valor3 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor4 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
datAceros2.Row = fil
valor5 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor6 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor7 = datAceros2.Columns(col).Text
    If col > 0 Then
        valor8 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
    End If
End If
Calculos.factor_B = (1 / ((valor1 - valor2) * (valor3 - valor4))) * _
(((valor1 - valor9) * (valor3 - valor10) * (valor8)) + _
((valor1 - valor9) * (valor10 - valor4) * (valor7)) + _
((valor9 - valor2) * (valor3 - valor10) * (valor6)) + _
((valor9 - valor2) * (valor10 - valor4) * (valor5)))
Exit Sub
error_datos:
MsgBox Error, 16, "Error en ingreso de datos, corregir Longitud, Diametro y Espesor"
End Sub
Frmcal5
Public Sub Form_Load()
frmcal5.Visible = False
On Error GoTo error_datos
Dim i As Integer
Dim col As Integer
Dim fil As Integer
Dim var1 As Double
Dim var2 As Double
Dim Text3 As Double
Dim Text4 As Double
var2 = Calculos.glbtemperatura
Text3 = var2
datAceros2.Row = 0
For i = 0 To 5
    var1 = datAceros2.Columns(i).Text
    If var1 >= var2 Then
        col = i
        i = 5
    End If

```

```

Next
fil = 0
datAceros2.Row = 0
Text4 = Calculos.factor_A
For i = 0 To 14
datAceros2.Row = i
  var1 = datAceros2.Columns(0).Text
  var2 = Calculos.factor_A
  If var1 >= var2 Then
    fil = i
    i = 14
  End If
Next
datAceros2.Row = fil
Dim valor1 As Double 'xi
Dim valor2 As Double 'xi-1
Dim valor3 As Double 'yj
Dim valor4 As Double 'yj-1
Dim valor5 As Double 'fxi,yj
Dim valor6 As Double 'fxi,yj-1
Dim valor7 As Double 'fxi-1,yj
Dim valor8 As Double 'fxi-1,yj-1
Dim valor9 As Double 'x
Dim valor10 As Double 'y
valor1 = 0
valor2 = 0
valor3 = 0
valor4 = 0
valor5 = 0
valor6 = 0
valor7 = 0
valor8 = 0
valor9 = 0
valor10 = 0
Calculos.factor_B = 0
valor9 = Text4
valor10 = Text3
datAceros2.Row = fil
valor1 = datAceros2.Columns(0).Text
If fil > 0 Then
  datAceros2.Row = fil - 1
  valor2 = datAceros2.Columns(0).Text
End If
datAceros2.Row = 0
valor3 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
  valor4 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
datAceros2.Row = fil
valor5 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
  valor6 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If

```

```

If fil > 0 Then
  datAceros2.Row = fil - 1
  valor7 = datAceros2.Columns(col).Text
  If col > 0 Then
    valor8 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
  End If
End If
Calculos.factor_B = (1 / ((valor1 - valor2) * (valor3 - valor4))) * _
(((valor1 - valor9) * (valor3 - valor10) * (valor8)) + _
((valor1 - valor9) * (valor10 - valor4) * (valor7)) + _
((valor9 - valor2) * (valor3 - valor10) * (valor6)) + _
((valor9 - valor2) * (valor10 - valor4) * (valor5)))
Exit Sub
error_datos:
MsgBox Error, 16, "Error en ingreso de datos, corregir Longitud, Diametro y Espesor"
End Sub

```

### ***Frmcal6***

```

Public Sub Form_Load()
  frmcal6.Visible = False
  On Error GoTo error_datos
  Dim i As Integer
  Dim col As Integer
  Dim fil As Integer
  Dim var1 As Double
  Dim var2 As Double
  Dim Text3 As Double
  Dim Text4 As Double
  var2 = Calculos.glbtemperatura
  Text3 = var2
  datAceros2.Row = 0
  For i = 0 To 4 'aqui numero de columnas
    var1 = datAceros2.Columns(i).Text
    If var1 >= var2 Then
      col = i
      i = 4 'aqui numero de columnas
    End If
  Next
  fil = 0
  datAceros2.Row = 0
  Text4 = Calculos.factor_A
  For i = 0 To 9 'aqui numero de filas
    datAceros2.Row = i
    var1 = datAceros2.Columns(0).Text
    var2 = Calculos.factor_A
    If var1 >= var2 Then
      fil = i
      i = 9 'aqui numero de filas
    End If
  Next
  datAceros2.Row = fil
  Dim valor1 As Double 'xi
  Dim valor2 As Double 'xi-1
  Dim valor3 As Double 'yj

```

```

Dim valor4 As Double 'yj-1
Dim valor5 As Double 'fxi,yj
Dim valor6 As Double 'fxi,yj-1
Dim valor7 As Double 'fxi-1,yj
Dim valor8 As Double 'fxi-1,yj-1
Dim valor9 As Double 'x
Dim valor10 As Double 'y
valor1 = 0
valor2 = 0
valor3 = 0
valor4 = 0
valor5 = 0
valor6 = 0
valor7 = 0
valor8 = 0
valor9 = 0
valor10 = 0
Calculos.factor_B = 0
valor9 = Text4
valor10 = Text3
datAceros2.Row = fil
valor1 = datAceros2.Columns(0).Text
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor2 = datAceros2.Columns(0).Text
End If
datAceros2.Row = 0
valor3 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor4 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
datAceros2.Row = fil
valor5 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor6 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor7 = datAceros2.Columns(col).Text
    If col > 0 Then
        valor8 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
    End If
End If
Calculos.factor_B = (1 / ((valor1 - valor2) * (valor3 - valor4))) * _
(((valor1 - valor9) * (valor3 - valor10) * (valor8)) + _
((valor1 - valor9) * (valor10 - valor4) * (valor7)) + _
((valor9 - valor2) * (valor3 - valor10) * (valor6)) + _
((valor9 - valor2) * (valor10 - valor4) * (valor5)))
Exit Sub
error_datos:
MsgBox Error, 16, "Error en ingreso de datos, corregir Longitud, Diametro y Espesor"
End Sub

```

***Frmcal7***

```

Public Sub Form_Load()
frmcal7.Visible = False
On Error GoTo error_datos
Dim i As Integer
Dim col As Integer
Dim fil As Integer
Dim var1 As Double
Dim var2 As Double
Dim Text3 As Double
Dim Text4 As Double
var2 = Calculos.glbtemperatura
Text3 = var2
datAccros2.Row = 0
For i = 0 To 5
var1 = datAccros2.Columns(i).Text
If var1 >= var2 Then
col = i
i = 5
End If
Next
fil = 0
datAccros2.Row = 0
Text4 = Calculos.factor_A
For i = 0 To 7
datAccros2.Row = i
var1 = datAccros2.Columns(0).Text
var2 = Calculos.factor_A
If var1 >= var2 Then
fil = i
i = 7
End If
Next
datAccros2.Row = fil
Dim valor1 As Double 'xi
Dim valor2 As Double 'xi-1
Dim valor3 As Double 'yj
Dim valor4 As Double 'yj-1
Dim valor5 As Double 'fxi,yj
Dim valor6 As Double 'fxi,yj-1
Dim valor7 As Double 'fxi-1,yj
Dim valor8 As Double 'fxi-1,yj-1
Dim valor9 As Double 'x
Dim valor10 As Double 'y
valor1 = 0
valor2 = 0
valor3 = 0
valor4 = 0
valor5 = 0
valor6 = 0
valor7 = 0
valor8 = 0
valor9 = 0

```

```

valor10 = 0
Calculos.factor_B = 0
valor9 = Text4
valor10 = Text3
datAceros2.Row = fil
valor1 = datAceros2.Columns(0).Text
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor2 = datAceros2.Columns(0).Text
End If
datAceros2.Row = 0
valor3 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor4 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
datAceros2.Row = fil
valor5 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor6 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor7 = datAceros2.Columns(col).Text
    If col > 0 Then
        valor8 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
    End If
End If
Calculos.factor_B = (1 / ((valor1 - valor2) * (valor3 - valor4))) * _
(((valor1 - valor9) * (valor3 - valor10) * (valor8)) + _
((valor1 - valor9) * (valor10 - valor4) * (valor7)) + _
((valor9 - valor2) * (valor3 - valor10) * (valor6)) + _
((valor9 - valor2) * (valor10 - valor4) * (valor5)))
Exit Sub
error_datos:
MsgBox Error, 16, "Error en ingreso de datos, corregir Longitud, Diametro y Espesor"
End Sub

```

### ***Frmcal8***

```

Public Sub Form_Load()
frmcal8.Visible = False
On Error GoTo error_datos
Dim i As Integer
Dim col As Integer
Dim fil As Integer
Dim var1 As Double
Dim var2 As Double
Dim Text3 As Double
Dim Text4 As Double
var2 = Calculos.glbtemperatura
If var2 < 300 Then
var2 = 300
End If
Text3 = var2

```

```

datAceros2.Row = 0
For i = 0 To 5
var1 = datAceros2.Columns(i).Text
If var1 >= var2 Then
col = i
i = 5
End If
Next
fil = 0
datAceros2.Row = 0
Text4 = Calculos.glbRadCab
For i = 0 To 2
datAceros2.Row = i
var1 = datAceros2.Columns(0).Text
var2 = Calculos.glbRadCab
If var1 >= var2 Then
fil = i
i = 2
End If
Next
datAccros2.Row = fil
Dim valor1 As Double 'xi
Dim valor2 As Double 'xi-1
Dim valor3 As Double 'yj
Dim valor4 As Double 'yj-1
Dim valor5 As Double 'fxi,yj
Dim valor6 As Double 'fxi,yj-1
Dim valor7 As Double 'fxi-1,yj
Dim valor8 As Double 'fxi-1,yj-1
Dim valor9 As Double 'x
Dim valor10 As Double 'y
valor1 = 0
valor2 = 0
valor3 = 0
valor4 = 0
valor5 = 0
valor6 = 0
valor7 = 0
valor8 = 0
valor9 = 0
valor10 = 0
Calculos.EspesorCabExt = 0
valor9 = Text4
valor10 = Text3
datAceros2.Row = fil
valor1 = datAceros2.Columns(0).Text
If fil > 0 Then
datAceros2.Row = fil - 1
valor2 = datAceros2.Columns(0).Text
End If
datAceros2.Row = 0
valor3 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then

```



```

valor4 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
datAceros2.Row = fil
valor5 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
valor6 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
If fil > 0 Then
datAceros2.Row = fil - 1
valor7 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
valor8 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
End If
Calculos.EspesorCabExt = (1 / ((valor1 - valor2) * (valor3 - valor4))) * ( _
((valor1 - valor9) * (valor3 - valor10) * (valor8)) + _
((valor1 - valor9) * (valor10 - valor4) * (valor7)) + _
((valor9 - valor2) * (valor3 - valor10) * (valor6)) + _
((valor9 - valor2) * (valor10 - valor4) * (valor5))))
Exit Sub
error_datos:
MsgBox Error, 16, "Error en ingreso de datos, corregir Longitud, Diametro y Espesor"
End Sub

```

### ***FrmCilindri***

```

Private Sub Command1_Click()
If Option4 Then cil = 1
If Option5 Then cil = 2
If Option6 Then cil = 3
If Option12 Then cil = 4
If Option11 Then cil = 5
If Option10 Then cil = 6
If Option7 Then cas = 1
If Option8 Then cas = 2
If Option9 Then cas = 3
If Option15 Then cas = 4
If Option14 Then cas = 5
If Option13 Then cas = 6
Unload Me
Frmcabezas.Show
End Sub
Private Sub Command2_Click()
Unload Me
frmtabla.Show
End Sub
Private Sub Form_Load()
Option4 = True
Option7 = True
Radiografiado.ListIndex = 0
Combo1.ListIndex = 0
Calculos.longitud = Calculos.glblongitud
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
'-----

```

```
If Option4 Then
  If Radiografiado.ListIndex = 0 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 1
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 1 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.85
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 2 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.7
  End If
End If
```

---

```
If Option5 Then
  If Radiografiado.ListIndex = 0 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.9
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 1 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.8
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 2 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.65
  End If
End If
```

---

```
If Option6 Then
  If Radiografiado.ListIndex = 0 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.6
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 1 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.6
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 2 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.6
  End If
End If
```

---

```
If Option12 Then
  If Radiografiado.ListIndex = 0 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.55
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 1 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.55
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 2 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.55
  End If
End If
```

---

```
If Option11 Then
  If Radiografiado.ListIndex = 0 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.5
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 1 Then
```

```
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.5
End If
If Radiografiado.ListIndex = 2 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.5
End If
End If
```

---

```
If Option10 Then
If Radiografiado.ListIndex = 0 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.45
End If
If Radiografiado.ListIndex = 1 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.45
End If
If Radiografiado.ListIndex = 2 Then
    Calculos.glbeficienciaCil = 0.45
End If
End If
```

---

```
If Option7 Then
If Radiografiado.ListIndex = 0 Then
    Calculos.glbeficienciaCas = 1
End If
If Radiografiado.ListIndex = 1 Then
    Calculos.glbeficienciaCas = 0.85
End If
If Radiografiado.ListIndex = 2 Then
    Calculos.glbeficienciaCas = 0.7
End If
End If
```

---

```
If Option8 Then
If Radiografiado.ListIndex = 0 Then
    Calculos.glbeficienciaCas = 0.9
End If
If Radiografiado.ListIndex = 1 Then
    Calculos.glbeficienciaCas = 0.8
End If
If Radiografiado.ListIndex = 2 Then
    Calculos.glbeficienciaCas = 0.65
End If
End If
```

---

```
If Option9 Then
If Radiografiado.ListIndex = 0 Then
    Calculos.glbeficienciaCas = 0.6
End If
If Radiografiado.ListIndex = 1 Then
    Calculos.glbeficienciaCas = 0.6
End If
If Radiografiado.ListIndex = 2 Then
    Calculos.glbeficienciaCas = 0.6
End If
```

```
End If
```

```
-----
If Option15 Then
  If Radiografiado.ListIndex = 0 Then
    Calculos.glbecienciaCas = 0.55
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 1 Then
    Calculos.glbecienciaCas = 0.55
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 2 Then
    Calculos.glbecienciaCas = 0.55
  End If
End If
```

```
-----
If Option14 Then
  If Radiografiado.ListIndex = 0 Then
    Calculos.glbecienciaCas = 0.5
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 1 Then
    Calculos.glbecienciaCas = 0.5
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 2 Then
    Calculos.glbecienciaCas = 0.5
  End If
End If
```

```
-----
If Option13 Then
  If Radiografiado.ListIndex = 0 Then
    Calculos.glbecienciaCas = 0.45
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 1 Then
    Calculos.glbecienciaCas = 0.45
  End If
  If Radiografiado.ListIndex = 2 Then
    Calculos.glbecienciaCas = 0.45
  End If
End If
If Combo1.ListIndex = 0 Then
End If
If Option2 Then
  Calculos.glbecienciaCas = 1
End If
If Option1 Then
  Calculos.glbecienciaCil = 1
End If
End Sub
```

```
Private Sub optCilSoldado_Click()
  Radiografiado.Enabled = True
  Picture3.Enabled = True
  Picture4.Enabled = True
  Picture5.Enabled = True
  Picture11.Enabled = True
  Picture10.Enabled = True
```

```
Picture9.Enabled = True
Option4.Enabled = True
Option5.Enabled = True
Option6.Enabled = True
Option12.Enabled = True
Option11.Enabled = True
Option10.Enabled = True
End Sub
Private Sub Option1_Click()
    Radiografiado.Enabled = False
    Picture3.Enabled = False
    Picture4.Enabled = False
    Picture5.Enabled = False
    Picture11.Enabled = False
    Picture10.Enabled = False
    Picture9.Enabled = False
    Option4.Enabled = False
    Option5.Enabled = False
    Option6.Enabled = False
    Option12.Enabled = False
    Option11.Enabled = False
    Option10.Enabled = False
End Sub
Private Sub Option2_Click()
    Combo1.Enabled = False
    Picture6.Enabled = False
    Picture7.Enabled = False
    Picture8.Enabled = False
    Picture14.Enabled = False
    Picture13.Enabled = False
    Picture12.Enabled = False
    Option7.Enabled = False
    Option8.Enabled = False
    Option9.Enabled = False
    Option15.Enabled = False
    Option14.Enabled = False
    Option13.Enabled = False
End Sub
Private Sub Option3_Click()
    Combo1.Enabled = True
    Picture6.Enabled = True
    Picture7.Enabled = True
    Picture8.Enabled = True
    Picture14.Enabled = True
    Picture13.Enabled = True
    Picture12.Enabled = True
    Option7.Enabled = True
    Option8.Enabled = True
    Option9.Enabled = True
    Option15.Enabled = True
    Option14.Enabled = True
    Option13.Enabled = True
End Sub
```

***Frmdaadi***

```

Private Sub Command1_Click()
    Unload Me
    Frmcazas.Show
End Sub
Private Sub Command2_Click()
If (Not Option1.Value) And (Not Option2.Value) Then
    Exit Sub
End If
If (Option1.Value) And (Not Calculos.glbinterna) Then
If (Val(Text4.Text) <= 0) Or (Val(Text5.Text) <= 0) Or (Val(Text4.Text) > Calculos.glbdiametro) Or
(Val(Text5.Text) > 60) Then
    MsgBox "Error en ingreso", vbCritical, "Mensaje"
    Text4.Text = 0
    Text5.Text = 0
    Text4.SetFocus
    Exit Sub
Else
    Calculos.glba = Val(Text5.Text)
    Calculos.glbDiamPeq = Val(Text4.Text)
End If
End If
Calculos.glblongplato = Val(Text2.Text)
Calculos.glbradcurvatura = Val(Text3.Text)
If Calculos.glbinterna Then
    Calculos.glba = Val(Text1.Text)
    Calculos.glbDiamPeq = Val(Text6.Text)
End If
If Calculos.glbinterna Then
If (Option1.Value) Then
If (Val(Text1.Text) < 0) Or (Val(Text1.Text) > 30) Or (Val(Text6.Text) < 0) Or (Val(Text6.Text) >=
Calculos.glbdiametro) Then
    MsgBox "Error en ingreso", vbCritical, "Mensaje"
    Text1.Text = ""
    Text6.Text = ""
    Text1.SetFocus
    Exit Sub
Else
' ESPESOR DE CABEZA CONICA
If (Calculos.glbinterna) And (Option1.Value) Then
    Calculos.espesor_conico = ((Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.glbdiametro) / _
((2 * Cos(Calculos.glba * 3.1416 / 180)) * ((Calculos.glbEsfuerzo * Calculos.glbEficienciaCas) _
- (0.6 * glbpresiondiseño)))) + _
    Calculos.glbEspesorcorrosion
    Calculos.glbLongCono = ((Calculos.glbdiametro / 2) - (Calculos.glbDiamPeq / 2)) /
Tan(Calculos.glba * 3.1416 / 180)
Else
    End If
    Unload Me
End If
    Unload Me
End If
End If

```

```

If (Calculos.glbinterna) And (Option2.Value) Then
If (Calculos.glblongplato / Calculos.glbradcurvatura) = (16 + (2 / 3)) Then
' ESPESOR DE CABEZA TORISFERICA CUANDO L/r= 16 2/3
Calculos.espesor_torisferico = ((0.885 * Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.glblongplato) / _
    ((Calculos.glbEsfuerzo * Calculos.glbEficienciaCas) - (0.1 * Calculos.glbpresiondiseño))) + _
    Calculos.glbEspesorcorrosion
End If
If Calculos.glblongplato / Calculos.glbradcurvatura < (16 + (2 / 3)) Then
' ESPESOR DE CABEZA TORISFERICA CUANDO L/r < 16 2/3
Calculos.factor_m = (1 / 4) * (3 + Sqr(Calculos.glblongplato / Calculos.glbradcurvatura))

Calculos.espesor_torisferico = ((Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.glblongplato *
Calculos.factor_m) / _
    (2 * Calculos.glbEsfuerzo * Calculos.glbEficienciaCas - 0.2 * Calculos.glbpresiondiseño)) + _
    Calculos.glbEspesorcorrosion
End If
End If
If (Option1.Value) And (Not Calculos.glbinterna) Then
Calculos.glbLongCono = ((Calculos.glbd diametro / 2) - (Calculos.glbDiamPeq / 2)) /
Tan(Calculos.glba * 3.1416 / 180)
Calculos.glbLE = (Calculos.glbLongCono / 2) * (1 + (Calculos.glbDiamPeq / Calculos.glbd diametro))
Calculos.espesor_conico = 0.25
Calculos.glbTE = Cos(Calculos.glba * 3.1416 / 180)
Calculos.glbTE = (Calculos.espesor_conico * Cos((Calculos.glba * (2 * 3.1416)) / 360))
Calculos.longitud = Calculos.glblongitud
Calculos.glblongitud = Calculos.glbLE
Calculos.aux = Calculos.glbD sobre T
Calculos.glbD sobre T = Calculos.glbd diametro / Calculos.glbTE
Frmcal2.Show
Unload Frmcal2
If material = 0 Then
    frmcal3.Show
    Unload frmcal3
End If
If material = 1 Then
    frmcal4.Show
    Unload frmcal4
End If
If material = 2 Then
    frmcal5.Show
    Unload frmcal5
End If
If material = 3 Then
    frmcal6.Show
    Unload frmcal6
End If
If material = 4 Then
    frmcal7.Show
    Unload frmcal7
End If
Calculos.glbPresAdm = (4 * Calculos.factor_B) / (3 * (Calculos.glbd diametro / Calculos.glbTE))
Do While Calculos.glbPresAdm < Calculos.glbpresiondiseño
    Calculos.espesor_conico = Calculos.espesor_conico + (1 / 16)

```

```

Frmcal2.Show
Unload Frmcal2
If material = 0 Then
    frmcal3.Show
    Unload frmcal3
End If
If material = 1 Then
    frmcal4.Show
    Unload frmcal4
End If
If material = 2 Then
    frmcal5.Show
    Unload frmcal5
End If
If material = 3 Then
    frmcal6.Show
    Unload frmcal6
End If
If material = 4 Then
    frmcal7.Show
    Unload frmcal7
End If
Calculos.glbTE = (Calculos.espesor_conico * Cos((Calculos.glba * (2 * 3.1416)) / 360))
Calculos.glbPresAdm = (4 * Calculos.factor_B) / (3 * (Calculos.glb diametro / Calculos.glbTE))
Loop

End If
If (Not Calculos.glbinterna) And (Option2.Value) Then
Calculos.glbRadCab = Calculos.glb diametro
frmcal8.Show
Unload frmcal8
Calculos.espesor_torisferico = Calculos.EspesorCabExt
Calculos.factor_A = (0.125) / (Calculos.glbRadCab / Calculos.espesor_torisferico)
If material = 0 Then
    frmcal3.Show
    Unload frmcal3
End If
If material = 1 Then
    frmcal4.Show
    Unload frmcal4
End If
If material = 2 Then
    frmcal5.Show
    Unload frmcal5
End If
If material = 3 Then
    frmcal6.Show
    Unload frmcal6
End If
If material = 4 Then
    frmcal7.Show
    Unload frmcal7
End If

```



```

If Calculos.factor_A < 0.0001 Then
  Calculos.glbPresAdm = ((0.0625) * 28000000) / ((Calculos.glbRadCab / Calculos.espesor_torisferico)
^ 2)
Else
  Calculos.glbPresAdm = (Calculos.factor_B) / ((Calculos.glbRadCab / Calculos.espesor_torisferico))
Do While Calculos.glbPresAdm < (Calculos.glbpresiondiseño * 1.67)
  Calculos.espesor_torisferico = Calculos.espesor_torisferico + (1 / 16)
  Calculos.factor_A = (0.125) / (Calculos.glbRadCab / Calculos.espesor_torisferico)
If material = 0 Then
  frmcal3.Show
  Unload frmcal3
End If
If material = 1 Then
  frmcal4.Show
  Unload frmcal4
End If
If material = 2 Then
  frmcal5.Show
  Unload frmcal5
End If
If material = 3 Then
  frmcal6.Show
  Unload frmcal6
End If
If material = 4 Then
  frmcal7.Show
  Unload frmcal7
End If
Calculos.glbPresAdm = (4 * Calculos.factor_B) / (3 * (Calculos.glb diametro /
Calculos.espesor_torisferico))
Loop
End If
End If
Unload Me
FrmPosicion.Show
End Sub
Private Sub Form_Load()
If cabeza = 3 Then
  Option1.Enabled = False
End If
If cabeza = 4 Then
  Option2.Enabled = False
End If
If Not Calculos.glbinterna Then
  Frame1.Visible = False
Else
  Frame1.Visible = True
End If
Text4.Text = 0
Text5.Text = 0
Text2.Enabled = False
Text3.Enabled = False
Label1.Enabled = False

```

```
Label2.Enabled = False
Text1.Enabled = False
Text6.Enabled = False
Label3.Enabled = False
Label7.Enabled = False
Label4.Enabled = False
Option1.Value = False
Option2.Value = False
Frame3.Enabled = False
If Not Calculos.glbinterna Then
    Picture3.Visible = True
    Frame3.Visible = True
Else
    Picture3.Visible = False
    Frame3.Visible = False
End If
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    Calculos.glblongitud = Calculos.longitud
End Sub
Private Sub Option1_Click()
    Text2.Enabled = False
    Text3.Enabled = False
    Label1.Enabled = False
    Label2.Enabled = False
    Option2.Value = False
    Text1.Enabled = True
    Text6.Enabled = True
    Label3.Enabled = True
    Label7.Enabled = True
    Label4.Enabled = True
    Option1.Value = True
    Frame3.Enabled = True
    If Calculos.glbinterna Then
        Text1.SetFocus
    Else
        Text4.SetFocus
    End If
End Sub
Private Sub Option2_Click()
    Text2.Enabled = True
    Text3.Enabled = True
    Label1.Enabled = True
    Label2.Enabled = True
    Option2.Value = True
    Text1.Enabled = False
    Text6.Enabled = False
    Label3.Enabled = False
    Label7.Enabled = False
    Label4.Enabled = False
    Option1.Value = False
    Frame3.Enabled = False
    Text2.SetFocus
```

```

End Sub
Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text1KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Command2.SetFocus
End If
Exit Sub
text1KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Text3.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text3_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text3KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Command2.SetFocus
End If
Exit Sub
text3KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text4_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Text5.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub

```

```

Private Sub Text5_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text3KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Command2.SetFocus
End If
Exit Sub
text3KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
FrmDatos
Dim glbSigue As Boolean
Private Sub CmdAceptar_Click()
glbSigue = True
Unload FrmDatos
End Sub
Private Sub cmdCancelar_Click()
glbregresar = True
glbsalir = False
glbSigue = False
Unload FrmDatos
frmPresion.Show
End Sub
Private Sub Command1_Click()
Unload Me
FrmInicio.Show
End Sub
Private Sub Form_Load()
optPresVol.Value = False
OptPreVolDiam.Value = True
Calculos.opcion = 2
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
If glbSigue Then
If optPresVol.Value Then
Calculos.opcion = 1
FrmPresionyVolumen.Show
ElseIf OptPreVolDiam.Value Then
Calculos.opcion = 2
FrmdiameyLongi.Show
End If
End If
End Sub
Private Sub optPresVol_Click()
OptPreVolDiam.Value = False
optPresVol.Value = True
End Sub
Private Sub OptPreVolDiam_Click()
OptPreVolDiam.Value = True
optPresVol.Value = False

```

End Sub

### ***FrmdiametLongi***

Dim glbSigue As Boolean

Private Sub CmdAceptar\_Click()

On Error GoTo etcCmdAceptar

If Val(txtpresion.Text) <= 0 Or txtpresion.Text = "" Then

    MsgBox "Presion incorrecta", vbCritical, "Mensaje"

    txtpresion.SetFocus

    Exit Sub

End If

If Val(txdiametro.Text) <= 0 Or txdiametro.Text = "" Then

    MsgBox "diametro incorrecto", vbCritical, "Mensaje"

    txtdiametro.SetFocus

    Exit Sub

End If

If Val(txtlongitud.Text) <= 0 Or txtlongitud.Text = "" Then

    MsgBox "longitud incorrecta", vbCritical, "Mensaje"

    txtlongitud.SetFocus

    Exit Sub

End If

Calculos.glbpresiondiseño = Val(txtpresion.Text)

Calculos.glb diametro = Val(txdiametro.Text)

Calculos.gblongitud = Val(txtlongitud.Text)

Calculos.longcon = Calculos.gblongitud

glbSigue = True

Unload Me

Exit Sub

etcCmdAceptar:

MsgBox Error, 16, "Mensaje"

End Sub

Private Sub Command1\_Click()

    glbregresar = True

    glbsalir = False

    glbSigue = False

    Unload Me

    FrmDatos.Show

End Sub

Private Sub Form\_Unload(Cancel As Integer)

    If glbSigue Then FrmresporCorro.Show

End Sub

Private Sub txtpresion\_KeyPress(KeyAscii As Integer)

    On Error GoTo etcPresionKeyPress

    If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then

        KeyAscii = 0

    End If

    If KeyAscii = 13 Then

        If (txtpresion.Text < 0) Or (txtpresion.Text > 1000) Then

            MsgBox "Error en ingreso", vbCritical, "Mensaje"

            txtpresion.Text = ""

            txtpresion.SetFocus

        Else

            txtdiametro.SetFocus

```

End If
End If
Exit Sub
etcPresionKeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub txtdiametro_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo etcPresionKeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    txtlongitud.SetFocus
End If
Exit Sub
etcPresionKeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub txtlongitud_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo etcPresionKeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    cmdAceptar.SetFocus
End If
Exit Sub
etcPresionKeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
FrmDiamPer
Public Sub Form_Load()
Dim i As Integer
Dim col As Integer
Dim fil As Integer
Dim var1 As Double
Dim var2 As Double
fil = 0
datAceros2.Row = 0
For i = 0 To 16
    datAceros2.Row = i
    var1 = datAceros2.Columns(1).Text
    var2 = Calculos.Area1Perno
    If var1 >= var2 Then
        fil = i
        i = 16
    End If
Next
datAceros2.Row = fil
Dim valor5 As Double 'fxi,yj
valor5 = 0

```

```

datAceros2.Row = fil
valor5 = Val(datAceros2.Columns(0).Text)
  datAceros2.Row = fil
  Calculos.ele2 = Val(datAceros2.Columns(2).Text)
  Calculos.ele3 = Val(datAceros2.Columns(3).Text)
  Calculos.ele = Calculos.ele2 + Calculos.ele3 + 1
  Calculos.DiamPerno = valor5
End Sub
FrmEsfPernos
Private Sub cmdregresar_Click()
  FrmFaldones.Show
  Unload Me
End Sub
Private Sub cmdsiguiente_Click()
  frmPerno.Show
  Unload frmPerno
  Calculos.AreaPerno = (3.1416 * ((Calculos.CirBasPer) ^ 2)) / 4
  Calculos.cirper = 3.1416 * Calculos.CirBasPer
  Calculos.TenMax = ((12 * Calculos.Eme) / (Calculos.AreaPerno)) - (Calculos.peso /
(Calculos.cirper))
  Calculos.Area1Perno = (Calculos.TenMax * Calculos.cirper) / (Calculos.EsfPer *
Calculos.numpernos)
  frmDiamPer.Show
  Unload frmDiamPer
  Calculos.AreaDenFaldon = (3.1416 * ((Calculos.glbdiametro) ^ 2)) / 4
  Calculos.CirFaldon = 3.1416 * Calculos.glbdiametro
  Calculos.ele1 = Calculos.ele2 + Calculos.ele3
  Calculos.CompMax = ((12 * Calculos.Eme) / (Calculos.AreaDenFaldon)) - (Calculos.peso /
(Calculos.CirFaldon))
  Calculos.EsfApoyo = (0.32 * Calculos.ele1)
  Calculos.AreaAnilloBase = 0.7854 * (((Calculos.glbdiametro) ^ 2) - ((Calculos.ele1 +
Calculos.glbdiametro) ^ 2))
  Calculos.EsfApoyo = (Calculos.CompMax * Calculos.CirFaldon) / (Calculos.AreaAnilloBase)
  Calculos.EsfFlex = ((3 * Calculos.EsfApoyo * ((Calculos.ele1) ^ 2)) / (Calculos.EsfApoyo) ^ 2)
  If Calculos.EsfFlex > Calculos.EsfPer Then
    MsgBox "Tener en Cuenta que el espesor del anillo base debe aumentarse.", vbCritical,
"Cuidado...!!!"
  End If
  Unload Me
  FrmVeces.Show
End Sub
Private Sub datMateriales_RowColChange(LastRow As Variant, ByVal LastCol As Integer)
On Error GoTo etcrowcolchange
text1.Text = datmateriales.Columns(0)
text2.Text = Format(datmateriales.Columns(1), "#####0")
Calculos.EsfPer = Val(text2.Text)
Exit Sub
etcrowcolchange:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Form_Load()
  glbsalir = True
  datmateriales.Row = 0

```

```

datmateriales.col = 0
text1.Text = datmateriales.Columns(0)
text2.Text = Format(datmateriales.Columns(1), "#####0")
Calculos.EsfPer = Val(text2.Text)
End Sub

```

### ***FrmEspesorCorro***

```

Dim glbSigue As Boolean
Private Sub CmdAceptar_Click()
glbSigue = True
Unload Me
End Sub
Private Sub Form_Load()
Call opt625_Click
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
If glbSigue Then frmtabla.Show
End Sub
Private Sub opt125_Click()
If opt125.Value Then Calculos.glbEspesorcorrosion = 0.125
End Sub
Private Sub opt625_Click()
If opt625.Value Then Calculos.glbEspesorcorrosion = 0.0625
End Sub

```

### ***FrmEspRef***

```

Private Sub Command1_Click()
If cuenta2 = 1 Then
Calculos.espesor_adicional = Val(Text1.Text)
If Calculos.espesor_adicional < 0 Then Text1.SetFocus
AreaAdicional = Area - AreaTotal
Calculos.Diam_adic = AreaAdicional / Calculos.espesor_adicional
Calculos.DiamExTob = Calculos.Diam_adic + (Calculos.EspeBoquilla * 2) +
(Calculos.RadioBoquilla * 2)
If cuenta2 = cuenta Then
frmInforme.Show
Unload frmInforme
Else
cuenta2 = cuenta2 + 1
FrmAber2.Show
End If
Else
If cuenta2 = 2 Then
Calculos.espesor_adicional2 = Val(Text1.Text)
If Calculos.espesor_adicional2 < 0 Then Text1.SetFocus
AreaAdicional = Area - AreaTotal
Calculos.Diam_adic2 = AreaAdicional / Calculos.espesor_adicional2
Calculos.DiamExTob2 = Calculos.Diam_adic2 + (Calculos.EspeBoquilla2 * 2) +
(Calculos.RadioBoquilla2 * 2)
If cuenta2 = cuenta Then
frmInforme.Show
Unload frmInforme
Else
cuenta2 = cuenta2 + 1
FrmAber3.Show

```



```

End If
Else
If cuenta2 = 3 Then
Calculos.espesor_adicional3 = Val(Text1.Text)
If Calculos.espesor_adicional3 < 0 Then Text1.SetFocus
AreaAdicional = Area - AreaTotal
Calculos.Diam_adic3 = AreaAdicional / Calculos.espesor_adicional3
Calculos.DiamExTob3 = Calculos.Diam_adic3 + (Calculos.EspeBoquilla3 * 2) +
(Calculos.RadioBoquilla3 * 2)
If cuenta2 = cuenta Then
frmInforme.Show
Unload frmInforme
Else
cuenta2 = cuenta2 + 1
FrmAber4.Show
End If
Else
If cuenta2 = 4 Then
Calculos.espesor_adicional4 = Val(Text1.Text)
If Calculos.espesor_adicional4 < 0 Then Text1.SetFocus
AreaAdicional = Area - ArcaTotal
Calculos.Diam_adic4 = AreaAdicional / Calculos.espesor_adicional4
Calculos.DiamExTob4 = Calculos.Diam_adic4 + (Calculos.EspeBoquilla4 * 2) +
(Calculos.RadioBoquilla4 * 2)
If cuenta2 = cuenta Then
Unload Me
frmInforme.Show
Unload frmInforme
End If
End If
End If
End If
End If
Unload Me
End Sub
Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
Command1.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
FrmFactorK
Public Sub Form_Load()
On Error GoTo error_datos
Dim i As Integer
Dim col As Integer

```

```

Dim fil As Integer
Dim var1 As Double
Dim var2 As Double
Dim Text3 As Double
Dim Text4 As Double
var2 = Calculos.ang_teta
fil = 0
datAceros2.Row = 0
Text4 = Calculos.ang_teta
For i = 0 To 30
datAceros2.Row = i
var1 = datAceros2.Columns(0).Text
var2 = Calculos.ang_teta
If var1 >= var2 Then
fil = i
i = 30
End If
Next
datAceros2.Row = fil
Calculos.k1 = datAceros2.Columns(1).Text
Calculos.k2 = datAceros2.Columns(2).Text
Calculos.k3 = datAceros2.Columns(3).Text
Calculos.k4 = datAceros2.Columns(4).Text
Calculos.k5 = datAceros2.Columns(5).Text
Calculos.k7 = datAceros2.Columns(6).Text
Calculos.k8 = datAceros2.Columns(7).Text
Exit Sub
error_datos:
MsgBox Error, 16, "Error en ingreso de datos, corregir Longitud, Diametro y Espesor"
End Sub

```

### ***Frmfaldones***

```

Private Sub Command1_Click()
Calculos.eficFaldon = 0.6
Unload Me
End Sub
Private Sub Command2_Click()
Calculos.eficFaldon = 0.45
Unload Me
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
frmpesos.Show
Unload frmpesos
Calculos.peso = (Calculos.pesocabeza * 2) + (Calculos.pesocil * Calculos.Ache)
Calculos.peso = Calculos.peso + (0.2 * Calculos.peso)
Calculos.peso = Calculos.peso + Text1.Text
Calculos.espesor_faldon = ((12 * Calculos.Emete) / (((Calculos.glbdiametro / 2) ^ 2) * 3.1416 *
Calculos.glbEsfuerzo * Calculos.eficFaldon)) + (Calculos.peso / (Calculos.glbdiametro * 3.1416 *
Calculos.glbEsfuerzo * Calculos.eficFaldon))
Calculos.vibra = (0.0000265 * ((Calculos.Ache / Calculos.glbdiametro) ^ 2)) * (Sqr((((Calculos.peso /
Calculos.Ache) * (Calculos.glbdiametro)) / (Calculos.espesor_faldon))))
Calculos.vibrat = (0.8 * (Sqr((Calculos.peso * Calculos.Ache) / (Calculos.cortante * 32.2))))
If Calculos.vibrat < Calculos.vibra Then

```



```

    MsgBox "Tener mucho Cuidado", vbCritical, "Su vibracion admisible es mayor que la vibracion
real...!!"
End If
frmEstPernos.Show
End Sub

```

### ***FrmGri***

```

Public Sub Form_Load()
    Dim i As Integer
    Dim col As Integer
    Dim fil As Integer
    Dim var1 As Double
    Dim var2 As Double
    Dim Text3 As Double
    Dim Text4 As Double
    fil = 0
    datAceros2.Row = 0
    Text4 = Calculos.peso
    For i = 0 To 18
        datAceros2.Row = i
        var1 = datAceros2.Columns(0).Text
        var2 = Calculos.peso
        If var1 >= var2 Then
            fil = i
            i = 18
        End If
    Next
    datAceros2.Row = fil
    Calculos.Camp1 = datAceros2.Columns(1).Text
    Calculos.Camp2 = datAceros2.Columns(2).Text
    Calculos.Camp3 = datAceros2.Columns(3).Text
    Calculos.Camp4 = datAceros2.Columns(4).Text
    Calculos.Camp5 = datAceros2.Columns(5).Text
    Calculos.Camp6 = datAceros2.Columns(6).Text
    Calculos.Camp7 = datAceros2.Columns(7).Text
End Sub

```

### ***FrmHorizontal***

```

Private Sub CmdImprimir_Click()
    CmdImprimir.Visible = False
    Command1.Visible = False
    Me.PrintForm
    CmdImprimir.Visible = True
    Command1.Visible = True
End Sub
Private Sub Command1_Click()
    Unload Me
End Sub
Private Sub Form_Load()
    If cabeza = 1 Then
        Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\piesferico.jpg")
        Text13.Text = Format((Calculos.glbdiametro / 2), "##.#0")
    End If
    If cabeza = 2 Then
        Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\pieliptico.jpg")
    End If

```

```

Text13.Text = Format((Calculos.glb diametro / 4), "##.#0")
End If
If cabeza = 3 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\pitorisferico.jpg")
Text13.Text = Format(Calculos.Ache, "##.#0")
End If
If cabeza = 4 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\piconico.jpg")
Text13.Text = Format(Calculos.glbLongCono, "##.#0")
Frame5.Visible = True
Else
Frame5.Visible = False
End If
If cabeza = 5 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\pia.jpg")
Text13.Text = 0
End If
If cabeza = 6 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\pib.jpg")
Text13.Text = 0
End If
If cabeza = 7 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\pic.jpg")
Text13.Text = 0
End If
If cabeza = 8 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\pid.jpg")
Text13.Text = 0
End If
Picture2.Refresh
If cil = 1 Then Picture6.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef1.jpg")
If cil = 2 Then Picture6.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef2.jpg")
If cil = 3 Then Picture6.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef3.jpg")
If cil = 4 Then Picture6.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef4.jpg")
If cil = 5 Then Picture6.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef5.jpg")
If cil = 6 Then Picture6.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef6.jpg")
Picture6.Refresh
If cas = 1 Then Picture7.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef1.jpg")
If cas = 2 Then Picture7.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef2.jpg")
If cas = 3 Then Picture7.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef3.jpg")
If cas = 4 Then Picture7.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef4.jpg")
If cas = 5 Then Picture7.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef5.jpg")
If cas = 6 Then Picture7.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef6.jpg")
Picture7.Refresh
Calculos.parametro = Calculos.glb pesosorcilindro
frmReal.Show
Unload frmReal
Text1.Text = Calculos.parametro
Text2.Text = Calculos.glb diametro
Text12.Text = Calculos.glb diametro
Text14.Text = Calculos.Espacio_soporte
Text15.Text = Calculos.ancho_soporte
Text16.Text = Calculos.ang_teta

```

```

Text17.Text = Format(Calculos.espesor_soporte, "##.##0")
Text18.Text = Calculos.glbpresiondiseño
Text5.Text = Calculos.EspeBoquilla
Text6.Text = Format(Calculos.trn, "##.##0")
If glbacero = 1 Then
Text61.Text = Calculos.Tipoinoxi
Else
Text61.Text = Calculos.Tipomaterial
End If
Text7.Text = Calculos.t
Text8.Text = Calculos.tr
Text9.Text = Calculos.ExtBoquilla
Text11.Text = Calculos.RadioBoquilla * 2
Text10.Text = Calculos.peso
frmGri.Show
Unload frmGri
If Calculos.DiamExTob + Calculos.Diam_adic <> 0 Then
Label28.Visible = True
Label29.Visible = True
Text19.Visible = True
Text20.Visible = True
Else
Label28.Visible = False
Label29.Visible = False
Text19.Visible = False
Text20.Visible = False
End If
If Calculos.glbinterna Then
Text60.Text = "Interna"
Else
Text60.Text = "Externa"
End If
Text19.Text = Calculos.DiamExTob + Calculos.Diam_adic
Text20.Text = Calculos.espesor_adicional
Calculos.glblongitud = Round(Calculos.glblongitud)
Text3.Text = Calculos.glblongitud
If cabeza = 1 Then
Calculos.parametro = Calculos.espesor_esferico
frmReal.Show
Unload frmReal
Calculos.espesor_esferico = Calculos.parametro
Text4.Text = Calculos.espesor_esferico
End If
If cabeza = 2 Then
Calculos.parametro = Calculos.espesor_elipsoidal
frmReal.Show
Unload frmReal
Calculos.espesor_elipsoidal = Calculos.parametro
Text4.Text = Calculos.espesor_elipsoidal
End If
If cabeza = 3 Then
Calculos.parametro = Calculos.espesor_torisferico
frmReal.Show

```

```

Unload frmReal
Calculos.espesor_torisferico = Calculos.parametro
Text4.Text = Calculos.espesor_torisferico
End If
If cabeza = 4 Then
Text13.Text = Format(Calculos.glbLongCono, "##.#0")
Calculos.parametro = Calculos.espesor_conico
frmRcal.Show
Unload frmReal
Calculos.espesor_conico = Calculos.parametro
Text4.Text = Calculos.espesor_conico
End If
If (cabeza >= 5) And (cabeza <= 8) Then
Text4.Text = Calculos.glbepesortapaA
End If
Text21.Text = Calculos.Camp1
Text22.Text = Calculos.Camp2
Text23.Text = Calculos.Camp3
Text24.Text = Calculos.Camp4
Text25.Text = Calculos.Camp5
Text26.Text = Calculos.Camp6
Text27.Text = Calculos.Camp7
Text53.Text = Calculos.Filete
Text52.Text = Calculos.Filete2
Text66.Text = Calculos.glbDiamPeq
Text67.Text = Calculos.glba
If cuenta >= 2 Then
'abertura 2
Frame2.Visible = True
Text35.Text = Calculos.EspeBoquilla2
Text34.Text = Format(Calculos.trn2, "##.#0")
Text33.Text = t2
Text32.Text = tr2
Text29.Text = Calculos.DiamExTob2 + Calculos.Diam_adic2
Text28.Text = Calculos.espesor_adicional2
Text31.Text = Calculos.ExtBoquilla2
Text30.Text = (Calculos.RadioBoquilla2 * 2)
Text55.Text = Calculos.Filete12
Text54.Text = Calculos.Filete22
If Calculos.DiamExTob2 + Calculos.Diam_adic2 <> 0 Then
Label38.Visible = True
Label39.Visible = True
Text29.Visible = True
Text28.Visible = True
Else
Label38.Visible = False
Label39.Visible = False
Text29.Visible = False
Text28.Visible = False
End If
Else
Frame2.Visible = False
End If

```

```

If cuenta >= 3 Then
'abertura 3
Frame3.Visible = True
Text38.Text = Calculos.EspeBoquilla3
Text39.Text = Format(Calculos.trn3, "##.##0")
Text40.Text = t3
Text41.Text = tr3
Text56.Text = Calculos.DiamExTob3 + Calculos.Diam_adic3
Text57.Text = Calculos.espesor_adicional3
Text42.Text = Calculos.ExtBoquilla3
Text43.Text = (Calculos.RadioBoquilla3 * 2)
Text36.Text = Calculos.Filete3
Text37.Text = Calculos.Filete23
If Calculos.DiamExTob3 + Calculos.Diam_adic3 <> 0 Then
Label88.Visible = True
Label89.Visible = True
Text56.Visible = True
Text57.Visible = True
Else
Label88.Visible = False
Label89.Visible = False
Text56.Visible = False
Text57.Visible = False
End If
Else
Frame3.Visible = False
End If
If cuenta = 4 Then
Frame4.Visible = True
'abertura 4
Text51.Text = Calculos.EspeBoquilla4
Text50.Text = Format(Calculos.trn4, "##.##0")
Text49.Text = t4
Text48.Text = tr4
Text45.Text = Calculos.DiamExTob4 + Calculos.Diam_adic4
Text44.Text = Calculos.espesor_adicional4
Text47.Text = Calculos.ExtBoquilla4
Text46.Text = (Calculos.RadioBoquilla4 * 2)
Text59.Text = Calculos.Filete4
Text58.Text = Calculos.Filete24
If Calculos.DiamExTob4 + Calculos.Diam_adic4 <> 0 Then
Label67.Visible = True
Label66.Visible = True
Text45.Visible = True
Text44.Visible = True
Else
Label67.Visible = False
Label66.Visible = False
Text45.Visible = False
Text44.Visible = False
End If
Else
Frame4.Visible = False

```

```

End If
If cuenta >= 1 Then
  Frame1.Visible = True
Else
  Frame1.Visible = False
End If
End Sub

```

### ***FrmInforme***

```

Private Sub Form_Load()
  If Calculos.verhor = 1 Then
    frmvertical.Show
  Else
    frmHorizontal.Show
  End If
End Sub

```

### ***FrmInicio***

```

Public glbdiametro As Boolean ' INDICADOR PARA FORMA CORROSION
Private Sub Toolbar1_ButtonClick(ByVal Button As MSCComctlLib.Button)
  Select Case Button.Description
  Case "Nuevo"
    FrmIntroduccion.Show
  Case "Salir"
    Unload FrmInicio
  End Select
End Sub
Private Sub vSigue_Click()
  Unload (FrmIntroduccion)
End Sub

```

### ***FrmInoxi***

```

Public glbSigue As Boolean
Public glbregresar As Boolean
Public glbsalir As Boolean
Private Sub cmdregresar_Click()
  glbregresar = True
  glbsalir = False
  glbSigue = False
  Unload FrmInoxi
  frmtabla.Show
End Sub
Private Sub cmdsiguiente_Click()
  glbregresar = False
  glbsalir = False
  Calculos.glbEsfuerzo = Val(Text1.Text)
  glbSigue = True
  Unload Me
End Sub
Private Sub Command1_Click()
  Unload Me
  FrmNuevoInoxi.Show
End Sub
Private Sub dataceros_RowColChange(LastRow As Variant, ByVal LastCol As Integer)

```



```

On Error GoTo etcrowcolchange
Text2.Text = datAceros.Columns(0)
Text1.Text = Format(datAceros.Columns(datAceros.col), "#####0")
Text5.Text = datAceros.Columns(datAceros.col).Caption
Calculos.glbtemperatura = Val(Text5.Text)
Calculos.material = datAceros.Columns(0)
Calculos.cedencia = Val(datAceros.Columns(25).Text)
Exit Sub
etcrowcolchange:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Form_Load()
glbsalir = True
datAceros.Row = 2
datAceros.col = 2
Text2.Text = datAceros.Columns(0)
Text1.Text = Format(datAceros.Columns(datAceros.col), "#####0")
Text5.Text = datAceros.Columns(datAceros.col).Caption
Calculos.glbtemperatura = Val(Text5.Text)
Calculos.material = datAceros.Columns(0)
Calculos.cedencia = Val(datAceros.Columns(25).Text)
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
If Not glbsalir Then
If glbSigue Then
If Calculos.opcion = 1 Then
FrmOptimizacion.Show
End If
If Calculos.opcion = 2 Then
FrmCilindri.Show
End If
End If
If glbregresar Then FrmrespesorCorro.Show
End If
Calculos.Tipoinoxi = Text2.Text
End Sub
FrmIntroduccion
Dim glbSigue As Boolean
Private Sub CmdSigue_Click()
glbSigue = True
Unload FrmIntroduccion
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
If glbSigue Then FrmIntroduccion2.Show
End Sub
Private Sub Txintroduccion_Change()
End Sub
FrmIntroduccion2
Dim glbSigue As Boolean
Private Sub VSigue2_Click()
glbSigue = True
Unload FrmIntroduccion2
End Sub

```

```
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    If glbSigue Then FrmIntroduccion3.Show
End Sub
```

### ***FrmIntroduccion3***

```
Dim glbSigue As Boolean
Private Sub CmdAceptar_Click()
    glbSigue = True
    Unload FrmIntroduccion3
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    If glbSigue Then frmPresion.Show
End Sub
```

### ***FrmK6***

```
Public Sub Form_Load()
    Dim i As Integer
    Dim col As Integer
    Dim fil As Integer
    Dim var1 As Double
    Dim var2 As Double
    Dim Text3 As Double
    Dim Text4 As Double
    var2 = Calculos.ang_teta
    Text3 = var2
    datAceros2.Row = 0
    For i = 0 To 7
        var1 = Val(datAceros2.Columns(i).Text)
        If var1 >= var2 Then
            col = i
            i = 7
        End If
    Next
    fil = 0
    datAceros2.Row = 0
    Text4 = (Calculos.Espacio_soporte / (Calculos.glbdiametro / 2))
    If Text4 > 2 Then Text4 = 2
    For i = 0 To 14
        datAceros2.Row = i
        var1 = Val(datAceros2.Columns(0).Text)
        var2 = Text4
        If var1 >= var2 Then
            fil = i
            i = 14
        End If
    Next
    datAceros2.Row = fil
    Dim valor1 As Double 'xi
    Dim valor2 As Double 'xi-1
    Dim valor3 As Double 'yj
    Dim valor4 As Double 'yj-1
    Dim valor5 As Double 'fxi,yj
    Dim valor6 As Double 'fxi,yj-1
```

```

Dim valor7 As Double 'fxi-1,yj
Dim valor8 As Double 'fxi-1,yj-1
Dim valor9 As Double 'x
Dim valor10 As Double 'y
valor1 = 0
valor2 = 0
valor3 = 0
valor4 = 0
valor5 = 0
valor6 = 0
valor7 = 0
valor8 = 0
valor9 = 0
valor10 = 0
Calculos.k6 = 0
valor9 = Text4
valor10 = Text3
datAceros2.Row = fil
valor1 = Val(datAceros2.Columns(0).Text)
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor2 = Val(datAceros2.Columns(0).Text)
End If
datAceros2.Row = 0
valor3 = Val(datAceros2.Columns(col).Text)
If col > 0 Then
    valor4 = Val(datAceros2.Columns(col - 1).Text)
End If
datAceros2.Row = fil
valor5 = Val(datAceros2.Columns(col).Text)
If col > 0 Then
    valor6 = Val(datAceros2.Columns(col - 1).Text)
End If
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor7 = Val(datAceros2.Columns(col).Text)
    If col > 0 Then
        valor8 = Val(datAceros2.Columns(col - 1).Text)
    End If
End If
Calculos.k6 = (1 / (((valor1 - valor2) * (valor3 - valor4))) * _
(((valor1 - valor9) * (valor3 - valor10) * (valor8)) + _
((valor1 - valor9) * (valor10 - valor4) * (valor7)) + _
((valor9 - valor2) * (valor3 - valor10) * (valor6)) + _
((valor9 - valor2) * (valor10 - valor4) * (valor5))))
End Sub

```

### ***FrmNuevoInoxi***

```
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
```

```
    Screen.MousePointer = vbDefault
```

```
End Sub
```

```
Private Sub datPrimaryRS_Error(ByVal ErrorNumber As Long, Description As String, ByVal Scode
As Long, ByVal Source As String, ByVal HelpFile As String, ByVal HelpContext As Long,
fCancelDisplay As Boolean)
```

```

    MsgBox "Data error event hit err:" & Description
End Sub
Private Sub datPrimaryRS_MoveComplete(ByVal adReason As adodb.EventReasonEnum, ByVal
pError As adodb.Error, adStatus As adodb.EventStatusEnum, ByVal pRecordset As adodb.Recordset)
    datPrimaryRS.Caption = "Record: " & CStr(datPrimaryRS.Recordset.AbsolutePosition)
End Sub
Private Sub datPrimaryRS_WillChangeRecord(ByVal adReason As adodb.EventReasonEnum, ByVal
cRecords As Long, adStatus As adodb.EventStatusEnum, ByVal pRecordset As adodb.Recordset)
    Dim bCancel As Boolean
    Select Case adReason
    Case adRsnAddNew
    Case adRsnClose
    Case adRsnDelete
    Case adRsnFirstChange
    Case adRsnMove
    Case adRsnRequery
    Case adRsnResynch
    Case adRsnUndoAddNew
    Case adRsnUndoDelete
    Case adRsnUndoUpdate
    Case adRsnUpdate
    End Select
    If bCancel Then adStatus = adStatusCancel
End Sub
Private Sub cmdAdd_Click()
    On Error GoTo AddErr
    datPrimaryRS.Recordset.AddNew
Exit Sub
AddErr:
    MsgBox Err.Description
End Sub
Private Sub cmdDelete_Click()
    On Error GoTo DeleteErr
    With datPrimaryRS.Recordset
        .Delete
        .MoveNext
        If .EOF Then .MoveLast
    End With
Exit Sub
DeleteErr:
    MsgBox Err.Description
End Sub
Private Sub cmdUpdate_Click()
    On Error GoTo UpdateErr
    datPrimaryRS.Recordset.UpdateBatch adAffectAll
    cmdClose.SetFocus
Exit Sub
UpdateErr:
    MsgBox Err.Description
End Sub
Private Sub cmdClose_Click()
    Unload Me
    FrmInoxi.Show

```

```

End Sub
Private Sub txtfields_Change(Index As Integer)
    txtFields(0) = 1
End Sub
Private Sub txtFields_KeyPress(Index As Integer, KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (Index <> 1) And (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii <
48 Or KeyAscii > 57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If (KeyAscii = 13) And (Index <= 24) Then
    txtFields(Index + 1).SetFocus
Else
    If (Index = 25) And (KeyAscii = 13) Then
        cmdUpdate.SetFocus
    End If
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
FrmNuevoAceros
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    Screen.MousePointer = vbDefault
End Sub
Private Sub datPrimaryRS_Error(ByVal ErrorNumber As Long, Description As String, ByVal Scode
As Long, ByVal Source As String, ByVal HelpFile As String, ByVal HelpContext As Long,
fCancelDisplay As Boolean)
    MsgBox "Data error event hit err:" & Description
End Sub
Private Sub datPrimaryRS_MoveComplete(ByVal adReason As adodb.EventReasonEnum, ByVal
pError As adodb.Error, adStatus As adodb.EventStatusEnum, ByVal pRecordset As adodb.Recordset)
    datPrimaryRS.Caption = "Record: " & CStr(datPrimaryRS.Recordset.AbsolutePosition)
End Sub
Private Sub datPrimaryRS_WillChangeRecord(ByVal adReason As adodb.EventReasonEnum, ByVal
cRecords As Long, adStatus As adodb.EventStatusEnum, ByVal pRecordset As adodb.Recordset)
    Dim bCancel As Boolean
    Select Case adReason
        Case adRsnAddNew
        Case adRsnClose
        Case adRsnDelete
        Case adRsnFirstChange
        Case adRsnMove
        Case adRsnRequery
        Case adRsnResynch
        Case adRsnUndoAddNew
        Case adRsnUndoDelete
        Case adRsnUndoUpdate
        Case adRsnUpdate
    End Select
    If bCancel Then adStatus = adStatusCancel
End Sub
Private Sub cmdAdd_Click()

```

```

On Error GoTo AddErr
datPrimaryRS.Recordset.AddNew
Exit Sub
AddErr:
MsgBox Err.Description
End Sub
Private Sub cmdDelete_Click()
On Error GoTo DeleteErr
With datPrimaryRS.Recordset
.Delete
.MoveNext
If .EOF Then .MoveLast
End With
Exit Sub
DeleteErr:
MsgBox Err.Description
End Sub
Private Sub cmdUpdate_Click()
On Error GoTo UpdateErr
datPrimaryRS.Recordset.UpdateBatch adAffectAll
cmdClose.SetFocus
Exit Sub
UpdateErr:
MsgBox Err.Description
End Sub
Private Sub cmdClose_Click()
Unload Me
frmtabla.Show
End Sub
Private Sub txtFields_KeyPress(Index As Integer, KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (Index <> 0) And (Index <> 1) And (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13)
And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
KeyAscii = 0
End If
If (KeyAscii = 13) And (Index <= 8) Then
txtfields(Index + 1).SetFocus
Else
If (Index = 9) And (KeyAscii = 13) Then
cmdUpdate.SetFocus
End If
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
FrmOpimizacion
Private Sub Command1_Click()
Unload Me
FrmCilindri.Show
End Sub
Private Sub Form_Load()
Dim i As Integer

```

```

Dim col As Integer
Dim fil As Integer
Dim var1 As Double
Dim var2 As Double
Dim diam As Double
Calculos.factor_forma = Calculos.glbpresiondiseno / (Calculos.glbEspesorcorrosion * _
    Calculos.glbEsfuerzo * 0.8)
var2 = Calculos.factor_forma
Text3.Text = factor_forma
datAceros2.Row = 0
For i = 0 To 13
    var1 = datAceros2.Columns(i).Text
    If var1 >= var2 Then
        col = i
        i = 14
    End If
Next
fil = 0
datAccros2.Row = 0
Text4.Text = Calculos.glbvolumen
For i = 0 To 9
    datAceros2.Row = i
    var1 = datAceros2.Columns(0).Text
    var2 = glbvolumen
    If var1 >= var2 Then
        fil = i
        i = 9
    End If
Next
datAceros2.Row = fil
Text8.Text = ""
Text8.Text = datAceros2.Columns(col).Text
Dim valor1 As Double 'xi
Dim valor2 As Double 'xi-1
Dim valor3 As Double 'yj
Dim valor4 As Double 'yj-1
Dim valor5 As Double 'fxi,yj
Dim valor6 As Double 'fxi,yj-1
Dim valor7 As Double 'fxi-1,yj
Dim valor8 As Double 'fxi-1,yj-1
Dim valor9 As Double 'x
Dim valor10 As Double 'y
valor1 = 0
valor2 = 0
valor3 = 0
valor4 = 0
valor5 = 0
valor6 = 0
valor7 = 0
valor8 = 0
valor9 = 0
valor10 = 0
Calculos.glb diametro = 0

```

```

valor9 = Text4.Text
valor10 = Text3.Text
datAceros2.Row = fil
valor1 = datAceros2.Columns(0).Text
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor2 = datAceros2.Columns(0).Text
End If
datAceros2.Row = 0
valor3 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor4 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
datAceros2.Row = fil
valor5 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor6 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor7 = datAceros2.Columns(col).Text
    If col > 0 Then
        valor8 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
    End If
End If
Calculos.glbdiametro = (1 / ((valor1 - valor2) * (valor3 - valor4))) * _
(((valor1 - valor9) * (valor3 - valor10) * (valor8)) + _
((valor1 - valor9) * (valor10 - valor4) * (valor7)) + _
((valor9 - valor2) * (valor3 - valor10) * (valor6)) + _
((valor9 - valor2) * (valor10 - valor4) * (valor5)))
diam = Calculos.glbdiametro
Calculos.glbdiametro = Calculos.glbdiametro * 12
Text8.Text = Format(Calculos.glbdiametro, "##.##0")
Calculos.glblongitud = (4 * Calculos.glbvolumen) / (3.1416 * ((diam) ^ 2))
Text1.Text = Format(Calculos.glblongitud, "##.##0")
End Sub

```

### ***FrmPerno***

```

Public Sub Form_Load()
    Dim i As Integer
    Dim col As Integer
    Dim fil As Integer
    Dim var1 As Double
    Dim var2 As Double
    Dim Text3 As Double
    Dim Text4 As Double
    fil = 0
    datAceros2.Row = 0
    Calculos.CirBasPer = Calculos.glbdiametro + 3
    Text4 = Calculos.CirBasPer
    For i = 0 To 5
        datAceros2.Row = i
        var1 = datAceros2.Columns(1).Text
        var2 = Text4
    Next i
End Sub

```



```

    If var1 >= var2 Then
        fil = i
        i = 5
    End If
Next
datAceros2.Row = fil
Dim valor1 As Double 'xi
Dim valor2 As Double 'xi-1
Dim valor3 As Double 'yj
Dim valor4 As Double 'yj-1
Dim valor5 As Double 'fxi,yj
Dim valor6 As Double 'fxi,yj-1
Dim valor7 As Double 'fxi-1,yj
Dim valor8 As Double 'fxi-1,yj-1
Dim valor9 As Double 'x
Dim valor10 As Double 'y
valor1 = 0
valor2 = 0
valor3 = 0
valor4 = 0
valor5 = 0
valor6 = 0
valor7 = 0
valor8 = 0
valor9 = 0
valor10 = 0
valor9 = Text4
valor10 = Text3
datAceros2.Row = fil
valor1 = datAceros2.Columns(0).Text
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor2 = datAceros2.Columns(0).Text
End If
datAceros2.Row = 0
valor3 = datAceros2.Columns(col).Text
If col > 0 Then
    valor4 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
datAceros2.Row = fil
valor5 = datAceros2.Columns(2).Text
If col > 0 Then
    valor6 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
End If
If fil > 0 Then
    datAceros2.Row = fil - 1
    valor7 = datAceros2.Columns(col).Text
    If col > 0 Then
        valor8 = datAceros2.Columns(col - 1).Text
    End If
End If
Calculos.numpernos = valor5
End Sub

```

***Frmpesos***

```
Public Sub Form_Load()
```

```
Dim col As Integer
```

```
Dim fil As Integer
```

```
Dim var1 As Double
```

```
Dim var2 As Double
```

```
Dim Text3 As Double
```

```
Dim Text4 As Double
```

```
If cabeza = 1 Then
```

```
col = 4
```

```
If (Calculos.glbespesorcilindro >= 0) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.25) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t1"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.25) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.3125) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t2"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.3125) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.375) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t3"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.375) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.4375) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t4"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.4375) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.5) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t5"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.5) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.5625) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t6"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.5625) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.625) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t7"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.625) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.6875) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t8"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.6875) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.75) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t9"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.75) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.8125) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t10"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.8125) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.875) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t11"
```

```

    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.875) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.9375) Then
    Adodc1.RecordSource = "t12"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.9375) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1) Then
    Adodc1.RecordSource = "t13"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.0625) Then
    Adodc1.RecordSource = "t14"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.0625) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.125) Then
    Adodc1.RecordSource = "t15"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.125) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.1875) Then
    Adodc1.RecordSource = "t16"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.1875) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.25) Then
    Adodc1.RecordSource = "t17"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.25) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.3125) Then
    Adodc1.RecordSource = "t18"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.3125) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.375) Then
    Adodc1.RecordSource = "t19"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.375) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.4375) Then
    Adodc1.RecordSource = "t20"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.4375) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.5) Then
    Adodc1.RecordSource = "t21"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.5) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.5625) Then
    Adodc1.RecordSource = "t22"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.5625) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.625) Then
    Adodc1.RecordSource = "t23"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.625) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.6875) Then
    Adodc1.RecordSource = "t24"
    Adodc1.Refresh

```

```

End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.6875) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.75) Then
  Adodc1.RecordSource = "t25"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.75) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.8125) Then
  Adodc1.RecordSource = "t26"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.8125) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.875) Then
  Adodc1.RecordSource = "t27"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.875) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.9375) Then
  Adodc1.RecordSource = "t28"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.9375) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 2) Then
  Adodc1.RecordSource = "t29"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro >= 2) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 2.25) Then
  Adodc1.RecordSource = "t30"
  Adodc1.Refresh
End If
fil = 0
datAceros2.Row = 0
Text4 = Calculos.glbdiametro
For i = 0 To 32
  datAceros2.Row = i
  var1 = datAceros2.Columns(0).Text
  var2 = Calculos.glbdiametro
  If var1 >= var2 Then
    fil = i
    i = 32
  End If
Next
datAceros2.Row = fil
Calculos.pesocabeza = Val(datAceros2.Columns(col).Text)
End If
'-----
'-----
If cabcza = 2 Then
  col = 2
  If (Calculos.espesor_elipsoidal >= 0) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 0.25) Then
    Adodc1.RecordSource = "t1"
    Adodc1.Refresh
  End If
  If (Calculos.espesor_elipsoidal > 0.25) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 0.3125) Then
    Adodc1.RecordSource = "t2"
    Adodc1.Refresh
  End If
  If (Calculos.espesor_elipsoidal > 0.3125) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 0.375) Then

```

```

Adodc1.RecordSource = "t3"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 0.375) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 0.4375) Then
Adodc1.RecordSource = "t4"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 0.4375) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 0.5) Then
Adodc1.RecordSource = "t5"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 0.5) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 0.5625) Then
Adodc1.RecordSource = "t6"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 0.5625) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 0.625) Then
Adodc1.RecordSource = "t7"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 0.625) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 0.6875) Then
Adodc1.RecordSource = "t8"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 0.6875) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 0.75) Then
Adodc1.RecordSource = "t9"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 0.75) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 0.8125) Then
Adodc1.RecordSource = "t10"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 0.8125) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 0.875) Then
Adodc1.RecordSource = "t11"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 0.875) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 0.9375) Then
Adodc1.RecordSource = "t12"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 0.9375) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1) Then
Adodc1.RecordSource = "t13"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.0625) Then
Adodc1.RecordSource = "t14"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.0625) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.125) Then
Adodc1.RecordSource = "t15"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.125) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.1875) Then
Adodc1.RecordSource = "t16"

```

```
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.1875) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.25) Then
    Adodc1.RecordSource = "t17"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.25) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.3125) Then
    Adodc1.RecordSource = "t18"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.3125) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.375) Then
    Adodc1.RecordSource = "t19"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.375) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.4375) Then
    Adodc1.RecordSource = "t20"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.4375) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.5) Then
    Adodc1.RecordSource = "t21"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.5) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.5625) Then
    Adodc1.RecordSource = "t22"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.5625) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.625) Then
    Adodc1.RecordSource = "t23"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.625) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.6875) Then
    Adodc1.RecordSource = "t24"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.6875) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.75) Then
    Adodc1.RecordSource = "t25"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.75) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.8125) Then
    Adodc1.RecordSource = "t26"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.8125) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.875) Then
    Adodc1.RecordSource = "t27"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.875) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 1.9375) Then
    Adodc1.RecordSource = "t28"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal > 1.9375) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 2) Then
    Adodc1.RecordSource = "t29"
    Adodc1.Refresh
```

```

End If
If (Calculos.espesor_elipsoidal >= 2) And (Calculos.espesor_elipsoidal <= 2.25) Then
  Adodc1.RecordSource = "t30"
  Adodc1.Refresh
End If
fil = 0
datAceros2.Row = 0
Text4 = Calculos.glbdiametro
For i = 0 To 32
  datAceros2.Row = i
  var1 = datAceros2.Columns(0).Text
  var2 = Calculos.glbdiametro
  If var1 >= var2 Then
    fil = i
    i = 32
  End If
Next
datAceros2.Row = fil
Calculos.pesocabeza = Val(datAceros2.Columns(col).Text)
End If
'-----
'-----
If cabeza = 3 Then
  col = 3
  If (Calculos.glbespesorcilindro >= 0) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.25) Then
    Adodc1.RecordSource = "t1"
    Adodc1.Refresh
  End If
  If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.25) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.3125) Then
    Adodc1.RecordSource = "t2"
    Adodc1.Refresh
  End If
  If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.3125) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.375) Then
    Adodc1.RecordSource = "t3"
    Adodc1.Refresh
  End If
  If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.375) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.4375) Then
    Adodc1.RecordSource = "t4"
    Adodc1.Refresh
  End If
  If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.4375) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.5) Then
    Adodc1.RecordSource = "t5"
    Adodc1.Refresh
  End If
  If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.5) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.5625) Then
    Adodc1.RecordSource = "t6"
    Adodc1.Refresh
  End If
  If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.5625) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.625) Then
    Adodc1.RecordSource = "t7"
    Adodc1.Refresh
  End If
  If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.625) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.6875) Then

```

```
Adodc1.RecordSource = "t8"  
Adodc1.Refresh  
End If  
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.6875) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.75) Then  
Adodc1.RecordSource = "t9"  
Adodc1.Refresh  
End If  
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.75) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.8125) Then  
Adodc1.RecordSource = "t10"  
Adodc1.Refresh  
End If  
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.8125) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.875) Then  
Adodc1.RecordSource = "t11"  
Adodc1.Refresh  
End If  
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.875) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 0.9375) Then  
Adodc1.RecordSource = "t12"  
Adodc1.Refresh  
End If  
If (Calculos.glbespesorcilindro > 0.9375) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1) Then  
Adodc1.RecordSource = "t13"  
Adodc1.Refresh  
End If  
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.0625) Then  
Adodc1.RecordSource = "t14"  
Adodc1.Refresh  
End If  
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.0625) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.125) Then  
Adodc1.RecordSource = "t15"  
Adodc1.Refresh  
End If  
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.125) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.1875) Then  
Adodc1.RecordSource = "t16"  
Adodc1.Refresh  
End If  
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.1875) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.25) Then  
Adodc1.RecordSource = "t17"  
Adodc1.Refresh  
End If  
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.25) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.3125) Then  
Adodc1.RecordSource = "t18"  
Adodc1.Refresh  
End If  
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.3125) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.375) Then  
Adodc1.RecordSource = "t19"  
Adodc1.Refresh  
End If  
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.375) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.4375) Then  
Adodc1.RecordSource = "t20"  
Adodc1.Refresh  
End If  
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.4375) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.5) Then  
Adodc1.RecordSource = "t21"
```



```

    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.5) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.5625) Then
    Adodc1.RecordSource = "t22"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.5625) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.625) Then
    Adodc1.RecordSource = "t23"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.625) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.6875) Then
    Adodc1.RecordSource = "t24"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.6875) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.75) Then
    Adodc1.RecordSource = "t25"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.75) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.8125) Then
    Adodc1.RecordSource = "t26"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.8125) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.875) Then
    Adodc1.RecordSource = "t27"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.875) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.9375) Then
    Adodc1.RecordSource = "t28"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.9375) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 2) Then
    Adodc1.RecordSource = "t29"
    Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro >= 2) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 2.25) Then
    Adodc1.RecordSource = "t30"
    Adodc1.Refresh
End If
fil = 0
datAceros2.Row = 0
Text4 = Calculos.glbdiametro
For i = 0 To 32
    datAceros2.Row = i
    var1 = datAceros2.Columns(0).Text
    var2 = Calculos.glbdiametro
    If var1 >= var2 Then
        fil = i
        i = 32
    End If
Next
datAceros2.Row = fil
Calculos.pesocabeza = Val(datAceros2.Columns(col).Text)
End If

```

```
-----
-----
If cabeza = 4 Then
```

```
Calculos.pesocabeza = (((3.1416 / 2) * Sqr(((Calculos.glb diametro - Calculos.glbDiamPeq) / 2) ^ 2 _
+ (Calculos.glbLongCono) ^ 2) * (Calculos.glb diametro + Calculos.glbDiamPeq)) + ((3.1416 *
Calculos.glbDiamPeq ^ 2) / 4)) _
* Calculos.espesor_conico * 0.2833
```

```
End If
-----
-----
```

```
If cabeza = 5 Or cabeza <= 8 Then
```

```
Calculos.pesocabeza = 1.15 * (3.1416 * Calculos.glb diametro / 4) * Calculos.glb espesortapaA *
0.2833
```

```
End If
-----
-----
```

```
If (Calculos.glb espesorcilindro >= 0) And (Calculos.glb espesorcilindro <= 0.25) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t1"
```

```
Adodc1.Rcfresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glb espesorcilindro > 0.25) And (Calculos.glb espesorcilindro <= 0.3125) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t2"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glb espesorcilindro > 0.3125) And (Calculos.glb espesorcilindro <= 0.375) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t3"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glb espesorcilindro > 0.375) And (Calculos.glb espesorcilindro <= 0.4375) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t4"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glb espesorcilindro > 0.4375) And (Calculos.glb espesorcilindro <= 0.5) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t5"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glb espesorcilindro > 0.5) And (Calculos.glb espesorcilindro <= 0.5625) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t6"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glb espesorcilindro > 0.5625) And (Calculos.glb espesorcilindro <= 0.625) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t7"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glb espesorcilindro > 0.625) And (Calculos.glb espesorcilindro <= 0.6875) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t8"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```
If (Calculos.glb espesorcilindro > 0.6875) And (Calculos.glb espesorcilindro <= 0.75) Then
```

```
Adodc1.RecordSource = "t9"
```

```
Adodc1.Refresh
```

```
End If
```

```

If (Calculos.gbepesorcilindro > 0.75) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 0.8125) Then
  Adodc1.RecordSource = "t10"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.gbepesorcilindro > 0.8125) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 0.875) Then
  Adodc1.RecordSource = "t11"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.gbepesorcilindro > 0.875) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 0.9375) Then
  Adodc1.RecordSource = "t12"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.gbepesorcilindro > 0.9375) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 1) Then
  Adodc1.RecordSource = "t13"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.gbepesorcilindro > 1) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 1.0625) Then
  Adodc1.RecordSource = "t14"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.gbepesorcilindro > 1.0625) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 1.125) Then
  Adodc1.RecordSource = "t15"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.gbepesorcilindro > 1.125) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 1.1875) Then
  Adodc1.RecordSource = "t16"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.gbepesorcilindro > 1.1875) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 1.25) Then
  Adodc1.RecordSource = "t17"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.gbepesorcilindro > 1.25) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 1.3125) Then
  Adodc1.RecordSource = "t18"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.gbepesorcilindro > 1.3125) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 1.375) Then
  Adodc1.RecordSource = "t19"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.gbepesorcilindro > 1.375) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 1.4375) Then
  Adodc1.RecordSource = "t20"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.gbepesorcilindro > 1.4375) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 1.5) Then
  Adodc1.RecordSource = "t21"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.gbepesorcilindro > 1.5) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 1.5625) Then
  Adodc1.RecordSource = "t22"
  Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.gbepesorcilindro > 1.5625) And (Calculos.gbepesorcilindro <= 1.625) Then

```



```

Adodc1.RecordSource = "t23"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.625) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.6875) Then
Adodc1.RecordSource = "t24"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.6875) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.75) Then
Adodc1.RecordSource = "t25"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.75) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.8125) Then
Adodc1.RecordSource = "t26"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.8125) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.875) Then
Adodc1.RecordSource = "t27"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.875) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 1.9375) Then
Adodc1.RecordSource = "t28"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro > 1.9375) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 2) Then
Adodc1.RecordSource = "t29"
Adodc1.Refresh
End If
If (Calculos.glbespesorcilindro >= 2) And (Calculos.glbespesorcilindro <= 2.25) Then
Adodc1.RecordSource = "t30"
Adodc1.Refresh
End If
col = 1
fil = 0
datAceros2.Row = 0
Text4 = Calculos.glbdiametro
For i = 0 To 32
datAceros2.Row = i
var1 = datAceros2.Columns(0).Text
var2 = Calculos.glbdiametro
If var1 >= var2 Then
fil = i
i = 32
End If
Next
datAceros2.Row = fil
Calculos.pesocil = Val(datAceros2.Columns(col).Text)
End Sub
FrmPosicion
Private Sub Command1_Click()
Calculos.verhor = 1 'vertical
FrmVientos.Show
Unload Me
End Sub

```

```
Private Sub Command2_Click()
    Calculos.verhor = 2 'horizontal
    Unload Me
    frmSoporteH.Show
End Sub
```

### ***FrmPresion***

```
Dim glbSigue As Boolean
Private Sub Cmdinterna_Click()
    Calculos.glbinterna = True
    glbSigue = True
    Unload frmPresion
End Sub
Private Sub Cmdexterna_Click()
    Calculos.glbinterna = False
    glbSigue = True
    Unload frmPresion
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    If glbSigue Then FrmDatos.Show
End Sub
```

### ***FrmPresionyVolumen***

```
Dim glbSigue As Boolean
Private Sub CmdAceptar_Click()
    On Error GoTo etcCmdAceptar
    If txtpresiondiseño.Text <= 0 Or txtpresiondiseño.Text = "" Then
        MsgBox "Presion incorrecta", vbCritical, "Mensaje"
        txtpresiondiseño.SetFocus
    Exit Sub
End If
    If txtvolumen.Text <= 0 Or txtvolumen.Text = "" Then
        MsgBox "Volumen incorrecto", vbCritical, "Mensaje"
        txtvolumen.SetFocus
    Exit Sub
End If
    Calculos.glbpresiondiseño = Val(txtpresiondiseño.Text)
    Calculos.glbvolumen = Val(txtvolumen.Text)
    glbSigue = True
    Unload Me
Exit Sub
etcCmdAceptar:
    MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub cmdregresar_Click()
    glbregresar = True
    glbsalir = False
    glbSigue = False
    Unload Me
    FrmDatos.Show
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    If glbSigue Then FrmMespesorCorro.Show
End Sub
Private Sub txtpresiondiseño_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```

On Error GoTo etcPresionKeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
If (txtpresiondiseño.Text < 0) Or (txtpresiondiseño.Text > 1000) Then
    MsgBox "Error en ingreso", vbCritical, "Mensaje"
    txtpresiondiseño.Text = ""
    txtpresiondiseño.SetFocus
Else
    txtvolumen.SetFocus
End If
End If
Exit Sub
etcPresionKeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub txtvolumen_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo etcVolumenKeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    cmdAceptar.SetFocus
End If
Exit Sub
etcVolumenKeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
FrmPresionyVolumen
Public Sub Form_Load()
    Dim i As Integer
    Dim col As Integer
    Dim fil As Integer
    Dim var1 As Double
    Dim var2 As Double
    Dim Text3 As Double
    Dim Text4 As Double
    var2 = 0
    var2 = Calculos.parametro
    Text3 = var2
    datAccros2.Row = 0
    For i = 0 To 30
        var1 = datAccros2.Columns(i).Text
        If var1 >= var2 Then
            col = i
            i = 30
        End If
    Next
    fil = 0
    datAccros2.Row = 0

```

```

Text4 = Calculos.glbdiametro
For i = 0 To 33
datAceros2.Row = i
  var1 = datAceros2.Columns(0).Text
  var2 = Calculos.glbdiametro
  If var1 >= var2 Then
    fil = i
    i = 33
  End If
Next
datAceros2.Row = fil
Calculos.glbdiametro = Val(datAceros2.Columns(0).Text)
datAceros2.Row = 0
Calculos.parametro = Val(datAceros2.Columns(col).Text)
End Sub

```

### ***FrmReal***

```

Public Sub Form_Load()
  Dim i As Integer
  Dim col As Integer
  Dim fil As Integer
  Dim var1 As Double
  Dim var2 As Double
  Dim Text3 As Double
  Dim Text4 As Double
  var2 = 0
  var2 = Calculos.parametro
  Text3 = var2
  datAceros2.Row = 0
  For i = 0 To 30
    var1 = datAceros2.Columns(i).Text
    If var1 >= var2 Then
      col = i
      i = 30
    End If
  Next
  fil = 0
  datAceros2.Row = 0
  Text4 = Calculos.glbdiametro
  For i = 0 To 33
    datAceros2.Row = i
    var1 = datAceros2.Columns(0).Text
    var2 = Calculos.glbdiametro
    If var1 >= var2 Then
      fil = i
      i = 33
    End If
  Next
  datAceros2.Row = fil
  Calculos.glbdiametro = Val(datAceros2.Columns(0).Text)
  datAceros2.Row = 0
  Calculos.parametro = Val(datAceros2.Columns(col).Text)
End Sub

```

**FrmSoporteH**

```

Private Sub Command1_Click()
    If cabeza = 1 Then
        Calculos.Espesor_cabeza = Calculos.espesor_esferico
    End If
    If cabeza = 2 Then
        Calculos.Espesor_cabeza = Calculos.espesor_elipsoidal
    End If
    If cabeza = 3 Then
        Calculos.Espesor_cabeza = Calculos.espesor_torisferico
    End If
    If cabeza = 4 Then
        Calculos.Espesor_cabeza = Calculos.espesor_conico
    End If
    If (cabeza >= 5) And (cabeza <= 8) Then
        Calculos.Espesor_cabeza = Calculos.glbepesortapaA
    End If
    Dim q As Double
    Dim l As Double
    Calculos.Espacio_soporte = Val(Text1.Text)
    Calculos.ancho_soporte = Val(Text2.Text)
    Calculos.ang_teta = Val(Text3.Text)
    frmFactorK.Show
    Unload frmFactorK
    'calculo de ache
    If cabeza = 1 Then
        Calculos.Ache = (Calculos.glb diametro / 2)
    End If
    If cabeza = 2 Then
        Calculos.Ache = (Calculos.glb diametro / 4)
    End If

    If cabeza = 3 Then
        frmAche.Show
        Unload frmAche
        'esta longitud viene del calculo de ache
        'Calculos.Ache = 4 + (Calculos.glb longitud - (Calculos.Ache))
    End If
    If cabeza = 4 Then
        'esta longitud viene del calculo de ache
        Calculos.Ache = (Calculos.glb LongCono)
    End If
    If cabeza >= 5 Then
        'esta longitud viene del calculo de ache
        Calculos.Ache = 1
    End If
    frmpesos.Show
    Unload frmpesos
    l = ((Calculos.glb longitud * 12) - (2 * Calculos.Ache))
    Calculos.peso = (Calculos.pesocabeza * 2) + (Calculos.pesocil * (1 / 12))
    Calculos.peso = Calculos.peso + (0.2 * Calculos.peso)
    Calculos.peso = Calculos.peso + Text5.Text
    q = (Calculos.peso / 2)

```



```

Calculos.S1 = (q * Calculos.Espacio_soporte)
Calculos.S1 = Calculos.S1 * (1 - (1 - (Calculos.Espacio_soporte / 1) + (((Calculos.glbdiametro / 2) ^
2) - ((Calculos.Ache) ^ 2)) /
    (2 * Calculos.Espacio_soporte * 1))) / (1 + ((4 * Calculos.Ache) / (3 * 1)))
Calculos.S1 = Calculos.S1 / (Calculos.k1 * ((Calculos.glbdiametro / 2) ^ 2) *
Calculos.glbespesorcilindro)
Calculos.S1 = Calculos.S1 + ((Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.glbdiametro) / (4 *
Calculos.glbespesorcilindro))
Calculos.S2 = ((q * 1) / 4)
Calculos.S2 = Calculos.S2 * (1 + 2 * (((Calculos.glbdiametro / 2) ^ 2 - (Calculos.Ache) ^ 2) / ((1) ^ 2))
/ 1 + _
    ((4 * Calculos.Ache) / (3 * 1))) - (4 * (Calculos.Espacio_soporte) / 1)
Calculos.S2 = Calculos.S2 / ((3.1416 * (Calculos.glbdiametro / 2) ^ 2) * Calculos.glbespesorcilindro)
Calculos.S2 = Calculos.S2 + ((Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.glbdiametro) / (4 *
Calculos.glbespesorcilindro))
If ((Calculos.glbespesorcilindro / (Calculos.glbdiametro / 2)) > 0.005) Then
If (Calculos.S1 > ((Calculos.glbEficienciaCil * Calculos.glbEsfuerzo))) Then
    MsgBox "Corregir los valores de A, b y Tetha", 16, "Mensaje"
    Text1.SetFocus
    Exit Sub
End If
If (Calculos.S2 > ((Calculos.glbEficienciaCil * Calculos.glbEsfuerzo))) Then
    MsgBox "Corregir los valores de A, b y Tetha", 16, "Mensaje"
    Text1.SetFocus
    Exit Sub
End If
Else
Calculos.S1 = (q * Calculos.Espacio_soporte)
Calculos.S1 = Calculos.S1 * (1 - (1 - (Calculos.Espacio_soporte / 1) + (((Calculos.glbdiametro / 2) ^
2) - _
    ((Calculos.Ache) ^ 2)) / (2 * Calculos.Espacio_soporte * 1))) / (1 + ((4 * Calculos.Ache) / (3
* 1)))
Calculos.S1 = Calculos.S1 / (Calculos.k1 * ((Calculos.glbdiametro / 2) ^ 2) *
Calculos.glbespesorcilindro)
Calculos.S1 = Calculos.S1 + ((Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.glbdiametro) / (4 *
Calculos.glbespesorcilindro))
Calculos.S2 = ((q * 1) / 4)
Calculos.S2 = Calculos.S2 * (1 + 2 * (((Calculos.glbdiametro / 2) ^ 2 - (Calculos.Ache) ^ 2) / ((1) ^ 2))
/ 1 + ((4 * _
    Calculos.Ache) / (3 * 1))) - (4 * (Calculos.Espacio_soporte) / 1)
Calculos.S2 = Calculos.S2 / ((3.1416 * (Calculos.glbdiametro / 2) ^ 2) * Calculos.glbespesorcilindro)
Calculos.S2 = Calculos.S2 + ((Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.glbdiametro) / (4 *
Calculos.glbespesorcilindro))
If (Calculos.S1 > ((Calculos.glbEficienciaCil * Calculos.glbEsfuerzo))) Then
    MsgBox "Corregir los valores de A, b y Tetha", 16, "Mensaje"
    Text1.SetFocus
    Exit Sub
End If
If (Calculos.S2 > ((Calculos.glbEficienciaCil * Calculos.glbEsfuerzo))) Then
    MsgBox "Corregir los valores de A, b y Tetha", 16, "Mensaje"
    Text1.SetFocus
    Exit Sub
End If

```

```

Calculos.S1 = (q * Calculos.Espacio_soporte)
Calculos.S1 = Calculos.S1 * (1 - (1 - (Calculos.Espacio_soporte / l) + (((Calculos.glbdiametro / 2) ^
2) - ((Calculos.Ache) ^ 2)) _
/ (2 * Calculos.Espacio_soporte * l))) / (1 + ((4 * Calculos.Ache) / (3 * l)))
Calculos.S1 = Calculos.S1 / (Calculos.k8 * ((Calculos.glbdiametro / 2) ^ 2) *
Calculos.glbespesorcilindro)
Calculos.S1 = Calculos.S1 + ((Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.glbdiametro) / (4 *
Calculos.glbespesorcilindro))
If Calculos.S1 > (Calculos.cedencia / 2) Then
    MsgBox "Corregir los valores de A, b y Tetha", 16, "Mensaje"
    Text1.SetFocus
Exit Sub
End If
If Calculos.S2 > (Calculos.cedencia / 2) Then
    MsgBox "Corregir los valores de A, b y Tetha", 16, "Mensaje"
    Text1.SetFocus
Exit Sub
End If
End If
If (Calculos.Espacio_soporte) > (Calculos.glbdiametro / 2) Then
    Calculos.S3 = ((Calculos.k2 * q) / ((Calculos.glbdiametro / 2) * Calculos.glbespesorcilindro)) * ((1 -
2 * Calculos.Espacio_soporte) _
/ (1 + (4 / 3) * Calculos.Ache))
    If Calculos.S3 > (0.8 * Calculos.glbEsfuerzo) Then
        MsgBox "Corregir los valores de A, b y Tetha", 16, "Mensaje"
        Text1.SetFocus
        Exit Sub
    End If
Else
    Calculos.S4 = ((Calculos.k4 * q) / ((Calculos.glbdiametro / 2) * Calculos.glbespesorcilindro))
    Calculos.S5 = ((Calculos.k4 * q) / ((Calculos.glbdiametro / 2) * Calculos.Espesor_cabeza))
    Calculos.S6 = ((Calculos.k5 * q) / ((Calculos.glbdiametro / 2) * Calculos.Espesor_cabeza)) +
((Calculos.glbpresiondiseño * _
(Calculos.glbdiametro / 2)) / (2 * Calculos.glbespesorcilindro))
    If (Calculos.S4 > (0.8 * Calculos.glbEsfuerzo)) Or (Calculos.S5 > (0.8 * Calculos.glbEsfuerzo)) Or _
(Calculos.S6 > (1.25 * Calculos.glbEsfuerzo)) Then
        MsgBox "Corregir los valores de A, b y Tetha", 16, "Mensaje"
        Text1.SetFocus
        Exit Sub
    End If
End If
Calculos.S7 = (Calculos.k7 * q) / (Calculos.glbespesorcilindro * (Calculos.ancho_soporte + 1.56 *
(Sqr(((Calculos.glbdiametro _
/ 2) * Calculos.glbespesorcilindro))))))
If Calculos.S7 > (Calculos.cedencia / 2) Then
    MsgBox "Corregir los valores de A, b y Tetha", 16, "Mensaje"
    Text1.SetFocus
    Exit Sub
End If
frmK6.Show
Unload frmK6
If l >= 8 * (Calculos.glbdiametro / 2) Then

```

```

Calculos.S8 = (q / (4 * Calculos.glbespesorcilindro * (Calculos.ancho_soporte + (1.56 *
(Sqr((Calculos.glbdiametro / 2) _
    * Calculos.glbespesorcilindro)))))) + _
    ((3 * Calculos.k6 * q) / (2 * (Calculos.glbespesorcilindro) ^ 2))
If Calculos.S8 > (1.5 * Calculos.glbEsfuerzo) Then
    MsgBox "Corregir los valores de A, b y Tetha", 16, "Mensaje"
    Text1.SetFocus
    Exit Sub
End If
Else
Calculos.S9 = (q / (4 * Calculos.glbespesorcilindro * (Calculos.ancho_soporte + (1.56 *
(Sqr((Calculos.glbdiametro / 2) _
    * Calculos.glbespesorcilindro)))))) + _
    ((12 * Calculos.k6 * q * (Calculos.glbdiametro / 2)) / (1 * (Calculos.glbespesorcilindro) ^ 2))
End If
If Calculos.S8 > (1.5 * Calculos.glbEsfuerzo) Then
    MsgBox "Corregir los valores de A, b y Tetha", 16, "Mensaje"
    Text1.SetFocus
    Exit Sub
End If
If (Calculos.ang_teta > 0) And (Calculos.ang_teta <= 120) Then Calculos.k9 = 0.204
If (Calculos.ang_teta > 120) And (Calculos.ang_teta <= 130) Then Calculos.k9 = 0.222
If (Calculos.ang_teta > 130) And (Calculos.ang_teta <= 140) Then Calculos.k9 = 0.241
If (Calculos.ang_teta > 140) And (Calculos.ang_teta <= 150) Then Calculos.k9 = 0.259
If (Calculos.ang_teta > 150) And (Calculos.ang_teta <= 160) Then Calculos.k9 = 0.279
If (Calculos.ang_teta > 160) And (Calculos.ang_teta <= 170) Then Calculos.k9 = 0.298
If (Calculos.ang_teta > 170) And (Calculos.ang_teta <= 180) Then Calculos.k9 = 0.318
Calculos.espesor_soporte = 2 * ((9 * (Calculos.k9 * (Calculos.peso / 2))) / ((Calculos.glbdiametro / 2)
* Calculos.glbEsfuerzo))
FrmVeces.Show
Unload Me
End Sub
Private Sub Command2_Click()
    Unload Me
    FrmPosicion.Show
End Sub
Private Sub Form_Load()
    Text4.Text = (0.2 * (Calculos.glblongitud * 12) - (2 * Calculos.Ache))
    Text4.Enabled = False
End Sub

Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
If (Val(Text1.Text) >= 0) And ((Val(Text1.Text)) < (0.2 * (Calculos.glblongitud * 12) - (2 *
Calculos.Ache))) Then
    Text2.SetFocus
Else
    Text1.Text = ""

```

```

    Text1.SetFocus
End If
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Text3.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Text3_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
If (Val(Text3.Text) >= 120) And (Val(Text3.Text) <= 180) Then
    Command1.SetFocus
Else
    Text3.Text = ""
    Text3.SetFocus
End If
End If
Exit Sub
text2KcyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Frm.Splash
Option Explicit
Private Sub Form_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    Unload Me
End Sub
Private Sub Form_Load()
    lblVersion.Caption = "Versión " & App.Major & "." & App.Minor & "." & App.Revision
    lblProductName.Caption = App.Title
End Sub
Private Sub Frame1_Click()
FrmInicio.Show
    Unload Me
End Sub
Frmtabla
Public glbSiguc As Boolean
Public glbregresar As Boolean

```

```

Public glbsalir As Boolean
Public glbaceinox As Boolean
Private Sub Cmdaceinox_Click()
glbSigue = True
'yo
glbacero = 1
Unload frmtabla
FrmInoxi.Show
End Sub
Private Sub cmdnuevos_Click()
Unload Me
FrmNuevosAceros.Show
End Sub
Private Sub cmdregresar_Click()
glbregresar = True
glbsalir = False
glbSigue = False
Unload frmtabla
FrmespesorCorro.Show
End Sub
Private Sub cmdsiguiente_Click()
glbregresar = False
glbsalir = False
Calculos.glbEsfuerzo = Val(txtesfuerzo.Text)
glbSigue = True
If Calculos.glbtemperatura < 99 Then
FrmTemp.Show
TxtTemperatura.Text = Calculos.glbtemperatura
Else
Unload Me
End If
End Sub
Private Sub datMateriales_RowColChange(LastRow As Variant, ByVal LastCol As Integer)
On Error GoTo etcrowcolchange
TxtMaterial.Text = datMateriales.Columns(0)
txtesfuerzo.Text = Format(datMateriales.Columns(datMateriales.col), "#####0")
TxtTemperatura.Text = datMateriales.Columns(datMateriales.col).Caption
Calculos.glbtemperatura = Val(TxtTemperatura.Text)
Calculos.material = 0
Calculos.cedencia = Val(datMateriales.Columns(10).Text)
Exit Sub
etcrowcolchange:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
Private Sub Form_Load()
glbsalir = True
datMateriales.Row = 2
datMateriales.col = 2
TxtMaterial.Text = datMateriales.Columns(0)
txtesfuerzo.Text = Format(datMateriales.Columns(datMateriales.col), "#####0")
TxtTemperatura.Text = datMateriales.Columns(datMateriales.col).Caption
Calculos.glbtemperatura = Val(TxtTemperatura.Text)
Calculos.material = 0

```

```

Calculos.cedencia = Val(datMateriales.Columns(10).Text)
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
If Not glbsalir Then
  If glbSigue Then
    If Calculos.opcion = 1 Then
      FrmOptimizacion.Show
    End If
    If Calculos.opcion = 2 Then
      FrmCilindri.Show
    End If
  End If
  If glbregresar Then FrmEspesorCorro.Show
  If glbaceinox Then FrmInox.Show
End If
Calculos.Tipomaterial = TxtMaterial.Text
End Sub
Frmtaplana
Private Sub Command1_Click()
  cabeza = 6
  Unload Me
End Sub
Private Sub Command2_Click()
  cabeza = 7
  Unload Me
End Sub
Private Sub Command3_Click()
  cabeza = 8
  Unload Me
End Sub
Private Sub Command4_Click()
  cabeza = 5
  Unload Me
End Sub
Private Sub Command5_Click()
  Unload Me
Frmcabezas.Show
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
  If cabeza = 5 Then
    Calculos.glbpesortapaA = Calculos.glb diametro * (Sqr((0.13 * Calculos.glbpresiondiseño) / _
      (Calculos.glbEsfuerzo * Calculos.glbeficienciaCas)))
  Else
    Calculos.factorC = (((Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.glb diametro / 2) / _
      ((2 * Calculos.glbEsfuerzo * 1) - (0.2 * Calculos.glbpresiondiseño))) _
      / (glbpresiondiseño * (glb diametro / 2)) / ((glbEsfuerzo _
      * 1) - (0.6 * glbpresiondiseño))) * 0.33
    If Calculos.factorC < 0.2 Then Calculos.factorC = 0.2

    Calculos.glbpesortapaA = Calculos.glb diametro * (Sqr((Calculos.factorC *
    Calculos.glbpresiondiseño) / _
      (Calculos.glbEsfuerzo * Calculos.glbeficienciaCas)))
  End If
End Sub

```

```

End If
FrmPosicion.Show
End Sub

```

### ***Frmtemperatura***

```

Private Sub Command1_Click()
If Text1.Text = "" Then
MsgBox "Error en ingreso", vbCritical, "Mensaje"
Text1.SetFocus
Else
Calculos.glbtemperatura = Val(Text1.Text)
Unload Me
End If
End Sub

```

### ***FrmVeces***

```

Private Sub Command1_Click()
If (Val(Text1.Text) < -1) Or (Val(Text1.Text) > 5) Then
MsgBox "solo puede ingresar entre 0 y 4", 16, "Mensaje"
Text1.Text = ""
Text1.SetFocus
Else
cuenta = Val(Text1.Text)
cuenta2 = 0
If cuenta = 0 Then
frmInforme.Show
Unload frmInforme
Else
cuenta2 = cuenta2 + 1
FrmAberturas.Show
End If
Unload Me
End If
End Sub
Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text1KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii > 57) Then
KeyAscii = 0
End If
If (KeyAscii = 13) Then
Command1.SetFocus
End If
Exit Sub
text1KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub

```

### ***FrmVertical***

```

Private Sub CmdImprimir_Click()
CmdImprimir.Visible = False
Command1.Visible = False
Me.PrintForm
CmdImprimir.Visible = True
Command1.Visible = True

```

```

End Sub
Private Sub Command1_Click()
Unload Me
End Sub
Private Sub Form_Load()
If cabeza = 1 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\piesferico.jpg")
End If
If cabeza = 2 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\pieliptico.jpg")
End If
If cabeza = 3 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\pitorisferico.jpg")
End If
If cabeza = 4 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\piconico.jpg")
Frame5.Visible = True
Else
Frame5.Visible = False
End If
If cabeza = 5 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\pia.jpg")
End If
If cabeza = 6 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\pib.jpg")
End If
If cabeza = 7 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\pic.jpg")
End If
If cabeza = 8 Then
Picture2.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\pid.jpg")
End If
Picture2.Refresh
If cil = 1 Then Picture6.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef1.jpg")
If cil = 2 Then Picture6.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef2.jpg")
If cil = 3 Then Picture6.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef3.jpg")
If cil = 4 Then Picture6.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef4.jpg")
If cil = 5 Then Picture6.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef5.jpg")
If cil = 6 Then Picture6.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef6.jpg")
Picture6.Refresh
If cas = 1 Then Picture7.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef1.jpg")
If cas = 2 Then Picture7.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef2.jpg")
If cas = 3 Then Picture7.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef3.jpg")
If cas = 4 Then Picture7.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef4.jpg")
If cas = 5 Then Picture7.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef5.jpg")
If cas = 6 Then Picture7.Picture = LoadPicture("c:\mis documentos\graficos\ef6.jpg")
Picture7.Refresh
Calculos.parametro = Calculos.glbespesorcilindro
frmReal.Show
Unload frmReal
Calculos.glbespesorcilindro = Calculos.parametro
Text1.Text = Calculos.glbespesorcilindro
Text2.Text = Calculos.glbdiametro

```





```

Text12.Text = Calculos.glbdiametro
Text13.Text = Format(Calculos.Ache, "##.##0")
Text14.Text = Calculos.Espacio_soporte
Text15.Text = Calculos.ancho_soporte
Text16.Text = Calculos.ang_teta
Text18.Text = Calculos.glbpresiondiseño
Text29.Text = Calculos.EspeBoquilla
Text28.Text = Format(Calculos.trn, "##.###0")
If glbacero = 1 Then
Text63.Text = Calculos.Tipoinoxi
Else
Text63.Text = Calculos.Tipomaterial
End If
Text17.Text = Calculos.t
Text16.Text = Calculos.tr
Text15.Text = Calculos.ExtBoquilla
Text14.Text = Calculos.RadioBoquilla * 2
Text54.Text = Calculos.Filete
Text55.Text = Calculos.Filete2
Text64.Text = Calculos.ele2
Text65.Text = Calculos.ele3
Text66.Text = Calculos.glbDiamPeq
Text67.Text = Calculos.glba
frmGri.Show
Unload frmGri
If Calculos.DiamExTob + Calculos.Diam_adic <> 0 Then
Label28.Visible = True
Label29.Visible = True
Text19.Visible = True
Text20.Visible = True
Else
Label28.Visible = False
Label29.Visible = False
Text19.Visible = False
Text20.Visible = False
End If
If Calculos.glbinterna Then
Text62.Text = "Interna"
Else
Text62.Text = "Externa"
End If
Text19.Text = Calculos.DiamExTob + Calculos.Diam_adic
Text20.Text = Calculos.espesor_adicional
Calculos.glblongitud = Round(Calculos.glblongitud)
Text3.Text = Calculos.glblongitud
If cabeza = 1 Then
Calculos.parametro = Calculos.espesor_esferico
frmReal.Show
Unload frmReal
Calculos.espesor_esferico = Calculos.parametro
Text4.Text = Calculos.espesor_esferico
End If
If cabeza = 2 Then

```

```

Calculos.parametro = Calculos.espesor_elipsoidal
frmReal.Show
Unload frmReal
Calculos.espesor_elipsoidal = Calculos.parametro
Text4.Text = Calculos.espesor_elipsoidal
End If
If cabeza = 3 Then
    Calculos.parametro = Calculos.espesor_torisferico
    frmReal.Show
    Unload frmReal
    Calculos.espesor_torisferico = Calculos.parametro
    Text4.Text = Calculos.espesor_torisferico
End If
If cabeza = 4 Then
    Text13.Text = Format(Calculos.glbLongCono, "##.##0")
    Calculos.parametro = Calculos.espesor_conico
    frmReal.Show
    Unload frmReal
    Calculos.espesor_conico = Calculos.parametro
    Text4.Text = Calculos.espesor_conico
End If
If (cabeza >= 5) And (cabeza <= 8) Then
    Text4.Text = Format(Calculos.glbBespSortapaA, "##.##0")
End If
Text5.Text = Format(Calculos.EspesorViento, "#.##0")
Text6.Text = Format(Calculos.espesor_faldon, "#.##0")
Text7.Text = Calculos.Espesor_anillo
Text8.Text = Calculos.numpernos
Text9.Text = Calculos.DiamPerno
Text10.Text = Format(Calculos.peso, "##.##0")
Text11 = Format(Calculos.vibra, "##.##0")
Text21.Text = Calculos.Camp1
Text22.Text = Calculos.Camp2
Text23.Text = Calculos.Camp3
Text24.Text = Calculos.Camp4
Text25.Text = Calculos.Camp5
Text26.Text = Calculos.Camp6
Text27.Text = Calculos.Camp7
If cuenta >= 2 Then
    'apertura 2
    Frame2.Visible = True
    Text53.Text = Calculos.EspeBoquilla2
    Text52.Text = Format(Calculos.trn2, "##.##0")
    Text51.Text = t2
    Text50.Text = tr2
    Text47.Text = Calculos.DiamExTob2 + Calculos.Diam_adic2
    Text46.Text = Calculos.espesor_adicional2
    Text49.Text = Calculos.ExtBoquilla2
    Text48.Text = (Calculos.RadioBoquilla2 * 2)
    Text58.Text = Calculos.Filete12
    Text59.Text = Calculos.Filete22
    If Calculos.DiamExTob2 + Calculos.Diam_adic2 <> 0 Then
        Label73.Visible = True
    
```

```

Label72.Visible = True
Text47.Visible = True
Text46.Visible = True
Else
Label73.Visible = False
Label72.Visible = False
Text47.Visible = False
Text46.Visible = False
End If
Else
Frame2.Visible = False
End If
If cuenta >= 3 Then
'abertura 3
Frame3.Visible = True
Text37.Text = Calculos.EspeBoquilla3
Text36.Text = Format(Calculos.trn3, "##.##0")
Text35.Text = t3
Text34.Text = tr3
Text31.Text = Calculos.DiamExTob3 + Calculos.Diam_adic3
Text30.Text = Calculos.espesor_adicional3
Text33.Text = Calculos.ExtBoquilla3
Text32.Text = (Calculos.RadioBoquilla3 * 2)
Text56.Text = Calculos.Filete3
Text57.Text = Calculos.Filete23
If Calculos.DiamExTob3 + Calculos.Diam_adic3 <> 0 Then
Label43.Visible = True
Label42.Visible = True
Text31.Visible = True
Text30.Visible = True
Else
Label43.Visible = False
Label42.Visible = False
Text31.Visible = False
Text30.Visible = False
End If
Else
Frame3.Visible = False
End If
If cuenta = 4 Then
Frame4.Visible = True
'abertura 4
Text45.Text = Calculos.EspeBoquilla4
Text44.Text = Format(Calculos.trn4, "##.##0")
Text43.Text = t4
Text42.Text = tr4
Text39.Text = Calculos.DiamExTob4 + Calculos.Diam_adic4
Text38.Text = Calculos.espesor_adicional4
Text41.Text = Calculos.ExtBoquilla4
Text40.Text = (Calculos.RadioBoquilla4 * 2)
Text60.Text = Calculos.Filete4
Text61.Text = Calculos.Filete24
If Calculos.DiamExTob4 + Calculos.Diam_adic4 <> 0 Then

```

```

Label58.Visible = True
Label57.Visible = True
Text39.Visible = True
Text38.Visible = True
Else
Label58.Visible = False
Label57.Visible = False
Text39.Visible = False
Text38.Visible = False
End If
Else
Frame4.Visible = False
End If
If cuenta >= 1 Then
Frame1.Visible = True
Else
Frame1.Visible = False
End If
End Sub
FrmVientos
Private Sub Command1_Click()
Calculos.glbViento = Val(VW.Text)
Calculos.PW = (0.0025 * ((Calculos.glbViento) ^ 2))
If cabeza = 1 Then
Calculos.Ache = 4 + (Calculos.gblongitud - ((Calculos.glb diametro / 2) / 12))
End If
If cabeza = 2 Then
Calculos.Ache = 4 + (Calculos.gblongitud - ((Calculos.glb diametro / 4) / 12))
End If
If cabeza = 3 Then
frmAche.Show
Unload frmAche
Calculos.Ache = 4 + (Calculos.gblongitud - (Calculos.Ache))
End If
If cabeza = 4 Then
Calculos.Ache = 4 + (Calculos.gblongitud - (Calculos.glbLongCono / 12))
End If
If cabeza >= 5 Then
Calculos.Ache = 4 + (Calculos.gblongitud)
End If
Calculos.cortante = Calculos.PW * (Calculos.glb diametro / 12) * Calculos.Ache
Calculos.Eme = Calculos.PW * (Calculos.glb diametro / 12) * (((Calculos.Ache) ^ 2) / 2)
Calculos.Emete = Calculos.Eme - (4 * (((Calculos.cortante - (0.5 * Calculos.PW *
(Calculos.glb diametro / 12) * 4))))))
Calculos.EspesorViento = (12 * Calculos.Emete) / (((Calculos.glb diametro) / 2) ^ 2) * 3.1416 *
Calculos.glbEsfuerzo * Calculos.glbeficienciaCil)
Calculos.espesor_circunferencial = ((Calculos.glbpresiondiseño * Calculos.glb diametro) / 2) / (2 *
(Calculos.glbEsfuerzo * Calculos.glbeficienciaCil))
If Calculos.EspesorViento > Calculos.espesor_circunferencial Then
Calculos.EspesorViento = Calculos.EspesorViento + Calculos.espesor_circunferencial
End If
Unload Me
Frmfaldones.Show

```

```
End Sub
Private Sub Command2_Click()
Unload Me
FrmPosicion.Show
End Sub
Private Sub Command3_Click()
Unload Me
End Sub
Private Sub VW_KeyPress(KeyAscii As Integer)
On Error GoTo text2KeyPress
If (KeyAscii <> 8) And (KeyAscii <> 46) And (KeyAscii <> 13) And (KeyAscii < 48 Or KeyAscii >
57) Then
    KeyAscii = 0
End If
If KeyAscii = 13 Then
    Command1.SetFocus
End If
Exit Sub
text2KeyPress:
MsgBox Error, 16, "Mensaje"
End Sub
```

# CAPÍTULO V

## EJEMPLOS REPRESENTATIVOS Y COMPROBACIÓN DEL SOFTWARE.

Dentro de esta sección se realizarán ejemplos, los cuales se confrontarán y compararán los realizados por el software y el mismo ejemplo pero realizado de manera manual, para así determinar la veracidad de los resultados que el programa está capaz de entregar en su informe.

### 5.1 *RECIPIENTES VERTICALES CON CASQUETES CÓNICOS.*

Comenzaré con el desarrollo del diseño del recipiente de manera manual para al final comprobar con los resultados que el software entrega en su informe final y así compararlos.

#### **DATOS:**

Presión: 150 psi (Interna)

Tipo de Material: Acero Inoxidable

Temperatura: 300° F

SA-240 Grado 304

Longitud: 15 pies

Esfuerzo: 17800psi

Diámetro: 60 plg.

Diámetro menor: 30 plg.

Espesor de Corrosión: 0.0625

Angulo: 30°

Será ubicado en la península de Santa Elena.

Para el cilindro:

Tipo de Junta: 1

% de radiografiado: Parcialmente

Eficiencia de Junta: 0.85

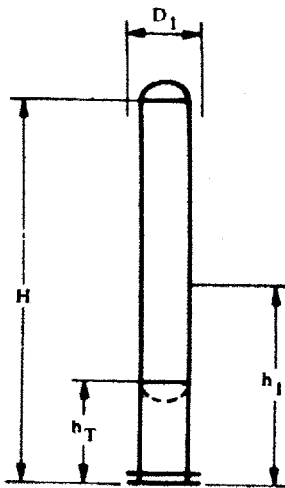
Para las cabezas:

Tipo de Junta: 2

% de radiografiado: Total

Eficiencia de Junta: 0.9

### DESARROLLO.-



Longitud del cono =  $15 / \text{Tang } \alpha = 25.98$  pulgadas

Equivalentes a 2.16 pies.

$D = 60$  pulgadas.

$h_t = 4$  pies

$H = 15 + 2.16 + 4 = 21.16$

$h_1 = 10.58$  pies

### CILINDRO.-

Usando la ecuación descrita en la sección 2.6 para determinar el espesor del cilindro.

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P} + E.C. = \frac{150 \times 30}{17800(0.85) - 0.6(150)} + 0.0625$$

$$t = 0.3617 \longrightarrow 3/8 \text{ pulg.}$$

CASQUETE.-

Como está escrito en la sección 2.7.4 para determinar el espesor del casquete cónico.

$$t = \frac{PD}{2\cos\alpha(SE - 0.6P)} + E.C. = \frac{150 * 60}{2 * \cos 30^\circ * (17800 * 0.9 - 0.6 * 150)}$$

$$t = 0.3886 \longrightarrow 7/16 \text{ pulg.}$$

ESPEJOR DEBIDO AL VIENTO.-

Para determinar el diseño vertical como lo describe en la sección 3.1.1

Como va ha ser ubicado en la Península de Santa Elena, del gráfico 3.1 tenemos que la velocidad promedio en esa zona es de 100 Mph.

$$P_w = 0.0025 * V_w^2 = 25 \text{ libras por pie}^2$$

$$V = P_w * D * H = 25 * 5 * 21.16 = 2645$$

$$M = P_w * D * H * h_1 = 25 * 5 * 21.16 * 10.58 = 27984.1 \text{ pies-libra}$$

$$M_t = M - h_t (V - 0.5 * P_w * D * h_t) = 27984.1 - 4 (2645 - 0.5(25 * 5 * 4)) =$$

$$M_t = 18404.1 \text{ pies-libra}$$

$$t = \frac{M_T}{R^2 \pi S E} = \frac{12 * 18404.1}{(30)^2 * \pi * 17800 * 0.85} = 0.0051 \text{ pulg.}$$

Por ende no se aumenta el espesor del cilindro ya que el que tiene es suficiente para soportar la carga de viento.

PESO

$$W_{\text{cilindro}} = 242 \text{ libras/pie} * 15 \text{ pies} = 3630 \text{ libras}$$



$$\text{Área del cono} + \text{Tapa} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\left[\frac{(D-d)}{2}\right]^2 + h^2} * (D+d) + \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$A_{\text{total}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\left[\frac{(60-30)}{2}\right]^2 + 25.98^2} * (60+30) + \frac{\pi * 30^2}{4} = 4947.5 \text{ plg}^2$$

$$V_{\text{total}} = A_{\text{total}} * 2 * t_{\text{cono}} = 4947.5 * 2 * 0.3886 = 3845.19 \text{ pulg}^3$$

$$W_{\text{conos}} = V_{\text{total}} * \rho_{\text{acero}} =$$

$$W_{\text{conos}} = 3845.19 * 0.2833 = 1089.3 \text{ libras}$$

$$W_{\text{total}} = 1.2 * (W_{\text{cilindro}} + W_{\text{conos}}) = 1.2 * (3630 + 1089) = 5662.8 \text{ libras}$$

Espesor del Faldón. De acuerdo como está escrito en la sección 3.1.3

La eficiencia para el faldón está definida en el gráfico 3.3 la opción A.

$$t_f = \frac{12 M_t}{R^2 \pi SE} + \frac{W}{D \pi SE} = \frac{12 * 18404.1}{30^2 * \pi * 17800 * 0.6} + \frac{5662.8}{60 * \pi * 17800 * 0.6} = 0.010 \text{ plg.}$$

PERÍODO. Según la sección 3.1.2

$$T = 0.0000265 \left(\frac{H}{D}\right)^2 \sqrt{\frac{w D}{t}} = 0.0000265 \left(\frac{21.16}{60}\right)^2 \sqrt{\frac{242(60)}{0.01}} = 0.00397$$

$$T_a = 0.80 \sqrt{\frac{W H}{V g}} = 0.80 \sqrt{\frac{5662 * 21.16}{2645 * 32.2}} = 0.9489$$

El período real no sobrepasa al período admisible.

CANTIDAD Y DIÁMETRO DE LOS PERNOS.- Como nos indica en el subcapítulo 3.1.4.

De la tabla 3.II se escoge el número de pernos donde para 60 pulgadas de diámetro la cantidad óptima son 12 pernos.

Luego escogemos de la Tabla 3.III el material del perno que en nuestro caso será el SA 193 B7 con 18000 psi. de esfuerzo.

Procedemos a seguir los pasos descritos en esta sección para determinar el diámetro de los pernos.

Se estima el diámetro inscrito para los pernos el cual será 60+3 pulgadas.

$$A_B = \frac{\pi * (D_{pernos})^2}{4} = \frac{\pi * 63^2}{4} = 3117.24 \text{ plg}^2$$

$$C_B = \pi * D_{pernos} = \pi * 63 = 197.92 \text{ plg.}$$

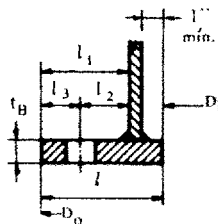
$$\text{Tensión máxima } T = \frac{12M}{A_B} - \frac{W}{C_B} = \frac{12 * 27984.1}{3117.24} - \frac{5662.8}{197.92} = 79.11$$

$$\text{Área de un perno } B_A = \frac{T C_B}{S_B N} = \frac{79.11 * 197.92}{18000 * 12} = 0.072 \text{ plg}^2$$

De acuerdo con la Tabla 3.I para el área calculada se debe escoger pernos cuyo diámetro es de  $\frac{1}{2}$ ".

### ESPESOR Y DIMENSIONES DEL ANILLO BASE.-

De la misma tabla podemos determinar el ancho apropiado para ese diámetro de pernos como son  $l_2 = 7/8$ " y  $l_3 = 5/8$ ".



Para el espesor de acuerdo a la fórmula de la sección 3.2.5 tenemos:

$$t_b = 0.32 l_1 = 0.32 * 1.5 = 0.48 \text{ plg.}$$

ABERTURAS.-

Diseñaré dos aberturas para este recipiente en el que uno será de un diámetro de 3 plg. y el otro será de 6 plg.

## ABERTURA 1.-

Diámetro de la Abertura = 6 plg.

El espesor de la boquilla ( $t_n$ ) = 0.125 plg.

Espesor del filete exterior = 0.25 plg.

Extensión de la boquilla ( $h$ ) = 0.5 plg.

Será ubicada la abertura en el cilindro. ( $t$ ) = 3/8 plg.

Espesor real del cilindro ( $t_r$ ) = 0.3617 plg.

Se calcula el espesor real para la boquilla.

$$t_m = \frac{P * R_n}{S * E - 0.6 * P} = \frac{150 * 3}{17800 * 1 - 0.6 * 150} = 0.025 \text{ plg.}$$

De acuerdo con lo expuesto en la sección 2.8.2.

$$A = d * t_r = 6 * 0.3617 = 2.1702 \text{ plg}^2$$

Procedemos a calcular el área disponible.

En el caso de  $A_1$  se escoge el área mayor de las dos determinadas a continuación. Y será el exceso en el cilindro.

$$A_1 = (t - t_r) * d = (3/8 - 0.3617) * 6 = 0.0798 \text{ plg}^2$$

$$A_1 = (t - t_r) * (t_n + t) * 2 = (3/8 - 0.3617) * (0.125 + 3/8) * 2 = 0.0133 \text{ plg}^2$$

Por consiguiente el área escogida será  $A_1 = 0.0798 \text{ plg}^2$

Lo mismo que en  $A_1$  pero se escoge la menor área. Siendo el exceso en la boquilla.

$$A_2 = (t_n - t_m) * 5 * t = (0.125 - 0.025) * 5 * 3/8 = 0.1825 \text{ plg}^2$$

$$A_2 = (t_n - t_m) * 5 * t_n = (0.125 - 0.025) * 5 * 0.125 = 0.0625 \text{ plg}^2$$

Entonces el área  $A_2 = 0.0625 \text{ plg}^2$

La parte que penetra  $A_3$ .

$$A_3 = t_n * 2 * h = 0.125 * 2 * 0.5 = 0.125 \text{ plg}^2$$

Área del cordón de soldadura  $A_4$ .

$$A_4 = 0.25^2 = 0.0625$$

El área total será la suma de todas las áreas descritas anteriormente.

$$A_T = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_T = 0.0798 + 0.0625 + 0.125 + 0.0625 = 0.329$$

El área total  $A_T$  es menor que el área  $A$  entonces necesita refuerzo.

$$A_{\text{parche}} = A - A_T = 2.1702 - 0.326 = 1.8412$$

Donde se estima un espesor para el refuerzo, el cual se ha tomado como 0.375 plg.

Quedando de la siguiente manera:

$$\text{Ancho del parche} = 1.8442 / 0.375 = 4.92 \text{ plg.}$$

Suma al diámetro de la boquilla tendremos un diámetro de 10.92 plg.

ABERTURA 2.

Diámetro de la Abertura = 3 plg.

El espesor de la boquilla ( $t_n$ ) = 0.125 plg.



Espesor del filete exterior = 0.125 plg.

Extensión de la boquilla (h) = 0.25 plg.

Será ubicada la abertura en el cilindro. (t) = 3/8 plg.

Espesor real del cilindro (t<sub>r</sub>) = 0.3617 plg.

Como se establece en el literal UG-36(c)(2) y consta en el subcapítulo 2.8.2 de este material, que no requieren de refuerzo si no son mayores que el tamaño de un tubo de 3 plg. en un recipiente de pared de 3/8 de plg. o menor.

Por lo que esta abertura no necesita utilizar refuerzo.

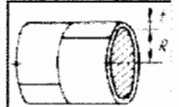
# RESULTADOS OBTENIDOS POR EL SOFTWARE

**INFORME DE RESULTADOS**


## INFORME

Diseño por Presión: **Interna**      Tipo de Material: **1**

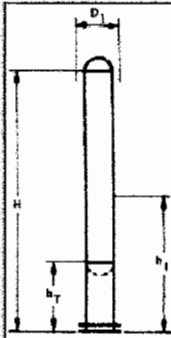
Presión de diseño: **150** psi



Espesor del cilindro: **0.375** plg.  
 Diámetro: **60** plg.  
 Longitud: **15** pies



Espesor de la cabeza: **0.4375** plg.  
 Diámetro menor: **30** plg.  
 Altura: **25.981** plg.  
 Ángulo: **30** grados



Tipo de junta del Cilindro: **1**  
 Tipo de junta del Casquete: **2**  
 En juntas circunferenciales: **1**  
 En juntas longitudinales: **2**

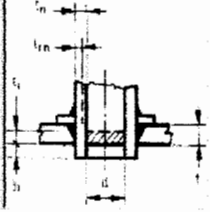
Peso del recipiente: **5663.640** lb.  
 Espesor de viento: **0.005** plg.  
 Espesor del Faldón: **0.010** plg.  
 Periodo de vibración: **0.004** seg.  
 Numero de pernos de la base: **12**  
 Diámetro de los pernos de la base: **0.5** plg.  
 Espesor del anillo base: **0.48** plg.

Diámetro del perno del grillete: **A** **1.55** plg.  
 Diámetro del agujero de la oreja: **D** **1.3/4** plg.  
 H: **1.18** plg.  
 Brazo del momento: **E** **2.25** plg.

Bordes cortado a cizalla: **B**  
 Corte a gas soldado: **B**

| Abertura 1: Todos en plg. |                     | Abertura 2: Todos en plg. |                     |
|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| Espeor de la Boquilla     | Ext. de la boquilla | Espeor de la Boquilla     | Ext. de la boquilla |
| <b>0.125</b> tm           | <b>0.5</b> h        | <b>0.125</b> tm           | <b>0.25</b> h       |
| Espeor req. boquilla      | Dia de la boquilla  | Espeor req. boquilla      | Dia de la boquilla  |
| <b>0.0254</b> tm          | <b>6</b> d          | <b>0.034</b> tm           | <b>8</b> d          |
| Espeor de pared           | Dia. ext. refuerzo  | Espeor de pared           | Dia. ext. refuerzo  |
| <b>0.375</b> t            | <b>10.90848370</b>  | <b>0.375</b> t            | <b>18.734</b>       |
| Espeor req. pared         | Espeor refuerzo     | Espeor req. pared         | Espeor refuerzo     |
| <b>0.36170</b> tr         | <b>0.375</b>        | <b>0.36170</b> tr         | <b>0.25</b>         |
| Filete interno            | Filete externo      | Filete interno            | Filete externo      |
| <b>0</b>                  | <b>0.25</b>         | <b>0</b>                  | <b>0.125</b>        |

Nomenclatura para las aberturas



SALIR      IMPRIMIR

## **5.2 RECIPIENTES HORIZONTALES CON CASQUETES TORISFÉRICOS.**

Para este caso se dará tan solo el valor de la presión y el volumen para que el programa se encargue de calcular el diámetro y la longitud óptima a la que debe ser diseñado. También, para variar en el diseño se lo hará para presión externa o vacío completo.

### **DATOS:**

|                                 |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Presión: 15 psi (Externa)       | Tipo de Material: Acero al Carbono |
| Temperatura: 300° F             | SA-515 Grado 60                    |
| Volumen: 1000 pies <sup>3</sup> | Esfuerzo: 15000 psi                |
| Diámetro menor: 30 plg.         |                                    |
| Espesor de Corrosión: 0.0625    |                                    |

Para el cilindro:

|                          |                                  |
|--------------------------|----------------------------------|
| Tipo de Junta: 2         | % de radiografiado: Parcialmente |
| Eficiencia de Junta: 0.8 |                                  |

Para las cabezas:

|                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| Tipo de Junta: 1       | % de radiografiado: Total |
| Eficiencia de Junta: 1 |                           |

### **DESARROLLO.-**

Lo primero que hay que determinar será el tamaño óptimo del recipiente con el volumen y presión de éste, como se describe en el subcapítulo 2.5 de este material.

Donde:

$$F = \frac{P}{EC \cdot S \cdot E} = \frac{15}{0.0625 \cdot 15000 \cdot .8} = 0.02$$

De la figura 2.4 se determina el valor del diámetro  $D = 8$  pies. = 96 plg.

Entonces:

$$L = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 1000}{\pi \cdot 64} = 19.89 \text{ pies}$$

### CILINDRO.-

Como se describe el procedimiento en la sección 2.6 se determina la relación entre la longitud y el diámetro para ingresar a la figura 2.6 y poder estimar el valor del espesor.

$$L/D = 19.89/8 = 2.48 \longrightarrow D/t = 210 \text{ determinado de la figura 2.6}$$

Por consiguiente  $t = 96 / 210 = 0.457$  plg.

Este valor se lo aproxima a uno que exista en el mercado **0.5 plg.** o  $\frac{1}{2}$  plg.

Al tener estas relaciones se ingresa a la figura 2.7 para determinar el Factor

A el cual es para  $L/D = 2.48$  y  $D/t = 210$ , Factor  $A = 0.00017$

Con este factor se ingresa a la figura 2.8 y se determina el Factor B, el cual resulta ser Factor  $B = 2500$

$$P_a = \frac{4 \cdot B}{3(D/t)} = \frac{4 \cdot 2500}{3 \cdot (210)} = 15.87 \text{ psi.}$$



CASQUETE.-

Siguiendo el procedimiento que establece la sección 2.7.3 para determinar el espesor del casquete ASME para presión externa que establece que el radio relativo es igual al diámetro del mismo es decir  $R = D$ .

De la figura 2.14 se determina la primera aproximación para estimar el espesor que de acuerdo a la gráfica para un radio relativo de 96 el espesor  $t=0.28$  plg.

Luego de esto se establece el valor del Factor A mediante la fórmula:

$$A = \frac{0.125}{(D/t)} = \frac{0.125}{(96/0.28)} = 3.64 \times 10^{-4}$$

De la misma manera se determina el valor del Factor B de la figura 2.8.

$B = 5000$  y con la fórmula  $P_a = \frac{B}{(D/t)}$  se determina la presión admisible.

$$P_a = \frac{5000}{(96/0.28)} = 14.58 \text{ psi}, \text{ pero esta presión no es suficiente para soportar el}$$

vacío completo, por lo que se vuelve a iterar aumentado  $1/16$  plg. al espesor anterior y repitiendo todo el proceso hasta que la presión admisible sea mayor o igual que la presión de diseño.

$$t = 0.3425 \text{ plg.} \quad A = \frac{0.125}{(96/0.3425)} = 4.46 \times 10^{-4} \quad B = 6300$$

$$P_a = \frac{6300}{(96/0.3425)} = 22.47 \text{ psi.} \quad \text{Siendo la } P_a > P$$

Entonces  $t = 0.3425$  plg.  $\longrightarrow$   $t = 3/8$  "

**PESOS.-**

De acuerdo como se establece en el Apéndice A los pesos para casquetes y cilindros son:

$$\text{Longitud} = 19.89 - (16.125 * 2)/12 = 17.2025 \text{ pies.}$$

$$W_{\text{cilindro}} = 515 * 17 = 8859.28 \text{ libras.}$$

$$W_{\text{casquete}} = 955 * 2 = 1910 \text{ libras}$$

$$W_{\text{total}} = 10769 \text{ libras}$$

Se debe diseñar con un margen de seguridad, por esto se le aumenta el 20% al peso original.

$$W = 1.2 * W_{\text{total}} = 1.2 * 10769 = 12923 \text{ libras}$$

Para este caso asumiremos que el recipiente se encontrará lleno de agua.

$$\rho = 62.36 \text{ lrb/pie}^3 * 1000 \text{ pie}^3 = 62360 \text{ libras} \approx 62000 \text{ libras}$$

$$W = 12923 + 62000 = 74923 \text{ libras.} \quad \text{Entonces } Q = 37462 \text{ libras}$$

**ESFUERZOS EN RECIPIENTES CON DOS SILLETAS.**

Se establece la distancia hasta las silletas, tomando en cuenta que no debe ser mayor que 0.2 L, es decir el valor correspondiente  $A = 30 \text{ plg}$ , el valor del ancho del soporte  $b = 5 \text{ plg}$ .

**FLEXIÓN LONGITUDINAL**

De acuerdo con la sección 3.2.2 tendré que calcular solo  $S_1$  y  $S_3$ , porque  $t/R > 0.005$  entonces  $S_2$  no es importante.

$$S_1 = + \frac{QA \left( 1 - \frac{1 - \frac{A}{L} + \frac{R^2 - H^2}{2AL}}{1 + \frac{4H}{3L}} \right)}{K_1 R^2 t_s} = \frac{37462 * 30 \left( 1 - \frac{1 - \frac{30}{206.43} + \frac{48^2 - 16.125^2}{2 * 30 * 206.43}}{1 + \frac{4 * 16.125}{3 * 206.43}} \right)}{0.335 * 48^2 * 0.457}$$

$$S_1 = 231 \text{ psi}$$

A  $S_1$  se le suma el esfuerzo debido a la presión interna.

$$S = \frac{PR}{2t_s} = \frac{15 * 48}{2 * 0.457} = 787.74 \text{ psi}$$

resultando  $S_1 = 231 + 787.74 = 1019 \text{ psi} \ll 0.8$  Esfuerzo del material

$$S_3 = + \frac{\frac{QL}{4} \left( \frac{1 + 2 \frac{R^2 - H^2}{L^2}}{1 + \frac{4H}{3L}} - \frac{4A}{L} \right)}{\pi R^2 t_s} = \frac{\frac{3762 * 206.43}{4} \left( \frac{1 + 2 \frac{48^2 - 16.125^2}{16.125^2}}{1 + \frac{4 * 16.125}{3 * 206.43}} - \frac{4 * 30}{206.43} \right)}{\pi * 48^2 * 0.457} =$$

$$S_3 = 240.37 + 787.74 = 1028.11 \text{ psi} \ll 0.8 * (15000 \text{ psi})$$

### CORTANTES TANGENCIALES.-

De la misma forma que esta escrito en la sección 3.2.3 de este trabajo.

Donde  $A > R/2$                        $30 > 24$                       Entonces:

$$S_4 = \frac{K_2 Q}{\pi R t_s} \left[ \frac{L - 2A}{L + \frac{4}{3} H} \right] = \frac{1.171 * 37462}{\pi * 48 * 0.457} \left[ \frac{206.43 - 2 * 30}{206.43 + \frac{4}{3} * 16.125} \right] = 221.57 \text{ psi.}$$

Donde  $S_4 \ll 0.8$  veces el esfuerzo del material                       $2569.47 \ll 12000$

### CIRCUNFERENCIALES EN LOS EXTREMOS DEL ASIENTO.-

Como lo establece la sección 3.2.4 si  $L < 8R$  se aplica la siguiente fórmula:

$$S_{10} = \frac{Q}{4 t_s (b + 1.56 \sqrt{R t_s})} - \frac{12 K_6 Q R}{L t_s^2} =$$

$$S_{10} = \frac{37462}{4 * 0.457 (5 + 1.56 \sqrt{48 * 0.457})} - \frac{12 * 0.016 * 37462 * 48}{206.43 * 0.457^2} = 9673 \text{ psi}$$

En donde  $S_{10} < 1.5$  Esfuerzo del material  $9673 \ll 22500$

$$S_{11} = \frac{K_7 Q}{t_s (b + 1.56 \sqrt{R t_s})} = \frac{0.76 * 37462}{0.457 * (5 + 1.56 \sqrt{48 * 0.457})} = 5062 \text{ psi}$$

Para lo cual se debe cumplir que  $S_{11} < 0.5$  cedencia  $5062 \ll 16000$

### DISEÑO DE LA SILLETA.-

De la sección 3.2.5 obtenemos el procedimiento que seguiremos a continuación:

$$F = 0.204 * 37462 = 7642.24 \text{ libras.}$$

$$t_{silleta} = \frac{9 * F}{R * S} = \frac{9 * 7642.24}{48 * 15000} = 0.095 \text{ plg.}$$

Se lo aproxima a 3/16" que es el menor espesor de plancha en el mercado.

Hay que tomar en cuenta que para la fabricación se deben agregar rigidizadores para que no se ocasione el pandeo.

ABERTURAS.-

Para este caso se diseñarán tres aberturas.

## ABERTURA 1

Diámetro de la Abertura = 8 plg.

El espesor de la boquilla ( $t_n$ ) = 0.125 plg.

Espesor del filete exterior = 0.25 plg.

Extensión de la boquilla ( $h$ ) = 0.5 plg.

Será ubicada la abertura en el cilindro. ( $t$ ) = 0.5 plg.

Espesor real del cilindro ( $t_r$ ) = 0.457 plg.

Se calcula el espesor real para la boquilla.

$$t_m = \frac{P * R_n}{S * E - 0.6 * P} = \frac{150 * 4}{15000 * 1 - 0.6 * 15} = 0.040 \text{ plg.}$$

De acuerdo con lo expuesto en la sección 2.8.2.

$$A = \frac{d * t_r}{2} = 8 * 0.457 / 2 = 1.828 \text{ plg}^2$$

Procedemos a calcular el área disponible.

En el caso de  $A_1$  se escoge el área mayor de las dos determinadas a continuación. Y será el exceso en el cilindro.

$$A_1 = (t - t_r) * d = (0.5 - 0.457) * 8 = 0.344 \text{ plg}^2$$

$$A_1 = (t - t_r) * (t_n + t) * 2 = (0.5 - 0.457) * (0.125 + 0.5) * 2 = 0.05375 \text{ plg}^2$$

Por consiguiente el área escogida será  $A_1 = 0.344 \text{ plg}^2$

Lo mismo que en  $A_1$  pero se escoge la menor área. Siendo el exceso en la boquilla.

$$A_2 = (t_n - t_m) * 5 * t = (0.125 - 0.040) * 5 * 0.5 = 0.2125 \text{ plg}^2$$

$$A_2 = (t_n - t_m) * 5 * t_n = (0.125 - 0.040) * 5 * 0.125 = 0.053 \text{ plg}^2$$

Entonces el área  $A_2 = 0.053 \text{ plg}^2$

La parte que penetra  $A_3$ .

$$A_3 = t_n * 2 * h = 0.125 * 2 * 0.5 = 0.125 \text{ plg}^2$$

Área del cordón de soldadura  $A_4$ .

$$A_4 = 0.25^2 = 0.0625$$

El área total será la suma de todas las áreas descritas anteriormente.

$$A_T = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_T = 0.344 + 0.053 + 0.125 + 0.0625 = 0.5845$$

El área total  $A_T$  es menor que el área  $A$  entonces necesita refuerzo.

$$A_{\text{parche}} = A - A_T = 1.828 - 0.5845 = 1.2435$$

Donde se estima un espesor para el refuerzo, el cual se ha tomado como 0.375 plg.

Quedando de la siguiente manera:

$$\text{Ancho del parche} = 1.2435 / 0.375 = 3.316 \text{ plg.}$$

Suma al diámetro de la boquilla tendremos un diámetro de 11.316 plg.

### ABERTURA 2 Y 3.

Diámetro de la Abertura = 2 plg.

El espesor de la boquilla ( $t_n$ ) = 0.0625 plg.

Espesor del filete exterior = 0.125 plg.

Extensión de la boquilla ( $h$ ) = 0.125 plg.

Será ubicada la abertura en el cilindro. ( $t$ ) = 0.5 plg.

Espesor real del cilindro ( $t_r$ ) = 0.457 plg.

Como se establece en el literal UG-36(c)(2) y consta en el subcapítulo 2.8.2 de este material, que no requieren de refuerzo si no son mayores que el tamaño de un tubo de 2" en cualquier espesor.

Por lo que esta abertura no necesita utilizar refuerzo.

# RESULTADOS OBTENIDOS POR EL SOFTWARE

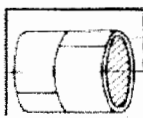
Informe
☐ ☐ ☐ X

**Diseño por Presión** Externa

Presión de diseño 15 psi

Tipo de Material SA-515

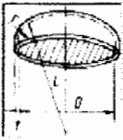
## INFORME



Espesor del cilindro 0.5 plg

Diametro 96 plg

Longitud 20 pies



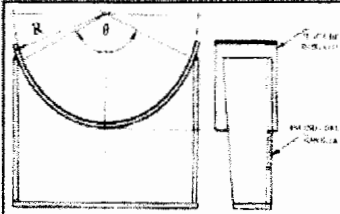
Espesor de la cabeza 0.375 plg

Diametro 96 plg

Altura 16.13 plg

Radio de Curvatura 5.88 plg

Longitud del plato 96.00 plg



Espesor del soporte 18750 plg

Peso del recipiente 74925.816 lb

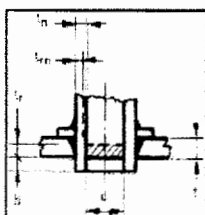
A 30 plg

b 5 plg

Tetra 120 plg

Tipos de junta del Cilindro: *En juntas concéntricas, círculos concéntricos*

Tipo de junta de la Cabeza



**Abertura 1** Todas en plg.

Espesor Boquilla 0.125 tn

Espesor req. Boquilla 0.0040 tm

Espesor de pared 0.5 t

Espesor req. pared 0.45599 tr

Filete Interno 0

**Abertura 2** Todas en plg.

Espesor Boquilla 0.0625 tn

Espesor req. Boquilla 0.001 tm

Espesor de pared 0.5 t

Espesor req. pared 0.45599 tr

Filete Interno 0

**Abertura 3** Todas en plg.

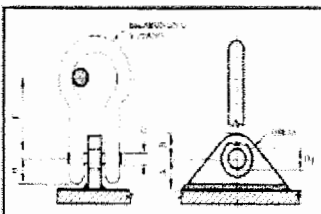
Espesor Boquilla 0.0625 tn

Espesor req. Boquilla 0.001 tm

Espesor de pared 0.5 t

Espesor req. pared 0.45599 tr

Filete Interno 0



A 3 plg

Brazo de Momento 3-1/8 plg

E 8.61 plg

H 5-7/16 plg

Diametro del perno del grillete

Diametro del agujero de la oreja

Corte a gas toledo, B

Borde cortado a cizalla, B

SALIR    IMPRIMIR



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por medio de este trabajo se ha podido alcanzar las metas y objetivos que se trazaron al realizar el software, que es el de automatizar y agilizar el diseño de recipientes a presión mediante el uso de las normas dadas en el código ASME sección VIII división 1.

También se debe tomar en cuenta que al realizar la comparación entre el software y los cálculos realizados manualmente en los ejemplos desarrollados, el error que existe entre ambos es tan pequeño que llega a alcanzar las magnitudes del 2 y 3%, generados por las tablas de los gráficos y su interpretación mediante el uso de la doble interpolación de Lagrange.

Como recomendación de debería mejorar el diseño de recipientes con presión externa considerando el uso de rigidizadores estructurales, para disminuir los espesores utilizados y de esta manera optimizar el costo de los mismos.

Se debería implementar una sección nueva para realizar los cálculos de los costos de construcción, y así poder tener una idea aproximada del valor del recipiente que este tendrá al final del diseño.

Otra recomendación importante es la de incrementar el alcance que este programa podría tener en un futuro, al incrementársele nuevas aplicaciones, como el diseño de recipientes de almacenamientos o atmosféricos, intercambiadores de calor y hasta diseño de esferas sometidas a presión.

# APÉNDICE A

## PESOS DE CILINDRO Y CABEZAS DE ACUERDO AL DIÁMETRO.

| PESOS DE CILINDROS Y CABEZAS. |                   |      |           |      |       |          |      |           |      |       |
|-------------------------------|-------------------|------|-----------|------|-------|----------|------|-----------|------|-------|
| DIAM.                         | ESPEORES DE PARED |      |           |      |       |          |      |           |      |       |
|                               | 1/4"              |      |           |      |       | 5/16"    |      |           |      |       |
|                               | CILINDRO          |      | CASQUETES |      |       | CILINDRO |      | CASQUETES |      |       |
|                               | I.S.              | O.S. | ELLIP     | ASME | ESFÉ. | I.S.     | O.S. | ELLIP     | ASME | ESFÉ. |
| 12                            | 33                | 31   | 22        | 14   | 20    | 41       | 39   | 28        | 19   | 26    |
| 14                            | 38                | 36   | 28        | 19   | 28    | 48       | 46   | 35        | 24   | 35    |
| 16                            | 44                | 42   | 33        | 23   | 36    | 54       | 52   | 41        | 29   | 46    |
| 18                            | 49                | 49   | 41        | 28   | 46    | 61       | 59   | 51        | 35   | 58    |
| 20                            | 54                | 52   | 47        | 35   | 56    | 68       | 66   | 58        | 43   | 71    |
| 22                            | 60                | 58   | 55        | 41   | 68    | 74       | 72   | 69        | 51   | 85    |
| 24                            | 65                | 63   | 62        | 47   | 81    | 81       | 79   | 78        | 58   | 101   |
| 26                            | 70                | 68   | 70        | 55   | 95    | 88       | 86   | 87        | 69   | 119   |
| 28                            | 76                | 74   | 78        | 62   | 110   | 94       | 92   | 100       | 78   | 138   |
| 30                            | 81                | 79   | 89        | 70   | 126   | 101      | 99   | 114       | 87   | 158   |
| 32                            | 86                | 84   | 100       | 80   | 143   | 108      | 106  | 129       | 100  | 179   |
| 34                            | 92                | 90   | 113       | 89   | 161   | 114      | 112  | 144       | 111  | 202   |
| 36                            | 97                | 95   | 128       | 98   | 180   | 121      | 119  | 160       | 123  | 226   |
| 38                            | 102               | 100  | 139       | 110  | 201   | 128      | 126  | 177       | 138  | 256   |
| 40                            | 108               | 106  | 156       | 120  | 222   | 134      | 133  | 195       | 150  | 279   |
| 42                            | 113               | 111  | 165       | 131  | 245   | 141      | 139  | 214       | 163  | 307   |
| 48                            | 129               | 127  | 215       | 168  | 320   | 161      | 159  | 285       | 210  | 400   |
| 54                            | 145               | 143  | 270       | 210  | 404   | 182      | 179  | 351       | 263  | 506   |
| 60                            | 161               | 159  | 330       | 257  | 498   | 202      | 199  | 434       | 322  | 624   |
| 66                            | 177               | 175  | 398       | 309  | 602   | 222      | 219  | 520       | 386  | 755   |
| 72                            | 193               | 191  | 453       | 365  | 717   | 243      | 239  | 598       | 456  | 897   |
| 78                            | 209               | 207  | 543       | 421  | 840   | 263      | 259  | 695       | 532  | 1052  |
| 84                            | 225               | 223  | 624       | 492  | 974   | 283      | 279  | 806       | 614  | 1220  |
| 90                            | 241               | 239  | 723       | 556  | 1118  | 303      | 299  | 925       | 702  | 1399  |
| 96                            | 257               | 255  | 820       | 637  | 1272  | 324      | 319  | 1050      | 796  | 1592  |
| 102                           | 273               | 271  | 922       | 710  | 1435  | 344      | 339  | 1180      | 896  | 1796  |
| 108                           | 289               | 287  | 1031      | 801  | 1608  | 364      | 359  | 1320      | 1001 | 2013  |
| 114                           | 305               | 303  | 1150      | 883  | 1792  | 385      | 379  | 1468      | 1104 | 2242  |
| 120                           | 321               | 319  | 1255      | 984  | 1985  | 405      | 399  | 1622      | 1230 | 2484  |
| 126                           | 337               | 335  | 1445      | 1075 | 2188  | 425      | 419  | 1820      | 1344 | 2738  |
| 132                           | 353               | 351  | 1590      | 1186 | 2401  | 446      | 439  | 1990      | 1482 | 3004  |
| 138                           | 369               | 367  | 1730      | 1286 | 2624  | 466      | 459  | 2160      | 1607 | 3282  |
| 144                           | 385               | 383  | 1880      | 1406 | 2856  | 486      | 480  | 2350      | 1758 | 3573  |

# APÉNDICE A

## CONTINUACIÓN

| PESOS DE CILINDRO Y CASQUETES |          |      |           |      |       |          |      |           |      |      |
|-------------------------------|----------|------|-----------|------|-------|----------|------|-----------|------|------|
| ESPESOR DE PARED              |          |      |           |      |       |          |      |           |      |      |
| 3/8"                          |          |      |           |      | 7/16" |          |      |           |      |      |
| DIAM.                         | CILINDRO |      | CASQUETES |      | DIAM. | CILINDRO |      | CASQUETES |      |      |
|                               | I.S.     | O.S. | ELLIP     | ASME |       | I.S.     | O.S. | ELLIP     | ASME |      |
| 12                            | 50       | 47   | 33        | 22   | 32    | 58       | 54   | 41        | 26   | 37   |
| 14                            | 58       | 55   | 42        | 28   | 43    | 67       | 63   | 49        | 33   | 50   |
| 16                            | 66       | 63   | 50        | 35   | 55    | 77       | 73   | 61        | 41   | 65   |
| 18                            | 74       | 71   | 61        | 42   | 70    | 86       | 82   | 71        | 52   | 82   |
| 20                            | 82       | 79   | 70        | 52   | 85    | 95       | 91   | 85        | 61   | 100  |
| 22                            | 90       | 87   | 82        | 61   | 103   | 105      | 101  | 97        | 71   | 121  |
| 24                            | 98       | 95   | 94        | 70   | 122   | 114      | 110  | 109       | 82   | 143  |
| 26                            | 106      | 103  | 105       | 82   | 143   | 123      | 119  | 122       | 97   | 168  |
| 28                            | 114      | 111  | 121       | 94   | 166   | 133      | 129  | 141       | 109  | 194  |
| 30                            | 122      | 119  | 137       | 105  | 190   | 142      | 138  | 160       | 122  | 223  |
| 32                            | 130      | 127  | 154       | 121  | 216   | 151      | 148  | 180       | 141  | 253  |
| 34                            | 138      | 135  | 173       | 134  | 243   | 161      | 157  | 191       | 156  | 285  |
| 36                            | 146      | 143  | 192       | 147  | 272   | 170      | 166  | 224       | 172  | 319  |
| 38                            | 154      | 151  | 213       | 165  | 303   | 179      | 176  | 248       | 192  | 355  |
| 40                            | 162      | 159  | 234       | 180  | 336   | 189      | 185  | 273       | 210  | 393  |
| 42                            | 170      | 167  | 257       | 196  | 370   | 198      | 194  | 300       | 229  | 433  |
| 48                            | 194      | 191  | 331       | 252  | 482   | 226      | 222  | 386       | 295  | 564  |
| 54                            | 218      | 215  | 415       | 316  | 609   | 254      | 250  | 484       | 368  | 712  |
| 60                            | 242      | 239  | 508       | 386  | 751   | 282      | 278  | 592       | 450  | 877  |
| 66                            | 266      | 263  | 610       | 463  | 907   | 310      | 306  | 711       | 540  | 1060 |
| 72                            | 290      | 287  | 718       | 547  | 1079  | 338      | 334  | 842       | 639  | 1260 |
| 78                            | 314      | 311  | 836       | 638  | 1265  | 366      | 362  | 983       | 745  | 1478 |
| 84                            | 338      | 335  | 965       | 737  | 1466  | 394      | 391  | 1136      | 860  | 1713 |
| 90                            | 362      | 359  | 1110      | 842  | 1682  | 422      | 419  | 1298      | 983  | 1965 |
| 96                            | 386      | 383  | 1260      | 955  | 1912  | 450      | 447  | 1473      | 1115 | 2234 |
| 102                           | 410      | 407  | 1419      | 1075 | 2158  | 478      | 475  | 1658      | 1254 | 2521 |
| 108                           | 434      | 431  | 1582      | 1202 | 2418  | 506      | 503  | 1854      | 1402 | 2825 |
| 114                           | 458      | 455  | 1760      | 1335 | 2694  | 534      | 531  | 2061      | 1558 | 3146 |
| 120                           | 482      | 479  | 1950      | 1476 | 2984  | 562      | 559  | 2249      | 1722 | 3484 |
| 126                           | 506      | 503  | 2170      | 1624 | 3288  | 591      | 587  | 2530      | 1894 | 3840 |
| 132                           | 530      | 527  | 2400      | 1779 | 3608  | 619      | 615  | 2790      | 2075 | 4213 |
| 138                           | 554      | 551  | 2595      | 1928 | 3942  | 647      | 643  | 3025      | 2264 | 4604 |
| 144                           | 579      | 576  | 2820      | 2110 | 4292  | 675      | 671  | 3300      | 2463 | 5011 |

| PESOS DE CILINDRO Y CASQUETES |          |      |           |      |       |          |      |           |      |      |
|-------------------------------|----------|------|-----------|------|-------|----------|------|-----------|------|------|
| ESPESOR DE PARED              |          |      |           |      |       |          |      |           |      |      |
| 1/2"                          |          |      |           |      | 9/16" |          |      |           |      |      |
| DIAM.                         | CILINDRO |      | CASQUETES |      | DIAM. | CILINDRO |      | CASQUETES |      |      |
|                               | I.S.     | O.S. | ELLIP     | ASME |       | I.S.     | O.S. | ELLIP     | ASME |      |
| 12                            | 67       | 61   | 47        | 30   | 43    | 76       | 69   | 52        | 35   | 49   |
| 14                            | 78       | 72   | 56        | 38   | 58    | 88       | 81   | 63        | 44   | 65   |
| 16                            | 88       | 82   | 70        | 47   | 75    | 100      | 93   | 78        | 54   | 85   |
| 18                            | 99       | 93   | 81        | 59   | 94    | 112      | 105  | 91        | 67   | 106  |
| 20                            | 110      | 104  | 97        | 70   | 115   | 124      | 117  | 109       | 78   | 131  |
| 22                            | 120      | 114  | 110       | 81   | 139   | 136      | 129  | 124       | 91   | 157  |
| 24                            | 131      | 125  | 125       | 94   | 165   | 148      | 141  | 143       | 107  | 186  |
| 26                            | 142      | 136  | 140       | 110  | 193   | 160      | 153  | 162       | 124  | 218  |
| 28                            | 152      | 146  | 161       | 125  | 223   | 172      | 165  | 181       | 140  | 252  |
| 30                            | 163      | 157  | 182       | 140  | 255   | 184      | 177  | 205       | 157  | 288  |
| 32                            | 174      | 168  | 206       | 161  | 290   | 196      | 189  | 231       | 181  | 327  |
| 34                            | 184      | 178  | 230       | 178  | 327   | 208      | 201  | 259       | 200  | 369  |
| 36                            | 195      | 189  | 256       | 196  | 366   | 220      | 213  | 288       | 220  | 413  |
| 38                            | 206      | 200  | 283       | 220  | 407   | 232      | 225  | 319       | 247  | 459  |
| 40                            | 217      | 211  | 313       | 240  | 450   | 244      | 237  | 352       | 270  | 508  |
| 42                            | 227      | 221  | 343       | 261  | 496   | 256      | 249  | 386       | 294  | 560  |
| 48                            | 259      | 253  | 442       | 337  | 646   | 292      | 285  | 497       | 379  | 728  |
| 54                            | 291      | 285  | 553       | 421  | 815   | 328      | 321  | 622       | 473  | 919  |
| 60                            | 323      | 317  | 677       | 514  | 1005  | 364      | 357  | 762       | 578  | 1133 |
| 66                            | 355      | 349  | 813       | 617  | 1214  | 400      | 393  | 915       | 694  | 1368 |
| 72                            | 387      | 381  | 962       | 730  | 1443  | 436      | 429  | 1083      | 821  | 1626 |
| 78                            | 419      | 413  | 1124      | 852  | 1692  | 472      | 465  | 1264      | 958  | 1906 |
| 84                            | 451      | 445  | 1298      | 983  | 1960  | 508      | 501  | 1460      | 1106 | 2209 |
| 90                            | 483      | 477  | 1484      | 1124 | 2248  | 544      | 537  | 1669      | 1264 | 2533 |
| 96                            | 515      | 509  | 1683      | 1274 | 2557  | 580      | 573  | 1894      | 1433 | 2880 |
| 102                           | 547      | 541  | 1894      | 1433 | 2884  | 617      | 610  | 2131      | 1612 | 3249 |
| 108                           | 579      | 573  | 2119      | 1602 | 3232  | 653      | 646  | 2384      | 1802 | 3640 |
| 114                           | 611      | 605  | 2355      | 1780 | 3599  | 689      | 682  | 2650      | 2002 | 4054 |
| 120                           | 647      | 638  | 2571      | 1968 | 3986  | 725      | 718  | 2892      | 2214 | 4489 |
| 126                           | 676      | 670  | 2890      | 2165 | 4393  | 761      | 754  | 3234      | 2435 | 4947 |
| 132                           | 708      | 702  | 3340      | 2372 | 4820  | 797      | 790  | 3660      | 2668 | 5427 |
| 138                           | 740      | 734  | 3460      | 2588 | 5266  | 833      | 826  | 3897      | 2911 | 5920 |
| 144                           | 777      | 766  | 3760      | 2813 | 5732  | 869      | 862  | 4240      | 3165 | 6454 |

# APÉNDICE A

## CONTINUACIÓN

| PESOS DE CILINDRO Y CASQUETES |          |      |           |      |          |      |           |       |           |       |
|-------------------------------|----------|------|-----------|------|----------|------|-----------|-------|-----------|-------|
| ESPESOR DE PARED              |          |      |           |      |          |      |           |       |           |       |
| 3/8"                          |          |      |           |      |          |      |           |       |           |       |
| DIAM.                         | CILINDRO |      | CASQUETES |      | CILINDRO |      | CASQUETES |       | CASQUETES |       |
|                               | I.S.     | O.S. | ELLIP     | ASME | ESFÉ.    | I.S. | O.S.      | ELLIP | ASME      | ESFÉ. |
| 12                            | 84       | 76   | 58        | 40   | 55       | 93   | 83        | 64    | 44        | 61    |
| 14                            | 97       | 89   | 70        | 50   | 73       | 108  | 98        | 79    | 55        | 81    |
| 16                            | 111      | 103  | 87        | 61   | 95       | 122  | 112       | 95    | 67        | 105   |
| 18                            | 124      | 116  | 101       | 74   | 119      | 137  | 127       | 113   | 83        | 132   |
| 20                            | 137      | 129  | 121       | 86   | 146      | 152  | 142       | 133   | 97        | 162   |
| 22                            | 151      | 143  | 138       | 101  | 176      | 166  | 156       | 154   | 113       | 194   |
| 24                            | 164      | 156  | 161       | 121  | 208      | 181  | 171       | 177   | 133       | 230   |
| 26                            | 177      | 169  | 180       | 138  | 243      | 196  | 186       | 198   | 151       | 269   |
| 28                            | 191      | 183  | 201       | 156  | 281      | 211  | 201       | 221   | 171       | 311   |
| 30                            | 204      | 196  | 228       | 175  | 322      | 225  | 215       | 251   | 195       | 355   |
| 32                            | 218      | 210  | 257       | 201  | 365      | 240  | 230       | 283   | 221       | 403   |
| 34                            | 231      | 223  | 288       | 223  | 411      | 255  | 245       | 317   | 245       | 454   |
| 36                            | 244      | 236  | 326       | 245  | 460      | 269  | 259       | 353   | 270       | 508   |
| 38                            | 258      | 250  | 355       | 275  | 512      | 284  | 274       | 390   | 302       | 565   |
| 40                            | 271      | 263  | 391       | 300  | 566      | 299  | 289       | 430   | 330       | 625   |
| 42                            | 284      | 276  | 428       | 327  | 623      | 313  | 303       | 471   | 360       | 688   |
| 48                            | 324      | 316  | 552       | 421  | 811      | 357  | 347       | 607   | 458       | 895   |
| 54                            | 364      | 356  | 691       | 526  | 1024     | 401  | 391       | 760   | 579       | 1129  |
| 60                            | 404      | 396  | 846       | 643  | 1261     | 445  | 435       | 931   | 707       | 1390  |
| 66                            | 444      | 436  | 1017      | 772  | 1523     | 489  | 479       | 1118  | 849       | 1677  |
| 72                            | 484      | 476  | 1203      | 912  | 1810     | 533  | 523       | 1323  | 1003      | 1994  |
| 78                            | 524      | 516  | 1405      | 1065 | 2121     | 577  | 567       | 1545  | 1171      | 2337  |
| 84                            | 564      | 556  | 1622      | 1229 | 2458     | 621  | 611       | 1784  | 1352      | 2707  |
| 90                            | 604      | 596  | 1855      | 1405 | 2818     | 665  | 655       | 2041  | 1545      | 3104  |
| 96                            | 644      | 636  | 2104      | 1592 | 3204     | 710  | 700       | 2315  | 1751      | 3529  |
| 102                           | 683      | 677  | 2368      | 1791 | 3614     | 754  | 744       | 2605  | 1970      | 3980  |
| 108                           | 723      | 717  | 2648      | 2003 | 4049     | 798  | 788       | 2913  | 2203      | 4459  |
| 114                           | 765      | 757  | 2944      | 2225 | 4509     | 842  | 832       | 3239  | 2448      | 4965  |
| 120                           | 805      | 797  | 3213      | 2460 | 4993     | 886  | 876       | 3555  | 2706      | 5498  |
| 126                           | 848      | 837  | 3578      | 2706 | 5502     | 930  | 920       | 3910  | 2977      | 6058  |
| 132                           | 885      | 877  | 3980      | 2965 | 6036     | 974  | 964       | 4317  | 3261      | 6646  |
| 138                           | 925      | 917  | 4325      | 3234 | 6595     | 1018 | 1008      | 4703  | 3557      | 7261  |
| 144                           | 965      | 957  | 4720      | 3516 | 7178     | 1062 | 1052      | 5185  | 3868      | 7902  |

| PESOS DE CILINDRO Y CASQUETES |          |      |           |      |          |      |           |       |           |       |
|-------------------------------|----------|------|-----------|------|----------|------|-----------|-------|-----------|-------|
| ESPESOR DE PARED              |          |      |           |      |          |      |           |       |           |       |
| 7/16"                         |          |      |           |      |          |      |           |       |           |       |
| DIAM.                         | CILINDRO |      | CASQUETES |      | CILINDRO |      | CASQUETES |       | CASQUETES |       |
|                               | I.S.     | O.S. | ELLIP     | ASME | ESFÉ.    | I.S. | O.S.      | ELLIP | ASME      | ESFÉ. |
| 12                            | 102      | 90   | 70        | 48   | 67       | 111  | 97        | 76    | 53        | 73    |
| 14                            | 118      | 106  | 88        | 60   | 90       | 128  | 114       | 95    | 67        | 98    |
| 16                            | 134      | 122  | 104       | 74   | 116      | 146  | 132       | 113   | 82        | 126   |
| 18                            | 150      | 138  | 126       | 92   | 145      | 163  | 149       | 136   | 100       | 158   |
| 20                            | 166      | 154  | 145       | 108  | 177      | 180  | 166       | 157   | 117       | 193   |
| 22                            | 182      | 170  | 171       | 126  | 213      | 198  | 184       | 185   | 137       | 232   |
| 24                            | 198      | 186  | 193       | 145  | 252      | 215  | 201       | 209   | 160       | 275   |
| 26                            | 214      | 202  | 216       | 165  | 295      | 233  | 219       | 234   | 182       | 321   |
| 28                            | 230      | 218  | 241       | 187  | 340      | 250  | 236       | 261   | 212       | 370   |
| 30                            | 246      | 234  | 274       | 216  | 389      | 267  | 253       | 304   | 234       | 423   |
| 32                            | 262      | 250  | 309       | 241  | 442      | 285  | 271       | 335   | 261       | 480   |
| 34                            | 278      | 266  | 345       | 267  | 497      | 302  | 288       | 378   | 289       | 541   |
| 36                            | 294      | 282  | 393       | 294  | 556      | 319  | 305       | 425   | 323       | 605   |
| 38                            | 310      | 298  | 425       | 330  | 618      | 337  | 323       | 470   | 357       | 672   |
| 40                            | 326      | 314  | 469       | 361  | 684      | 354  | 340       | 508   | 391       | 743   |
| 42                            | 342      | 330  | 514       | 393  | 753      | 371  | 357       | 567   | 425       | 818   |
| 48                            | 390      | 378  | 662       | 505  | 979      | 423  | 409       | 729   | 547       | 1063  |
| 54                            | 438      | 426  | 829       | 631  | 1234     | 475  | 461       | 911   | 683       | 1340  |
| 60                            | 486      | 474  | 1015      | 772  | 1520     | 527  | 513       | 1107  | 836       | 1650  |
| 66                            | 534      | 522  | 1220      | 926  | 1835     | 579  | 565       | 1337  | 1003      | 1991  |
| 72                            | 582      | 570  | 1443      | 1095 | 2179     | 631  | 617       | 1564  | 1186      | 2365  |
| 78                            | 630      | 618  | 1685      | 1277 | 2554     | 683  | 669       | 1835  | 1384      | 2771  |
| 84                            | 678      | 666  | 1947      | 1475 | 2958     | 735  | 721       | 2120  | 1597      | 3209  |
| 90                            | 726      | 714  | 2226      | 1685 | 3391     | 788  | 774       | 2433  | 1825      | 3679  |
| 96                            | 775      | 763  | 2525      | 1911 | 3855     | 840  | 826       | 2757  | 2070      | 4181  |
| 102                           | 823      | 811  | 2842      | 2150 | 4348     | 892  | 878       | 3103  | 2329      | 4716  |
| 108                           | 871      | 859  | 3178      | 2403 | 4870     | 944  | 930       | 3457  | 2603      | 5282  |
| 114                           | 919      | 907  | 3533      | 2671 | 5422     | 996  | 982       | 3854  | 2893      | 5881  |
| 120                           | 967      | 955  | 3856      | 2952 | 6004     | 1048 | 1034      | 4204  | 3198      | 6511  |
| 126                           | 1015     | 1003 | 4243      | 3248 | 6616     | 1100 | 1086      | 4614  | 3518      | 7174  |
| 132                           | 1063     | 1051 | 4655      | 3538 | 7257     | 1152 | 1138      | 5059  | 3854      | 7869  |
| 138                           | 1111     | 1099 | 5082      | 3881 | 7928     | 1204 | 1190      | 5522  | 4295      | 8596  |
| 144                           | 1159     | 1147 | 5650      | 4219 | 8628     | 1256 | 1242      | 6067  | 4571      | 9356  |

# APÉNDICE A

## CONTINUACIÓN.

| PESOS DE CILINDRO Y CABEZAS |          |      |          |      |          |      |          |       |          |       |          |      |      |      |       |      |      |      |      |       |
|-----------------------------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|-------|----------|-------|----------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|
| ESPORES DE PARED            |          |      |          |      |          |      |          |       |          |       |          |      |      |      |       |      |      |      |      |       |
| DIAM.                       | 7/8"     |      |          |      |          |      | 15/16"   |       |          |       |          |      |      |      |       |      |      |      |      |       |
|                             | CILINDRO |      | CASQUETE |      | CILINDRO |      | CASQUETE |       | CILINDRO |       | CASQUETE |      |      |      |       |      |      |      |      |       |
|                             | I.S.     | O.S. | ELLIP    | ASME | ESFÉ.    | I.S. | O.S.     | ELLIP | ASME     | ESFÉ. | I.S.     | O.S. |      |      |       |      |      |      |      |       |
| 12                          | 120      | 104  | 82       | 59   | 80       | 130  | 111      | 90    | 67       | 86    | 139      | 117  | 98   | 76   | 93    | 148  | 124  | 104  | 83   | 100   |
| 14                          | 139      | 123  | 103      | 74   | 106      | 150  | 131      | 110   | 83       | 115   | 160      | 138  | 118  | 93   | 124   | 147  | 125  | 102  | 132  | 132   |
| 16                          | 157      | 141  | 122      | 90   | 137      | 170  | 151      | 135   | 101      | 148   | 182      | 160  | 144  | 113  | 159   | 193  | 169  | 153  | 122  | 170   |
| 18                          | 176      | 160  | 147      | 107  | 171      | 190  | 171      | 157   | 123      | 185   | 203      | 181  | 168  | 139  | 198   | 216  | 192  | 178  | 150  | 212   |
| 20                          | 195      | 179  | 170      | 127  | 209      | 210  | 191      | 185   | 144      | 226   | 224      | 202  | 200  | 162  | 242   | 239  | 215  | 212  | 175  | 259   |
| 22                          | 213      | 197  | 199      | 147  | 251      | 230  | 211      | 213   | 167      | 271   | 246      | 223  | 228  | 187  | 290   | 262  | 238  | 242  | 202  | 310   |
| 24                          | 232      | 216  | 225      | 175  | 297      | 250  | 231      | 241   | 194      | 320   | 267      | 245  | 257  | 214  | 343   | 284  | 260  | 277  | 231  | 366   |
| 26                          | 251      | 235  | 252      | 199  | 347      | 270  | 251      | 271   | 220      | 374   | 289      | 266  | 288  | 242  | 400   | 307  | 283  | 311  | 261  | 427   |
| 28                          | 270      | 254  | 288      | 225  | 401      | 290  | 271      | 310   | 249      | 431   | 310      | 287  | 330  | 273  | 462   | 330  | 306  | 350  | 294  | 493   |
| 30                          | 288      | 272  | 327      | 252  | 458      | 310  | 291      | 351   | 282      | 493   | 331      | 308  | 374  | 313  | 528   | 352  | 328  | 397  | 338  | 563   |
| 32                          | 307      | 291  | 366      | 281  | 519      | 330  | 311      | 393   | 314      | 558   | 353      | 330  | 421  | 347  | 598   | 375  | 351  | 448  | 372  | 638   |
| 34                          | 326      | 310  | 412      | 312  | 584      | 350  | 331      | 442   | 347      | 628   | 374      | 351  | 471  | 383  | 673   | 398  | 374  | 500  | 412  | 717   |
| 36                          | 344      | 328  | 458      | 352  | 663      | 370  | 351      | 491   | 387      | 702   | 396      | 372  | 523  | 421  | 752   | 420  | 396  | 562  | 452  | 801   |
| 38                          | 363      | 347  | 506      | 385  | 726      | 390  | 371      | 543   | 422      | 780   | 417      | 393  | 579  | 460  | 825   | 443  | 419  | 614  | 495  | 890   |
| 40                          | 382      | 366  | 558      | 421  | 803      | 410  | 391      | 597   | 462      | 863   | 438      | 415  | 637  | 502  | 923   | 466  | 442  | 677  | 539  | 984   |
| 42                          | 400      | 384  | 611      | 458  | 883      | 430  | 411      | 654   | 507      | 949   | 459      | 436  | 698  | 556  | 1015  | 489  | 465  | 741  | 597  | 1082  |
| 48                          | 456      | 440  | 789      | 589  | 1148     | 491  | 471      | 836   | 643      | 1233  | 523      | 500  | 897  | 698  | 1318  | 557  | 533  | 953  | 749  | 1404  |
| 54                          | 512      | 496  | 982      | 736  | 1447     | 551  | 531      | 1051  | 802      | 1554  | 587      | 564  | 1121 | 869  | 1661  | 625  | 601  | 1191 | 931  | 1769  |
| 60                          | 568      | 552  | 1200     | 900  | 1780     | 611  | 591      | 1285  | 979      | 1911  | 651      | 628  | 1371 | 1059 | 2043  | 693  | 669  | 1457 | 1134 | 2175  |
| 66                          | 624      | 608  | 1450     | 1080 | 2149     | 671  | 651      | 1543  | 1174     | 2305  | 715      | 692  | 1646 | 1268 | 2465  | 761  | 737  | 1749 | 1357 | 2624  |
| 72                          | 680      | 664  | 1702     | 1278 | 2551     | 731  | 711      | 1823  | 1387     | 2738  | 779      | 756  | 1945 | 1496 | 2926  | 829  | 805  | 2067 | 1590 | 3114  |
| 78                          | 736      | 720  | 1956     | 1491 | 2989     | 791  | 771      | 2128  | 1616     | 3207  | 844      | 821  | 2270 | 1743 | 3427  | 897  | 874  | 2412 | 1851 | 3647  |
| 84                          | 792      | 776  | 2293     | 1720 | 3461     | 851  | 832      | 2456  | 1864     | 3714  | 908      | 885  | 2620 | 2008 | 3967  | 965  | 942  | 2783 | 2134 | 4221  |
| 90                          | 849      | 833  | 2629     | 1966 | 3968     | 911  | 892      | 2807  | 2129     | 4257  | 972      | 949  | 2994 | 2292 | 4547  | 1033 | 1030 | 3181 | 2435 | 4838  |
| 96                          | 905      | 889  | 2973     | 2229 | 4509     | 971  | 952      | 3182  | 2412     | 4837  | 1036     | 1013 | 3394 | 2596 | 5166  | 1101 | 1078 | 3606 | 2758 | 5496  |
| 102                         | 961      | 945  | 3341     | 2508 | 5085     | 1031 | 1012     | 3580  | 2712     | 5454  | 1100     | 1077 | 3819 | 2917 | 5825  | 1169 | 1146 | 4057 | 3099 | 6197  |
| 108                         | 1017     | 1001 | 3735     | 2804 | 5695     | 1091 | 1072     | 4002  | 3036     | 6109  | 1164     | 1141 | 4268 | 3258 | 6523  | 1237 | 1214 | 4535 | 3462 | 6939  |
| 114                         | 1073     | 1057 | 4150     | 3115 | 6340     | 1151 | 1132     | 4447  | 3366     | 6800  | 1228     | 1205 | 4743 | 3617 | 7261  | 1306 | 1282 | 5038 | 3843 | 7724  |
| 120                         | 1129     | 1113 | 4528     | 3444 | 7019     | 1212 | 1192     | 4852  | 3720     | 7529  | 1292     | 1269 | 5175 | 3996 | 8039  | 1374 | 1350 | 5498 | 4246 | 8550  |
| 126                         | 1185     | 1169 | 4945     | 3789 | 7734     | 1272 | 1252     | 5241  | 4041     | 8294  | 1356     | 1333 | 5697 | 4393 | 8856  | 1442 | 1418 | 6053 | 4667 | 9419  |
| 132                         | 1241     | 1225 | 5463     | 4150 | 8482     | 1332 | 1312     | 5653  | 4480     | 9097  | 1420     | 1397 | 6243 | 4809 | 9712  | 1510 | 1486 | 6623 | 5168 | 10329 |
| 138                         | 1297     | 1281 | 5963     | 4526 | 9266     | 1392 | 1372     | 6089  | 4886     | 9937  | 1484     | 1461 | 6815 | 5243 | 10609 | 1578 | 1554 | 7191 | 5571 | 11282 |

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Eugene F. Megyesy, Manual de Recipientes a Presión (7<sup>ma</sup> edición, México, Editorial Limusa, 1992) pp 15-145
- 2.- CÓDIGOS ASME SECTION VIII, Rules for construction of Pressure Vessels, Division 1, EDICIÓN Julio de 1992.
- 3.- Xavier Camba, Diseño de Apoyos para Tanques Cilíndricos a presión usando un programa de Computadora (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1994).
- 4.- Microsoft, Visual Basic Manual del Programador (Reading, EEUU, Microsoft Corporation, 1997) pp 6-10.
- 5.- CÓDIGOS ASME SECTION III, Rules for construction of Pressure Vessels, Division 1, EDICIÓN Julio de 1986.
- 6.- Informe meteorológico sobre la velocidad del viento del año 1998 emitido por el INOCAR.