



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA NEUMÁTICA SEMIAUTOMATIZADA PARA EL LANZAMIENTO DE PELOTAS PARA ENTRENAMIENTO EN EL AMBATO TENIS CLUB”

AUTOR: Pablo Andrés Pozo Rocha

TUTOR: Ing. Mg. Gonzalo López.

AMBATO-ECUADOR

2016

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA NEUMÁTICA SEMIAUTOMATIZADA PARA EL LANZAMIENTO DE PELOTAS PARA ENTRENAMIENTO EN EL AMBATO TENIS CLUB”. Elaborado por el señor Pablo Andrés Pozo Rocha, Estudiante de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

Que la presente tesis es original de su autor.

Ha sido revisado cada uno de sus capítulos.

Es concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Octubre del 2016

.....
Ing. Mg. Gonzalo López.

AUTORIA

El presente trabajo de investigación “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA NEUMÁTICA SEMIAUTOMATIZADA PARA EL LANZAMIENTO DE PELOTAS PARA ENTRENAMIENTO EN EL AMBATO TENIS CLUB ” es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son exclusividad del autor.

.....

Pablo Andrés Pozo Rocha.

CI:1804356176

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto técnico parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi proyecto técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de éste proyecto técnico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Octubre del 2016

AUTOR

.....
Pablo Andrés Pozo Rocha

CI:1804356176

DEDICATORIA.

A Roberto y Lorena, mis dos bellos ángeles que desde el cielo guían y protegen cada uno de mis pasos en este mundo.

A mi abuelita que fue la persona que me formó y enseñó todo lo maravilloso y grandioso que puede haber en la vida y que aunque este en el cielo junto a mis hermanos aún sigue dándome consejos aunque sea en sueños.

A mis padres Francisco Roberto y María de Lourdes, quienes supieron encaminar mi vida siendo mi ejemplo y mi apoyo incondicional.

A mi adorada novia y futura esposa, quien fue mi motivación y mi sustento para cada día salir adelante.

A mi hermano Javier quien siempre a sido mi apoyo y un gran ejemplo a seguir.

A mi sobrino Robertito y a mi cuñada Katy por ser mi voz de aliento y por apoyarme en los momentos más duros de mi vida.

A mi gordita hermosa Juliana Caridad quien llego a nuestra familia para darnos nuevos aires de amor y endurecer los lazos fraternos de hermandad en nuestra familia.

A mis tíos primos y demás familiares quienes siempre confiaron en mí y me supieron corregir por cualquier error por más mínimo que sea para lograr ser la persona de bien que lucha cada día por conseguir sus metas y objetivos

A mis queridos profesores quienes impartieron su conocimiento y lucharon por que todos y cada uno de mis compañeros seamos profesionales competentes en nuestra sociedad.

AGRADECIMIENTO.

En este pequeño espacio faltarían hojas y palabras para mostrar mi infinito agradecimiento hacia las personas que ayudaron a que este trabajo fruto de mi esfuerzo y dedicación fuera concluido, motivo por el cual quiero decirles Dios les pague por todo el apoyo y por cada granito de arena que aportaron para poder culminar mis estudios y este importante trabajo investigativo.

Quiero hacer un especial agradecimiento en primer lugar a Dios por darme la sabiduría, el conocimiento y la fuerza para afrontar los problemas que solo las personas que me conocen saben el dolor y sufrimiento que pasé.

Gracias a mis padres, hermanos y familiares por todo el apoyo a lo largo de mi vida, ser mi fuente de inspiración y fortaleza.

A mis queridos amigos que con sus locuras y consejos fueron el equilibrio perfecto en mi vida.

A todas las personas que a lo largo de mi carrera estudiantil me brindaron su apoyo y compartieron su conocimiento conmigo.

En fin quiero agradecer a todos quienes directa o indirectamente forman parte de mi vida, Dios les pague por su apoyo.

Índice general

	Pág.
CAPÍTULO 1 : EL PROBLEMA.....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	1
1.3.1 General.....	1
1.3.2 Específicos.....	2
CAPÍTULO 2 : Fundamentación.....	3
2.1 Investigaciones previas.....	3
2.2 Fundamentación legal.....	4
2.3 Fundamentación teórica.....	4
2.3.1 Breve reseña histórica del tenis.....	4
2.3.2 Dimensiones de la cancha de tenis.....	5
2.3.3 Técnicas básicas para ayudar a mejorar a los jugadores.....	5
2.3.4 Habilidades de golpeo.....	6
2.3.4.1 El servicio.....	6
2.3.4.2 Golpes de fondo de derecha.....	7
2.3.4.3 Golpe de fondo de revés (a dos manos).....	7
2.3.4.4 Golpe de fondo de revés (a una mano).....	8
2.3.4.5 Volea (de derecha).....	8
2.3.4.6 Volea (de revés).....	9
2.3.5 Lanzamiento de proyectiles (Tiro parabólico).....	9
2.3.6 Impulso y cantidad de movimiento.....	10
2.3.6.1 Principio de conservación de la cantidad de movimiento de una partícula.....	11

2.3.6.2	Principio de conservación de la cantidad de movimiento para un sistema de más de dos partículas aisladas.....	11
2.3.7	Diseño de recipientes a presión.....	12
2.3.7.1	Recipiente a presión.....	12
2.3.7.2	Presión de operación (P_o).....	12
2.3.7.3	Presión de diseño (P).....	12
2.3.7.4	Presión de prueba (P_p).....	13
2.3.8	Tipos de tapas.....	13
2.3.8.1	Tapas planas.....	14
2.3.8.2	Tapas planas con ceja.....	14
2.3.8.3	Tapas únicamente abombadas.....	14
2.3.8.4	Tapas abombadas con ceja invertida.....	14
2.3.8.5	Tapas toriesféricas.....	15
2.3.8.6	Tapas semielípticas.....	15
2.3.8.7	Tapas semiesféricas.....	16
2.3.8.8	Tapas 80:10.....	16
2.3.8.9	Tapas cónicas.....	16
2.3.8.10	Tapas toricónicas.....	17
2.3.9	Diseño de cuerpos bajo presión interna.....	17
2.3.9.1	Cuerpo cilíndrico.....	17
2.3.9.2	Cuerpo esférico.....	19
2.3.10	Presión Nominal y Coeficiente de Diseño de la tubería plástica tubos y accesorios de PVC rígido para presión.....	20
2.3.11	Principio de gas ideal.....	21
2.3.11.1	Definición de gas ideal.....	21
2.3.11.2	Ecuación de estado térmica.....	21
2.3.12	Propiedades de la pelota de tenis.....	22

2.3.12.1	Datos generales de la pelota.....	22
2.3.12.2	Deformación por presión hacia adelante.	22
2.3.13	Válvulas de solenoide	22
2.3.14	Principio de Operación.....	23
2.3.15	Tipos de Válvulas de Solenoide.....	24
2.3.15.1	Válvulas de Acción Directa	24
2.3.15.2	Válvulas operadas por piloto	24
2.3.15.3	Válvulas de Dos Vías.....	25
2.3.15.4	Válvulas de Tres Vías (Desviadoras).....	25
2.3.15.5	Válvulas de Cuatro Vías	26
CAPÍTULO 3	: diseño del proyecto	27
3.1	Cálculos neumáticos.....	27
3.2	Cálculos dinámicos	30
3.3	Selección de la tubería	32
3.4	Selección de accesorios para el circuito neumático:	33
3.5	Verificación de los elementos que soportan mayor presión seleccionados para el diseño:	35
3.6	Análisis de esfuerzos de todo el sistema neumático.	43
3.7	Análisis aerodinámico de la pelota en contacto con el aire	45
3.8	Selección de la válvula de control:.....	49
3.9	Presupuesto	51
CAPÍTULO 4	: Conclusiones y recomendaciones	52
4.1	Conclusiones.	52
4.2	Recomendaciones.....	53
4.3	Bibliografía	53

Índice de figuras.

	Pág.
Figura 1. Plano de vista de la mitad de la cancha (las medidas están en metros). [3] .	5
Figura 2. Ilustración del "Servicio" [4]	6
Figura 3. Ilustración de un golpe de fondo de derecha. [4].....	7
Figura 4. Ilustración de un golpe de fondo de revés. [4].....	7
Figura 5. Ilustración de un golpe de fondo de revés a una mano. [4]	8
Figura 6. Ilustración de una volea de derecha. [4]	8
Figura 7. Ilustración de una volea de revés. [4]	9
Figura 8. Tipos de tapas. [1]	13
Figura 9 Cuerpo cilíndrico sometido a presión interna [1]	18
Figura 10. Factor de corrección fT. [7]	20
Figura 11. Diagrama de una válvula neumática de solenoide básica. [9]	23
Figura 12. Válvula de solenoide típica de acción directa, normalmente [10].....	23
Figura 13. Válvula de solenoide operada por piloto. [10]	25
Figura 14. Válvula de solenoide de dos vías, acción directa, normalmente cerrada. [10].....	25
Figura 15. Válvula de solenoide de tres vías típica. [10].....	26
Figura 16. Válvula de solenoide de cuatro vías típica. [10].....	26

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 3 Resultados a diferentes presiones	31

RESUMEN EJECUTIVO.

En el presente trabajo se ha realizado el estudio, diseño y construcción de una máquina neumática para el lanzamiento de pelotas para entrenamiento en el “Ambato Tennis Club”.

Para desarrollar este proyecto se ha tomado en cuenta la necesidad de mejorar las técnicas de juego conocidas como split-step y segunda volea, las cuales ayudan a tener una mejor reacción y movimiento dentro del campo de juego.

Se ha construido una máquina neumática semiautomatizada que simula saques y tiros largos, generando impacto principalmente en las dos tácticas de juego anteriormente mencionadas.

Regulando la presión de aire se influencia en la longitud de tiro y en la fuerza con la que es disparada la pelota.

Luego de varias pruebas se ha obtenido resultados favorables en las técnicas de entrenamiento y se ha ayudado a fomentar la curiosidad por este deporte.

INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo consiste en mostrar el proceso de diseño y la aplicación de un sistema automatizado de medida para el registro en tiempo real de los parámetros temporales de la respuesta de reacción en jugadores de tenis durante la ejecución de una acción técnico-táctica denominada “split-step y segunda volea. Así, el empleo de este sistema tecnológico permitirá un análisis preciso de la respuesta motriz de los jugadores y la extracción de información relevante acerca de la acción definida.

La observación de los patrones de juego en jugadores de tenis denominados “de saque y volea” y las investigaciones que han estudiado los parámetros temporales en situaciones análogas, suponen el inicio de esta investigación.

El estudio se centra sobre una acción técnico-táctica que se realiza con los pies separados algo más que la anchura de los hombros, con las rodillas semiflexionadas, con la cabeza de la raqueta a la altura de la del jugador y delante del cuerpo, utilizando la empuñadura continental para el golpeo. Finalmente, el jugador que se encuentra en una situación de tiempo de reacción, analiza los estímulos de su entorno y ejecuta la volea de derecha o de revés en función del desplazamiento que ha realizado el oponente, necesitando determinar la velocidad y la duración de la ejecución de su movimiento en los apoyos y en el impacto sobre la pelota. De este modo, la respuesta es considerada eficaz cuando el golpeo se dirige al lugar especificado.

CAPÍTULO 1 : EL PROBLEMA

1.1 Tema.

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA NEUMÁTICA SEMIAUTOMATIZADA PARA EL LANZAMIENTO DE PELOTAS PARA ENTRENAMIENTO EN EL AMBATO TENIS CLUB”.

1.2 Justificación.

El presente proyecto se ha de desarrollar debido a la necesidad del “Ambato Tenis Club” de incorporar un sistema automatizado para facilitar el entrenamiento y mejorar las habilidades de los deportistas.

El club social y deportivo “Ambato Tenis Club” cuenta con los recursos tanto económicos como técnicos necesarios para la implementación de esta máquina. El proyecto beneficiará a los deportistas y socios del “Ambato Tenis Club” puliendo sus habilidades y destrezas en el campo de juego, ya que de esta manera los jugadores podrán registrar parámetros de respuesta de reacción durante la ejecución de una de una acción técnico-táctica denominada “split-step y segunda volea”.

La importancia de implementar un sistema neumático semiautomatizado para lanzar pelotas, es esencialmente el de facilitar el proceso de entrenamiento, ya que no se tendrá la necesidad de accionar el sistema ni de tener a un operario en la máquina, sino, al provocar un lazo cerrado de programación este se repetirá constantemente hasta que el usuario (en este caso el deportista) finalice el proceso de entrenamiento.

Se utilizará un sistema neumático debido a la facilidad de obtener aire comprimido, canalizándolo por las tuberías y logrando el impulso necesario para expulsar a la pelota, ayudado de un sistema de control que facilitará la operación de la máquina mediante secuencias programadas de acuerdo a la acción que se quiere realizar.

1.3 Objetivos.

1.3.1 General.

- Diseñar y construir un sistema neumático semiautomatizado para el lanzamiento de pelotas de tenis

1.3.2 Específicos.

- Determinar los parámetros de funcionamiento adecuados para la máquina.
- Seleccionar los componentes del sistema neumático de lanzamiento.
- Selección de los componentes del sistema de control.
- Implementar un sistema de control al diseño de la máquina.

CAPÍTULO 2 : FUNDAMENTACIÓN.

2.1 Investigaciones previas.

En el deporte del tenis, es de vital importancia el desarrollo de técnicas y habilidades dentro del campo de juego, para lo cual gracias al avance tecnológico actual, se ha podido implementar en los campos de juego máquinas de entrenamiento muy sofisticadas, las cuales permiten al deportista experimentar condiciones reales de juego de acuerdo a las necesidades de entrenamiento.

Implementar estas máquinas influencia los parámetros temporales de la respuesta de reacción en los que se desarrolla una acción deportiva, concretamente en tenis, como es la ejecución del split-step y la segunda volea de derecha o de revés.

En la actualidad, el tenis se caracteriza por el predominio de acciones potentes y explosivas. La velocidad en el juego es muy elevada, obligando a los jugadores a utilizar recursos que les faciliten la realización de sus acciones en la pista en el menor tiempo posible, con el fin de responder a los ataques del adversario y optimizar su rendimiento. En este sentido, parece evidente que el tiempo de reacción de los jugadores debe ser el mínimo posible dadas las características de limitación temporal exigidas en la acción, sin que esto suponga un detrimento en la eficacia de los golpes.

Este trabajo parte de estudios previos realizados acerca del empleo de sistemas automatizados para el análisis y el entrenamiento de diferentes acciones deportivas.

A modo de ejemplo, podemos citar las investigaciones desarrolladas con profesores de tenis con porteros de balonmano, con árbitros de baloncesto y con tenistas.

Algunos de los autores han destacado que la eficacia en la conducta perceptivo-motriz radica en la habilidad para establecer relaciones significativas entre la información extraída y el posterior comportamiento dentro del campo de juego.

Es decir que el desarrollar buenos métodos de entrenamiento y con la ayuda de un análisis de movimientos y reacciones ante los diferentes tipos de lanzamientos, promoveremos un juego mucho más táctico.

2.2 Fundamentación legal.

Para el determinar las medidas de la cancha de tenis se usará la norma ITF CS 04/02 de la Federación Internacional de Tenis (ITF).

2.3 Fundamentación teórica

2.3.1 Breve reseña histórica del tenis.

“El tenis tal y como se practica hoy en día data de finales del siglo XIX, pero tiene sus orígenes en la cultura, griega, romana y egipcia. Su origen se remonta a ceremonias religiosas en honor a la fertilidad y a celebraciones militares. En un principio se jugaba con las cabezas de los vencidos; más tarde se perfeccionó, y en vez de cabezas se empezó a jugar con pelotas. [1]

La mayoría de los historiadores creen que el tenis se originó en el norte de Francia en el siglo XII, en ese tiempo la pelota era golpeada con la mano, de allí el nombre de “jeu de paume” (juego de palma). Este juego consistía en golpear una pelota con la mano, posteriormente en el siglo XVI, se empezaron a usar raquetas y empezó a llamarse "tenis". [1]

En el siglo XVI el Jeu de Pame causaba furor en Francia. Encontramos profesiones como maestros de tenis, aprendices, manufactureros de raquetas y desarrollo de las apuestas muy de moda en Francia. Entre el siglo XVI y XVII el italiano Antonio Scainio, escribía el primer tratado sobre tenis. "Tratatto del Giocco de la Palla", mientras que el francés Forbet, publica las primeras reglas oficiales. [1]

En 1877, el subcomité de “lawn tennis” introduce reformas en el reglamento que afectan a las medidas de la pista (de forma rectangular), a la altura y tamaño de la red, al sistema de puntuación del tenis real, a la forma de la raqueta, a la composición de la pelota, etc. [1]

Un año después, en 1888, se funda la “Lawn-Tennis Association” que dictara las normas del juego hasta 1912, año en que se crea la Federación Internacional de Tenis sobre Hierba. [1]

En 1877 se celebra la primera edición del famoso torneo de Wimbledon. En 1896 es el año en el que el tenis se incluye en el programa de los Juegos Olímpicos de la era Moderna. En 1900 se disputa la primera edición de la Copa Davis. En el Estado Español el tenis se empieza a jugar a principios del siglo XX, en Barcelona, Madrid y San Sebastián.” [2]

2.3.2 Dimensiones de la cancha de tenis.

Las marcas de la pista definen el área de juego de la superficie y proporcionan coherencia con las Reglas del Tenis y entre los tribunales. [3]

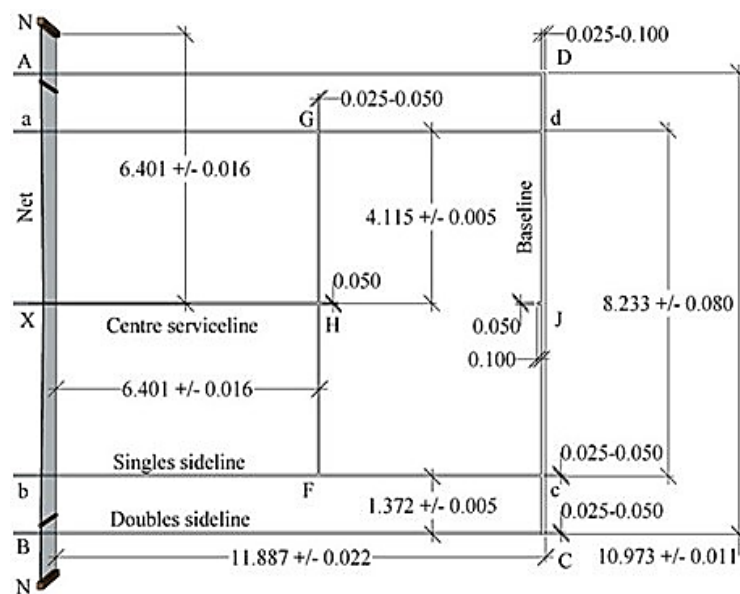


Figura 1. Plano de vista de la mitad de la cancha (las medidas están en metros). [3]

2.3.3 Técnicas básicas para ayudar a mejorar a los jugadores

“Una buena técnica básica es importante para los principiantes ya que les ayudará a jugar al tenis. [3]

Una buena técnica básica implica:

- Preparación anticipada, lo que significa moverse hacia la pelota y posicionar la raqueta detrás pronto para poder golpear la pelota delante del cuerpo. [3]
- Puntos de contacto consistentes, que están a un lado y enfrente del cuerpo, a una altura cómoda. [3]
- Un buen equilibrio, para que se pueda controlar el golpe. [3]
- Evitar empuñaduras extremas. Puede que los principiantes utilicen una empuñadura ‘incorrecta’ para ayudarles a alcanzar el éxito. [3]

- Habilidades de recepción que ayudarán a los jugadores a anticiparse y juzgar la trayectoria de la pelota más eficazmente. [3]

2.3.4 Habilidades de golpeo.

Los jugadores tienen que aprender las habilidades de golpeo necesarias para poder jugar y controlar los diferentes golpes a realizar en cada situación de juego. [3]

2.3.4.1 El servicio

A nivel principiante, el servicio es una situación de juego clave ya que es el principio del peloteo. Aunque el objetivo inicial y básico debería ser el de meter la pelota para empezar el punto, el jugador debería empezar a ver el servicio como una forma de presionar al adversario desde el primer momento. [3]

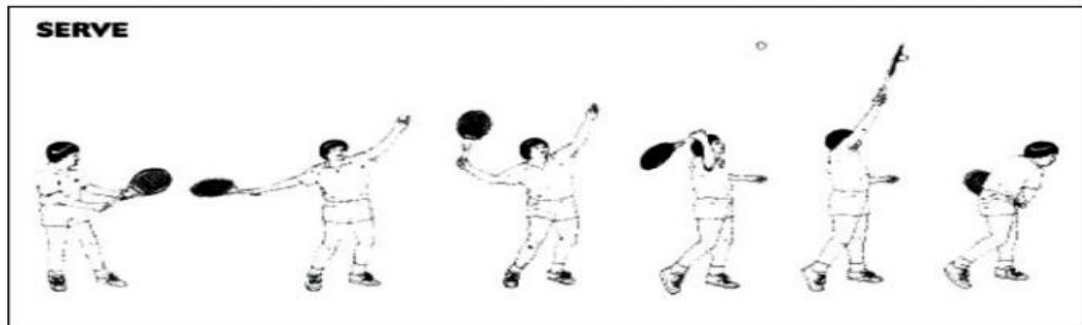


Figura 2. Ilustración del "Servicio" [4]

- Una buena postura que le proporcione al jugador equilibrio y una buena base para realizar el lanzamiento de la raqueta. Suele ser de lado a la línea de fondo con los pies separados a la anchura de los hombros. El pie derecho está casi paralelo a la línea de fondo. El pie izquierdo apunta al poste derecho de la red. [3]
- El ritmo de la acción debe ser sencillo y suave. Para los principiantes, deben sincronizarse los movimientos de la raqueta y el posicionamiento de los brazos a la hora de lanzar la pelota. [3]

2.3.4.2 Golpes de fondo de derecha

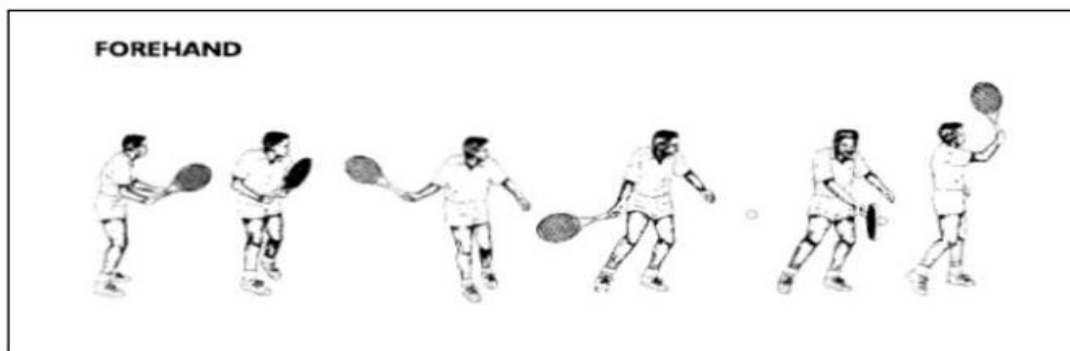


Figura 3. Ilustración de un golpe de fondo de derecha. [4]

- Posición de espera - la raqueta se sujeta delante del cuerpo entre el lado derecho e izquierdo con una empuñadura este. La mano izquierda aguanta ligeramente el cuello de la raqueta. [3]
- El movimiento hacia atrás de la raqueta puede variar pero su objetivo principal es el de coger impulso para el movimiento hacia delante. [3]

2.3.4.3 Golpe de fondo de revés (a dos manos)

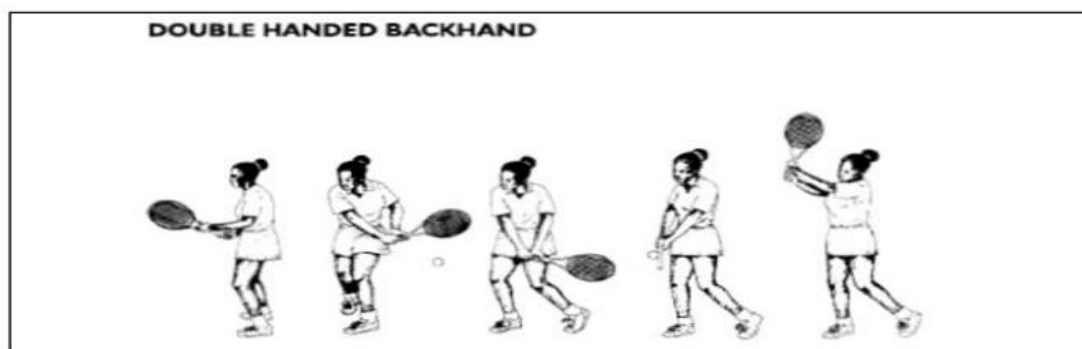


Figura 4. Ilustración de un golpe de fondo de revés. [4]

- Posición de espera. [3]
- Se debe utilizar una rotación de hombros para llevar la raqueta hacia atrás. [3]
- Los patrones de movimiento y juego de pies deben ayudar al jugador a mantener el equilibrio y a estar en la posición correcta. [3]

2.3.4.4 Golpe de fondo de revés (a una mano)

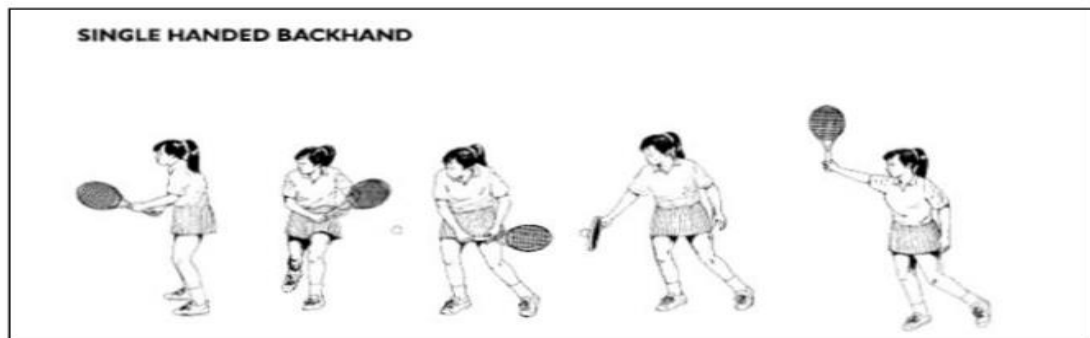


Figura 5. Ilustración de un golpe de fondo de revés a una mano. [4]

- Posición de espera. [3]
- Los hombros deben estar girados y la mano que no se vaya a utilizar para golpear se utiliza para llevar la raqueta hacia atrás. [3]
- Los movimientos hacia atrás y hacia delante deben ser acciones sencillas. [3]

2.3.4.5 Volea (de derecha)

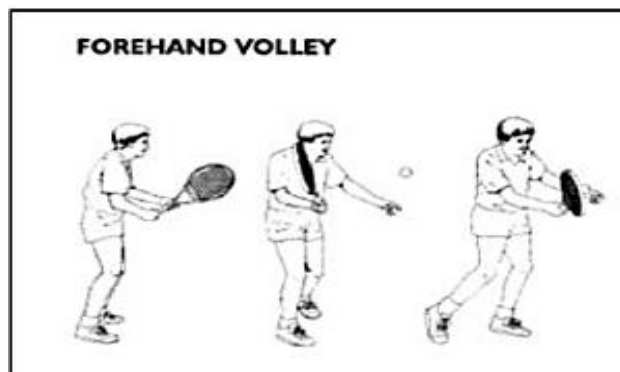


Figura 6. Ilustración de una volea de derecha. [4]

- La posición inicial correcta para volear es la posición preparatoria, con los codos elevados para que el jugador se pueda mover hacia delante y llegar a la pelota. [3]
- El punto de contacto debe ser a un lado y delante del cuerpo. [3]

2.3.4.6 Volea (de revés)

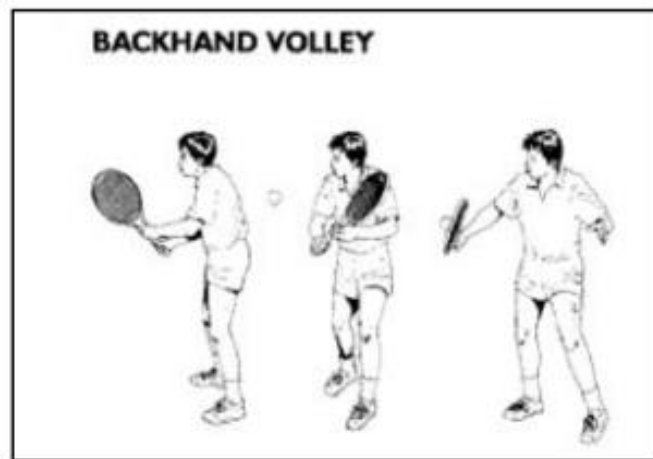


Figura 7. Ilustración de una volea de revés. [4]

- La posición inicial correcta para volear es con la raqueta delante del cuerpo, con los codos elevados para que el jugador se pueda mover hacia delante y llegar a la pelota. [3]
- Los hombros deben estar girados, y la mano que no se va a emplear para realizar el golpe sujetara la cabeza de la raqueta. [3]

2.3.5 Lanzamiento de proyectiles (Tiro parabólico).

“El lanzamiento de proyectiles o tiro parabólico es la composición de dos movimientos: [4]

- Uniforme a lo largo del eje X. [4]
- Uniformemente acelerado a lo largo del eje vertical Y. [4]

Como el tiro parabólico es la composición de dos movimientos:

- movimiento rectilíneo y uniforme a lo largo del eje X [4]
- uniformemente acelerado a lo largo del eje Y [4]

Por lo tanto las componentes de la velocidad son:

$$V_{ox} = V_o * \cos \theta \quad \text{Ec.1}$$

$$V_{oy} = V_o * \sin \theta \quad \text{Ec.2}$$

Así que las ecuaciones de movimiento bajo aceleración constante son:

$$a_x = 0 \quad \text{Ec.3}$$

$$a_y = -g \quad \text{Ec.4}$$

$$V_x = V_{ox} \quad \text{Ec.5}$$

$$V_y = V_{oy} + (-g) * t \quad \text{Ec.6}$$

$$x = V_{ox} * t \quad \text{Ec.7}$$

$$y = y_o + v_{oy} * t + \frac{1}{2}(-g) * t \quad \text{Ec.8}$$

Eliminado el tiempo en las ecuaciones que nos dan las posiciones x e y, obtenemos la ecuación de la trayectoria, que tiene la forma:

$$y = ax^2 + bx + c \quad \text{Ec.9}$$

Obtenemos la altura máxima, cuando la componente vertical de la velocidad V_y es cero; el alcance horizontal x cuando el cuerpo retorna al suelo $y=0$. [4]

2.3.6 Impulso y cantidad de movimiento

“Se llama Cantidad de Movimiento (también momentum: importancia que adquiere la masa con la velocidad) a la magnitud vectorial \vec{Q} , igual al producto de la masa de una partícula por su velocidad. [6]

El vector \vec{Q} está dirigido en la dirección de la velocidad y con el mismo sentido, es decir tangente a la trayectoria, pues la masa es un escalar siempre positivo. [6]

$$\vec{Q} = m \vec{v} \quad \text{Ec.10}$$

Se llama Impulso del Movimiento a la magnitud vectorial \vec{I} igual al producto de la fuerza aplicada a la partícula (o bien a la componente tangencial \vec{F}_t) por el tiempo en que actúa: [6]

$$\vec{I} = \vec{F} . t \quad \text{Ec.11}$$

Sea:

$$\vec{F} = m \vec{a} = m \frac{d \vec{v}}{dt} \quad \text{Ec.12}$$

Entonces:

$$\vec{F} dt = m d \vec{v} \quad \text{Ec.13}$$

Suponiendo que \vec{F} es constante y de la misma dirección que \vec{v} , integrando:

$$\vec{F} \int_{t_1}^{t_2} dt = m \int_{v_1}^{v_2} dv \quad \text{Ec.14}$$

$$\vec{F}(t_2 - t_1) = m v_2 - m v_1 \quad \text{Ec.15}$$

Según la ecuación 24 el impulso \vec{I} es igual a la variación de la cantidad de movimiento:

$$\vec{I} = \vec{Q}_2 - \vec{Q}_1 \quad \text{Ec.16}$$

2.3.6.1 Principio de conservación de la cantidad de movimiento de una partícula.

De las leyes de la Dinámica, del Segundo Principio o Ley Fundamental de la Dinámica, se deduce que solamente las fuerzas pueden modificar la cantidad de

movimiento \vec{Q} de un cuerpo: [6]

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} = m \frac{d \vec{v}}{dt} \quad \text{Ec.17}$$

Si $\vec{F} = 0$ entonces $\frac{d \vec{v}}{dt} = 0 \quad \therefore \quad \vec{v} = cte \quad \text{y} \quad m \vec{v} = cte$

2.3.6.2 Principio de conservación de la cantidad de movimiento para un sistema de más de dos partículas aisladas.

Si tenemos un sistema de partículas y la fuerza resultante sobre una de ellas que ejercen las otras:

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \quad \text{Ec.18}$$

Podemos escribir que:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} = M \cdot \frac{d v_c}{dt} = \frac{d(M \cdot v_c)}{dt} \quad \text{Ec.19}$$

Está escrito para un sistema de partículas donde la masa total será M y la aceleración es la del centro de masas o sea que:

$$\vec{a}_c = \frac{d\vec{v}_c}{dt} \quad \text{Ec.20}$$

Siendo \vec{v}_c : velocidad del centro de masas [6]

M: masa total del sistema [6]

$M \cdot \vec{v}_c$: cantidad de movimiento del sistema de partículas [6]

Entonces por lo ya visto en centro de masas sabemos que:

$$M \cdot \vec{v}_c = M \frac{\sum m_i \vec{v}_i}{\sum m_i} = \sum m_i \vec{v}_i \quad \text{Ec.21}$$

Siendo $m_i \vec{v}_i$ la cantidad de movimiento de la pésima partícula. [6]

2.3.7 Diseño de recipientes a presión.

2.3.7.1 Recipiente a presión.

“Se considera como un recipiente a presión cualquier vasija cerrada que sea capaz de almacenar un fluido a presión manométrica, ya sea presión interna o vacío, independientemente de su forma y dimensiones. [1]

2.3.7.2 Presión de operación (Po)

Es identificada como la presión de trabajo y es la presión manométrica a la cual estará sometido un equipo en condiciones de operación normal. [1]

2.3.7.3 Presión de diseño (P)

Es el valor que debe utilizarse en las ecuaciones para el cálculo de las partes constitutivas de los recipientes sometidos a presión, dicho valor será el siguiente:

$$\text{Si } P_o > 300 \text{ lb/pulg}^2$$

$$P = 1.1 \cdot P_o \quad \text{Ec.22}$$

$$\text{Si } P_o \leq 300 \text{ lb/pulg}^2$$

$$P = P_o + 30 \text{ lb/pulg}^2 \quad \text{Ec.23}$$

Donde P es la presión de diseño, y Po es la presión de operación. [1]

Al determinar la presión de diseño (**P**), debe tomarse en consideración la presión hidrostática debida a la columna del fluido que estemos manejando, si éste es líquido sobre todo en recipientes cilíndricos verticales. [1]

2.3.7.4 Presión de prueba (**P_p**)

Se entenderá por presión hidrostática de prueba y se cuantificará por medio de la siguiente ecuación:

$$P_p = P (1.5) \text{ Sta/Std} \quad \text{Ec.24}$$

Donde:

P = Presión de diseño.

Sta = Esfuerzo a la tensión del material a la temperatura ambiente. [1]

Std = Esfuerzo a la tensión del material a la temperatura de diseño. [1]

2.3.8 Tipos de tapas.

Para “cerrar” recipientes cilíndricos, existen varios tipos de tapas, entre otras tenemos las siguientes: Tapas planas, planas con ceja, únicamente abombadas, abombadas con ceja invertida, toriesféricas, semielípticas, semiesféricas, tapas 80-10, tapas cónicas, toricónicas, etc. [1]

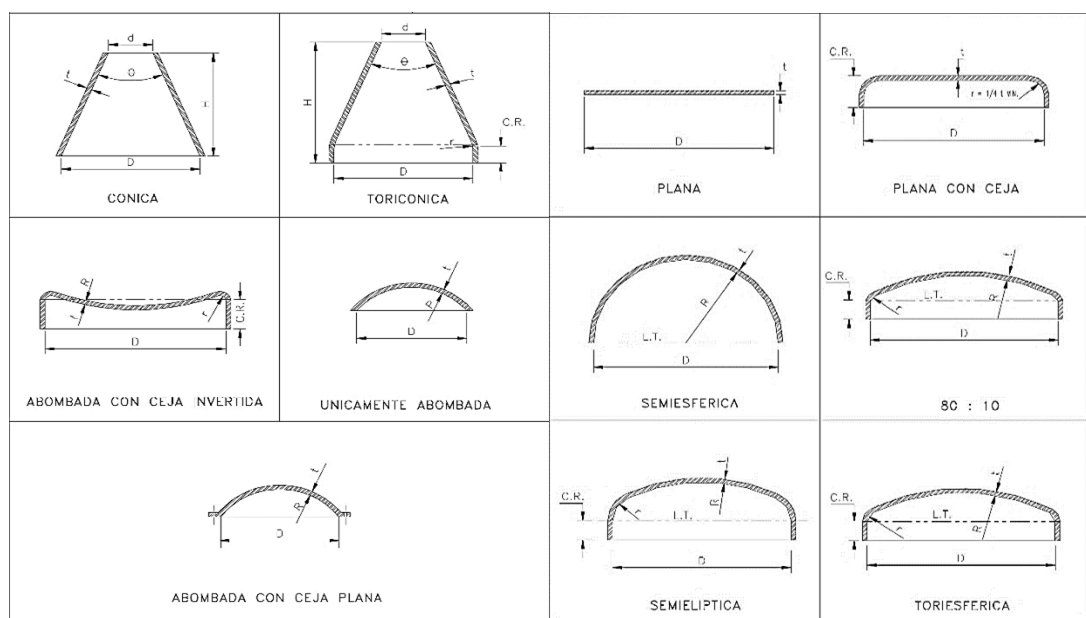


Figura 8. Tipos de tapas. [1]

2.3.8.1 Tapas planas.

Se utilizan para “cerrar” recipientes sujetos a presión atmosférica generalmente, aunque en algunos casos se usan también en recipientes sujetos a presión. Su costo entre las tapas es el más bajo, se utilizan también como fondos de tanques de almacenamiento de grandes dimensiones. [1]

$$t = d \sqrt{C' P / S E} \quad \text{Ec.25}$$

$$t = d \sqrt{(C' P / S E) + 1.9 W h g / S E d^3} \quad \text{Ec.26}$$

Las ecuaciones anteriores serán usadas con las siguientes restricciones:

- La tapa deberá ser ciega, es decir, no deberá tener aberturas ni boquillas. [1]
- Deberá ser circular. [1]
- Deberá ser fabricada con alguno de los materiales ferrosos listados en las normas ANSI B-16.5. [1]
- Deberá estar entre los rangos de presión y temperatura mostrados en la tabla B-16.5 de las normas ANSI. [1]
- El espesor obtenido, de la ecuación correspondiente, deberá considerarse como mínimo y deberá agregarse la tolerancia por corrosión si existiera. [1]
- La ecuación (35) se usará para calcular bridas ciegas atornilladas. [1]

2.3.8.2 Tapas planas con ceja.

Al igual que las anteriores, se utilizan generalmente para presiones atmosféricas, su costo también es relativamente bajo, y tienen un límite dimensional de 6 metros de diámetro máximo. [1]

2.3.8.3 Tapas únicamente abombadas.

Son empleadas en recipientes a presión manométrica relativamente baja, su costo puede considerarse bajo, sin embargo, si se usan para soportar presiones relativamente altas, será necesario analizar la concentración de esfuerzos generada al efectuar un cambio brusco de dirección. [1]

2.3.8.4 Tapas abombadas con ceja invertida.

Su uso es limitado debido a su difícil fabricación, por lo que su costo es alto, siendo empleadas solamente en casos especiales. [1]

2.3.8.5 Tapas toriesféricas.

Son las que mayor aceptación tienen en la industria, debido a su bajo costo y a que soportan altas presiones manométricas, su característica principal es que el radio de abombado es aproximadamente igual al diámetro. Se pueden fabricar en diámetros desde 0.3 hasta 6 metros. [1]

$$t = \frac{PLM}{2SE - 0.2P} \quad \text{Ec.27}$$

Donde:

P = Presión de diseño, en lb/pulg.2 (KPa)

L = Radio de abombado en pulgadas. (mm.).

M = Factor adimensional que depende de la relación L/r. (ver tabla) [1]

r = Radio de esquina o radio de nudillos, en pulgadas. (mm.). [1]

S = Esfuerzo máximo permisible del material de la tapa a tensión y a la temperatura de diseño, en lb/pulg.2 (Kpa). [1]

t = Espesor mínimo requerido en la tapa, sin corrosión, en pulgadas.(mm). [1]

E = Eficiencia de las soldaduras. [1]

2.3.8.6 Tapas semielípticas.

Son empleadas cuando el espesor calculado de una tapa toriesférica es relativamente alto, ya que las tapas semielípticas soportan mayores presiones que las toriesféricas. El proceso de fabricación de estas tapas es el troquelado, su silueta describe una elipse relación 2:1, su costo es alto. [1]

$$t = PD/2SE - 0.2P \quad \text{Ec.28}$$

Donde:

D = Diámetro interior de la tapa, en pulgadas. (mm.). [1]

E = Eficiencia de las uniones soldadas. [1]

P = Presión de diseño, en lb/pulg.2 (kpa) [1]

S = Esfuerzo máximo permisible del material de la tapa, a tensión y a la temperatura de diseño en lb/pulg.2 (KPa). [1]

t = Espesor mínimo requerido en la tapa sin corrosión, en pulgadas.(mm) [1]

2.3.8.7 Tapas semiesféricas.

Utilizadas exclusivamente para soportar presiones críticas. Como su nombre lo indica, su silueta describe una media circunferencia perfecta, su costo es alto y no hay límite dimensional para su fabricación. [1]

$$t = PR/2SE - 0.2P \quad \text{Ec.29}$$

Donde:

E = Eficiencia de soldaduras. [1]

P = Presión de diseño, en lb/pulg.2 (KPa). [1]

R = Radio interior de la tapa semiesférica, en pulgadas. (mm.). [1]

S = Esfuerzo máximo permisible, del material de la tapa, a tensión y a la temperatura de diseño, en lb/pulg.2 (Kpa). [1]

T = Espesor mínimo requerido en la tapa, sin corrosión, en pulgadas. (mm.). [1]

2.3.8.8 Tapas 80:10.

El radio de abombado es el 80% del diámetro; y el radio de esquina o radio de nudillos es igual al 10% del diámetro. [1]

$$t = 0.73PL/SE - 0.1P \quad \text{Ec.30}$$

Donde:

E = Eficiencia de las soldaduras. [1]

L = Diámetro interior de la tapa (0.8) en pulgadas. (mm.). [1]

P = Presión de diseño, en lb/pulg.2 (Kpa). [1]

S = Esfuerzo máximo permisible, del material de la tapa, a tensión y a la temperatura de diseño, en lb/pulg.2 (Kpa). [1]

t = Espesor mínimo requerido en la tapa, sin corrosión, en pulgadas. (mm.). [1]

2.3.8.9 Tapas cónicas.

Se utilizan generalmente en fondos donde pudiese haber acumulación de sólidos y como transiciones en cambios de diámetro de recipientes cilíndricos. Su uso es muy común en torres fraccionadoras o de destilación, no hay límite en cuanto a dimensiones para su fabricación y su única limitación consiste en que el ángulo del vértice no deberá ser mayor de 60°. Las tapas cónicas con ángulo mayor de 60° en el

vértice, deberán ser calculadas como tapas planas. Deberá tenerse la precaución de reforzar las uniones cono-cilindro de acuerdo al procedimiento. [1]

$$t = \frac{PD}{2 \cos \alpha * (SE - 0.6P)} \quad \text{Ec.31}$$

Donde:

$$\alpha = \frac{\text{Ángulo En el vertice}}{2} \leq 30$$

D = Diámetro interior mayor, del cono, en pulgadas (mm.). [1]

E = Eficiencia de las soldaduras. [1]

P = Presión de diseño, en lb/pulg.2 (KPa). [1]

S = Esfuerzo máximo permisible, del material de la tapa, a tensión y a la temperatura de diseño, en lb/pulg.2 (KPa). [1]

t = Espesor mínimo requerido en la tapa, sin corrosión, en pulgadas.(mm.) [1]

2.3.8.10 Tapas toricónicas.

A diferencia de las tapas cónicas, este tipo de tapas tienen en su diámetro mayor un radio de transición que no deberá ser menor al 6% del diámetro mayor ó 3 veces el espesor. [1]

Se aplica la misma ecuación que para las tapas cónicas, y el espesor de la zona toroidal será determinado por la siguiente ecuación: [1]

$$t = \frac{PLM}{2SE - 0.2P} \quad \text{Ec.32}$$

Donde:

$$L = \frac{D}{2 \cos \alpha}$$

D1 = Diámetro interior medido perpendicularmente al eje de la tapa y a la altura donde termina la parte cónica y se inicia el radio de nudillos o radio de esquina. [1]

2.3.9 Diseño de cuerpos bajo presión interna

2.3.9.1 Cuerpo cilíndrico

Para cuerpos cilíndricos de pared delgada sometidos a presión interna el espesor requerido por la tensión tangencial σ_t es mayor (el doble) que el requerido por la tensión longitudinal σ_L . [1]

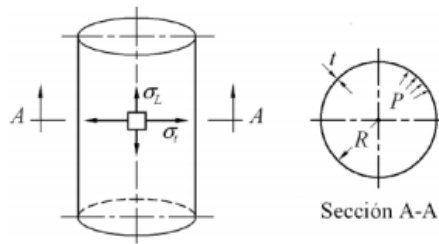


Figura 9. Cuerpo cilíndrico sometido a presión interna [1]

Esfuerzo tangencial: El espesor requerido en función de la presión interior y la presión admisible en función del espesor pueden calcularse a partir del valor del radio interno R o externo R₀. [1]

Si:

$$t \leq R/2 \quad \text{o} \quad P \leq 0.385SE$$

$$t_r = \frac{PR}{SE - 0.6P} = \frac{PR_0}{SE + 0.4P} \quad \text{Ec.33}$$

Donde:

S = tensión máxima admisible [1]

E = eficiencia de la junta en las soldaduras. [1]

t_r = espesor mínimo requerido para el cuerpo. [1]

t = espesor del cuerpo cilíndrico. [1]

$$P_a = \frac{SE_t}{R + 0.6t} = \frac{SE_t}{R - 0.4t} \quad \text{Ec.34}$$

Donde:

R radio interior.

R₀ radio exterior.

P_a presión admisible.

P presión interior de diseño.

Esfuerzo longitudinal: El espesor requerido en función de la presión interior y la presión admisible en función del espesor pueden calcularse a partir del valor del radio interno R o externo R₀: [1]

Si:

$$t \leq R/2 \quad \text{o} \quad P \leq 1.25 SE$$

$$t_r = \frac{PR}{2SE + 0.4P} = \frac{PR_0}{2SE + 1.4P} \quad \text{Ec.35}$$

Donde:

S tensión máxima admisible [1]

E eficiencia de la junta en las soldaduras. [1]

t_r espesor mínimo requerido para el cuerpo. [1]

t espesor del cuerpo cilíndrico. [1]

$$P_a = \frac{2SE_t}{R - 0.4t} = \frac{2SE_t}{R - 1.4t} \quad \text{Ec.36}$$

Donde:

R radio interior [1]

R_0 radio exterior. [1]

P_a presión admisible. [1]

P presión interior de diseño. [1]

2.3.9.2 Cuerpo esférico.

El espesor requerido en función de la presión interior y la presión admisible en función del espesor pueden calcularse a partir del valor del radio interno R o externo R_0 : [1]

$$t_r = \frac{PR}{2SE - 0.2P} = \frac{PR_0}{2SE + 0.8P} \quad \text{Ec.37}$$

Donde:

S tensión máxima admisible [1]

E eficiencia de la junta en las soldaduras. [1]

t_r espesor mínimo requerido para el cuerpo. [1]

t espesor del cuerpo cilíndrico. [1]

$$P_a = \frac{2SE_t}{R + 0.2t} = \frac{2SE_t}{R - 0.8t} \quad \text{Ec.38}$$

Donde:

R radio interior. [1]

R_0 radio exterior. [1]

P_a presión admisible. [1]

P presión interior de diseño.” [1]

2.3.10 Presión Nominal y Coeficiente de Diseño de la tubería plástica tubos y accesorios de PVC rígido para presión.

La presión nominal del tubo está relacionada con los valores de la serie S dados en la tabla 1 por la siguiente ecuación: [7]

$$PN = 10 \times \frac{\sigma_S}{S} \quad \text{Ec.39}$$

Donde el esfuerzo hidrostático de diseño σ_S , está en MPa y el valor de la presión nominal PN se encuentra en bares. [7]

Esta norma considera un esfuerzo mínimo requerido $EMR = 25$ MPa y un coeficiente de diseño $C= 2$, resultando en un esfuerzo hidrostático de diseño $\sigma_S = 12,5$ MPa. [7]

Se debe aplicar un factor de corrección de presión f_T para temperaturas de operación entre 25 °C y 45 °C. Los valores de este factor para diferentes temperaturas están dados en la figura 20. La máxima presión de trabajo se obtiene al multiplicar la presión nominal PN por el factor de corrección f_T . [7]

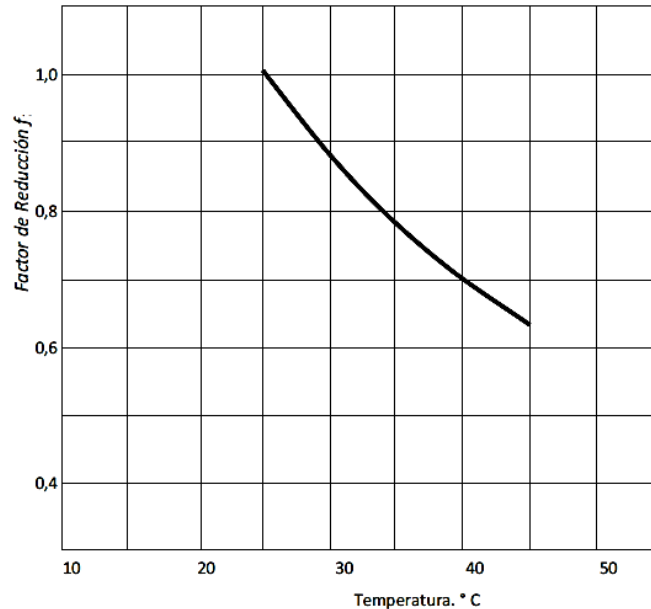


Figura 10. Factor de corrección f_T . [7]

2.3.11 Principio de gas ideal

2.3.11.1 Definición de gas ideal.

El Modelo de Gas Ideal (MGI) es un modelo sencillo que describe de forma aproximada el comportamiento de los gases a bajas presiones. [8]

El MGI consta de dos ecuaciones de estado: ecuación de estado térmica (relación P-v-T) y ecuación de estado energética (relación u-v-T). En realidad no son independientes: la ecuación de estado energética se puede deducir de la térmica; sin embargo, de momento las postularemos como dos ecuaciones independientes: [8]

- Ecuación de estado térmica: $PV=mRT$ [8]
- Ecuación de estado energética: $u=u(T)$ [8]

2.3.11.2 Ecuación de estado térmica

Es un hecho experimental para sustancias simples compresibles: la relación Pv/T se aproxima a un valor fijo a bajas presiones: [8]

$$\lim_{P_0 \rightarrow 0} \frac{PV}{T} = \lim_{\rho \rightarrow 0} \frac{P}{\rho T} = \lim_{V \rightarrow \infty} \frac{PV}{T} = R_a \quad \text{Ec.40}$$

La constante R_a depende de cada sustancia, pero es independiente de la temperatura.

Si se expresa la ecuación [49] en volúmenes molares (multiplicando por el peso molecular del gas), el valor límite es el mismo para todos los gases. [8]

$$\lim_{V \rightarrow \infty} \frac{PV_m}{T} = R \quad \text{Ec.41}$$

Donde R es la constante universal de los gases, cuyo valor es [8]

$$R = 8.31451 \frac{J}{mol^\circ K} = 8.31451 \frac{kJ}{kmol^\circ K} \quad \text{Ec.42}$$

La relación entre las dos constantes (la universal y la de cada gas) viene dada por [8]

$$R_a = \frac{R}{M} \quad \text{Ec.43}$$

Por tanto, la ecuación de estado térmica del GI (gases a bajas densidades) es cualquiera de las siguientes: [8]

$$\begin{array}{ll} PV = R_a T & PV = R_a T \\ P = \rho R_a T & PV = m R_a T \\ PV_m = R_a T & PV = NRT \end{array} \quad \text{Ec.44}$$

2.3.12 Propiedades de la pelota de tenis.

Con el paso del tiempo, nuevas tecnologías han sido incorporadas a la fabricación de las pelotas de tenis. Ellas deben respetar las especificaciones, acorde a los parámetros establecidos por la I.T.F. [4]

2.3.12.1 Datos generales de la pelota.

Deben ser de carácter uniforme, es decir, deben poseer solo un material que las envuelva: el típico paño amarillo (melton) con propiedades de gran elasticidad. El diámetro de estas, debe oscilar entre 6.35 y 6.67 centímetros, mientras que su peso no debe sobrepasar por ningún motivo los 58.5 gramos. [3]

La velocidad es uno de los factores primordiales. Existen tres tipos de pelota aprobadas para el juego, según su velocidad. Para cualquier altura y tipo de court hay una variedad de pelotas además del standard (tipo 2) de velocidad media. Una pelota tipo 1 un poco más dura y más rápida, aconsejable para usar en canchas de superficie más lenta. Por último, las pelotas de menor velocidad (tipo 3), ideales para superficies rápidas. El tamaño de las pelotas de tenis se refiere al largo de la pelota. No es todo el diámetro de la misma, sino la distancia de un lado redondo hasta el lado paralelo. La regla establece que no debería tener menos de 2,57 pulgadas (6 centímetros) y no más de 2,7 pulgadas (7 centímetros). [3]

2.3.12.2 Deformación por presión hacia adelante.

La deformación por presión es cuánto se endurece la pelota y cuánto se deforma cuando está sometida a presión. Es difícil aplastar una pelota de tenis nueva con la mano y deformarla, que es lo que la ITF desea, ya que la pelota soporta muchas presiones diferentes. Para aprobar el examen, una pelota se coloca contra una presión de 18 libras (8 kilogramos). La regla establece que no debería deformar menos de 0,22 pulgadas (0,5 centímetros) ni más de 0,291 pulgadas (0,7 centímetros). Solía haber una regla para la deformación por presión hacia atrás. Desde 2009 no existen especificaciones para esto, ya que no parece afectar el efecto de la pelota. [3]

2.3.13 Válvulas de solenoide

“En la mayoría de las aplicaciones neumáticas es necesario abrir o detener el flujo, en un circuito, para poder controlar automáticamente el flujo de fluidos en el sistema. Para este propósito, generalmente se utiliza una válvula de solenoide operada

eléctricamente. Su función básica es la misma que una válvula de paso operada manualmente; pero, siendo accionada eléctricamente, se puede instalar en lugares remotos y puede ser controlada convenientemente por interruptores eléctricos simples.” [9]

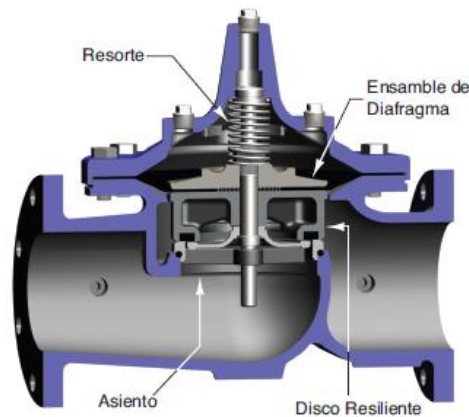


Figura 11. Diagrama de una válvula neumática de solenoide básica. [9]

2.3.14 Principio de operación

“En la figura 15 pueden apreciarse las partes principales ya integradas de una válvula de solenoide típica. La aguja de la válvula está unida mecánicamente a la parte inferior del émbolo. En esta válvula en particular, cuando se energiza la bobina, el émbolo es levantado hacia el centro de la bobina, levantando la aguja del orificio donde está sentada, permitiendo así el flujo. Cuando se desenergiza la bobina, el peso del émbolo hace que caiga por gravedad y cierre el orificio, deteniendo el flujo. En algunos tipos de válvulas, un resorte empuja el émbolo para que cierre la válvula; esto permite que la válvula pueda instalarse en otras posiciones diferentes a la vertical.” [10]

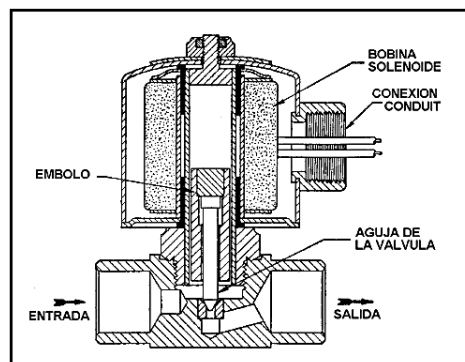


Figura 12. Válvula de solenoide típica de acción directa, normalmente [10]

2.3.15 Tipos de válvulas de solenoide

“Existe una amplia variedad de tipos de válvulas solenoide, los cuales se pueden dividir de acuerdo a su aplicación, su construcción y su forma. Entre los fabricantes de válvulas no existe un consenso para diferenciar los tipos por orden de importancia. Aunque recientemente, la práctica más generalizada es dividir las primeramente, de acuerdo a su aplicación; es decir, a la capacidad del sistema donde va a ser instalada la válvula. Con base en esto, las válvulas solenoide pueden dividirse de manera general, en dos tipos: 1) De acción directa, y 2) Operadas por piloto. [9]

También por su construcción, las válvulas solenoide pueden ser: 1) Normalmente cerradas, 2) Normalmente abiertas y 3) De acción múltiple. [9]

Por su forma, hay tres tipos de válvulas solenoide de uso común: 1) de dos vías, 2) de tres vías y 3) de cuatro vías o reversibles.” [9]

2.3.15.1 Válvulas de acción directa

“El solenoide de acción directa, se utiliza en válvulas con baja capacidad y puertos de tamaño pequeño. El émbolo está conectado mecánicamente a la aguja de la válvula.

Al energizar la bobina, el émbolo se eleva hacia el centro de la misma, levantando la aguja. Puesto que para operar, este tipo de válvula depende únicamente de la potencia del solenoide, para un diferencial de presión determinado, el tamaño de su puerto está limitado por el tamaño del solenoide. No se utiliza en sistemas de grandes capacidades, porque se requeriría una bobina de gran tamaño para contra-actuar el gran diferencial de presión. La bobina requerida sería grande, costosa y no sería factible para circuitos de muy grande capacidad.” [9]

2.3.15.2 Válvulas operadas por piloto

“Las válvulas de solenoide operadas por piloto, utilizan una combinación de la bobina solenoide y la presión de la línea. En estas válvulas, el émbolo está unido a un vástago de aguja que cubre un orificio piloto en lugar del puerto principal, tal como se ilustra en la figura 7.3. La presión de la línea mantiene cerrado un pistón flotante o independiente contra el puerto principal, aunque en algunos modelos de válvulas

puede ser un diafragma. Hay tres tipos básicos de válvulas operadas por piloto; de pistón flotante, de diafragma flotante y de diafragma capturado.” [9]

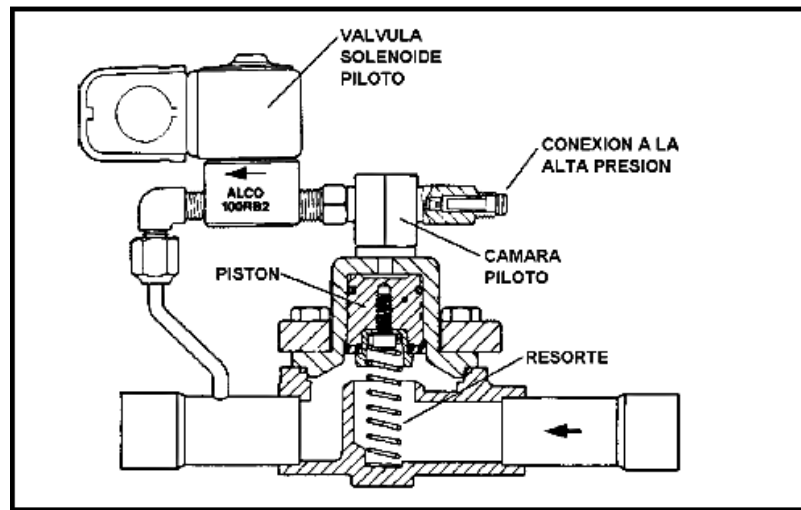


Figura 13. Válvula de solenoide operada por piloto. [10]

2.3.15.3 Válvulas de dos vías

“La válvula de dos vías es el tipo de válvula de solenoide más común, tiene una conexión de entrada y una de salida, y controla el flujo del fluido en una sola línea. Puede ser de acción directa u operada por piloto, dependiendo de la capacidad del sistema. Cada una de éstas puede ser “normalmente cerrada” o “normalmente abierta”.” [10]

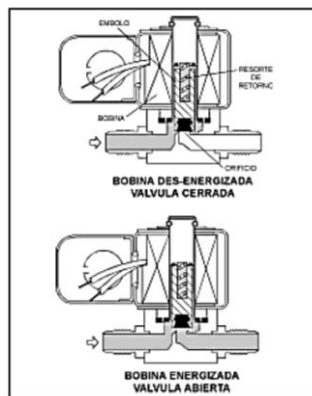


Figura 14. Válvula de solenoide de dos vías, acción directa, normalmente cerrada. [10]

2.3.15.4 Válvulas de tres vías (Desviadoras)

“Las válvulas de tres vías, tienen una conexión de entrada que es común a dos diferentes conexiones de salida, como la que se muestra en la figura 18. Las válvulas

de tres vías son, básicamente, una combinación de la válvula de dos vías normalmente cerradas y de la válvula de dos vías normalmente abierta, en un solo cuerpo y con una sola bobina. La mayoría son del tipo “operadas por piloto”. Estas válvulas controlan el flujo en dos líneas diferentes.” [10]

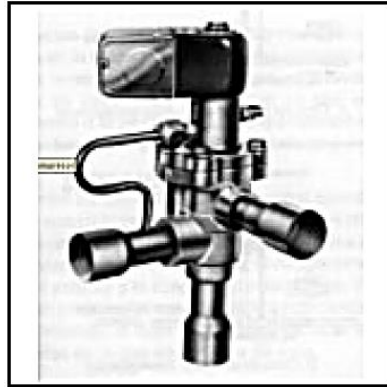


Figura 15. Válvula de solenoide de tres vías típica. [10]

2.3.15.5 Válvulas de cuatro vías

“Las válvulas de solenoide de cuatro vías como la que se muestra en la figura 20, se conocen comúnmente como válvulas reversibles. Su uso es casi exclusivamente en bombas de calor, para seleccionar ya sea el ciclo de enfriamiento o el de calefacción, dependiendo del requerimiento. Estas válvulas tienen tres salidas y una entrada común.” [9]

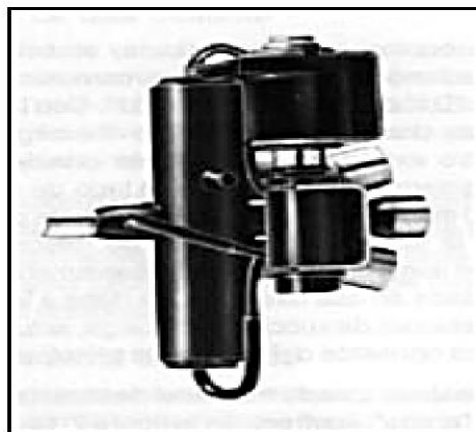


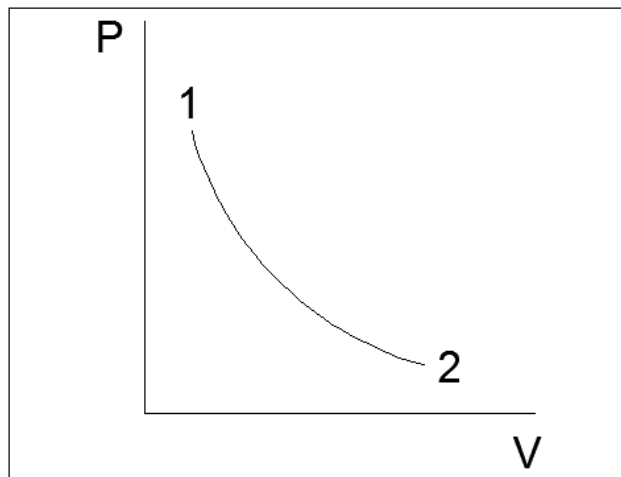
Figura 16. Válvula de solenoide de cuatro vías típica. [10]

CAPÍTULO 3 : DISEÑO DEL PROYECTO

Para proceder a determinar los parámetros de diseño de la máquina se realiza análisis de cada área en la que se ve influenciado el diseño.

3.1 Cálculos neumáticos.

Para determinar la presión de trabajo así como los parámetros neumáticos necesarios se utiliza el principio de expansión, debido a que la presión acumulada en los tanques contenedores al ser liberada y a su paso por la válvula representa una caída de presión y un aumento de velocidad como se puede ver en la gráfica P-V. De igual manera se utiliza el principio de la ley de los gases para determinar volúmenes específicos del aire a la presión que está sometido.



Se asume un proceso de expansión isotérmica debido a que a la salida de la válvula la presión decrece dando paso a un aumento de la velocidad e igualando la presión a la atmosférica de la siguiente manera:

Estado 1.

$$p\dot{v} = mRt$$

$$\dot{v} = A * Vel_{(aire comprimido)}$$

Cálculo del área del tubo antes de la expansión.

$$A = \frac{\Pi * d^2}{4}$$

El diámetro interno de la tubería es de 40 cm por lo tanto $d=0,04m$

$$A = \frac{\pi * (0,04m)^2}{4}$$

$$A = 0,0012m^2$$

Cálculo del volumen específico.

$$\dot{v} = A * Vel_{(aire comprimido)}$$

Según bibliografía consultada se asume una velocidad de aire comprimido de $8 \frac{m}{s}$

$$\dot{v} = 0,0012m^2 * 8 \frac{m}{s}$$

$$\dot{v} = 0,0012m^2 * 8 \frac{m}{s}$$

$$\dot{v} = 0,0096 \frac{m^3}{s}$$

Para una presión de 60 PSI:

$$60PSI = 413685 \frac{N}{m^2}$$

Utilizando la ecuación de gas ideal:

$$P\dot{v} = \dot{m}RT$$

Se utiliza un valor de la constante de $8,314 \frac{J}{mol * ^\circ K}$

La temperatura ambiente para cálculos es de $20^\circ C = 293^\circ K$

$$413685 \frac{N}{m^2} * 0,0096 \frac{m^3}{s} = \dot{m} * 8,314 \frac{J}{mol * ^\circ K} * 293^\circ K$$

$$3971,376 \frac{N}{m^2} * \frac{m^3}{s} = \dot{m} * 2436,002 \frac{J}{mol * ^\circ K} * ^\circ K$$

$$3971,376 N * \frac{m}{s} = \dot{m} * 2436,002 \frac{N * m}{mol}$$

$$\dot{m} = 1,63 \frac{mol}{s}$$

Utilizando la ecuación de la continuidad de flujo:

$$P_1 A_1 Vel_1 = \dot{m} RT$$

$$413685 \frac{N}{m^2} * 0,0012 m^2 * Vel_1 = 1,63 \frac{mol}{s} * 8,314 \frac{J}{mol * ^\circ K} * 293^\circ K$$

$$496,422 \frac{N}{m^2} * m^2 * Vel_1 = 3970,683 \frac{mol}{s} * \frac{J}{mol * ^\circ K} * ^\circ K$$

$$496,422 N * Vel_1 = 3970,683 \frac{N * m}{s}$$

$$Vel_1 = 7,998 \frac{N * m}{s}$$

Usando la ecuación de gas ideal para terminar de resolver el estado 1:

$$P_1 v_1 = RT$$

$$413685 \frac{N}{m^2} * v_1 = 8,314 \frac{J}{mol * ^\circ K} * 293^\circ K$$

$$413685 \frac{N}{m^2} * v_1 = 2436,002 \frac{N * m}{mol * ^\circ K} * ^\circ K$$

$$v_1 = 0,00588 \frac{m^3}{mol}$$

Para el estado 2:

$$P_1 v_1^k = P_2 v_2^k$$

Siendo k=1,4 para gases;

$$413685 \frac{N}{m^2} * (0,00588 \frac{m^3}{mol})^{1,4} = 103421 \frac{N}{m^2} * v_2^{1,4}$$

$$311,7439 = 103421 * v_2^{1,4}$$

$$v_2 = 0,01582 \frac{m^3}{mol}$$

Utilizando la ecuación de gas ideal:

$$P_2 A_2 Vel_2 = \dot{m} RT$$

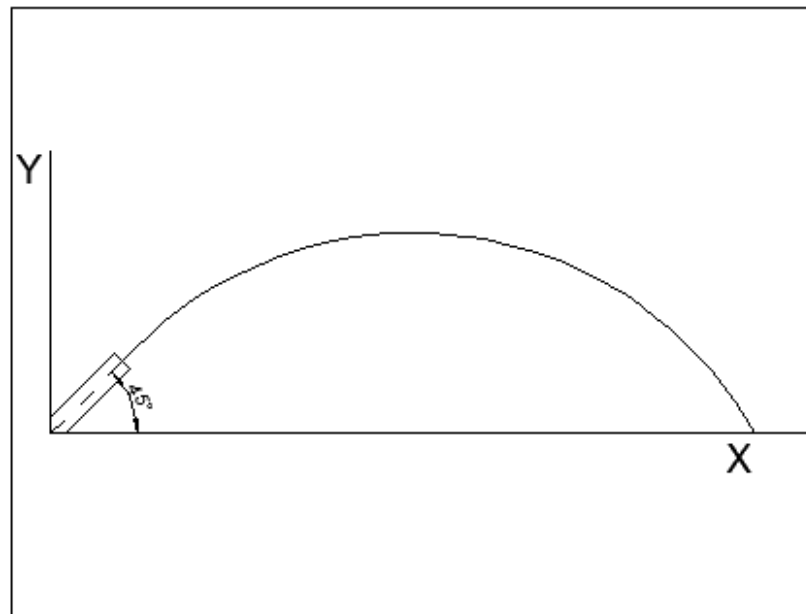
$$103421 \frac{N}{m^2} * 0,0028m^2 * Vel_2 = 1,63 \frac{mol}{s} * 8,314 \frac{J}{mol * ^\circ K} * 293^\circ K$$

$$103421 \frac{N}{m^2} * 0,0028m^2 * Vel_2 = 1,63 \frac{mol}{s} * 8,314 \frac{N * m}{mol * ^\circ K} * 293^\circ K$$

$$Vel_2 = 13,711 \frac{m}{s}$$

3.2 Cálculos dinámicos

Para determinar los parámetros dinámicos necesarios en el diseño se utiliza la teoría de tiro parabólico; para lo cual, se determina la longitud máxima de desplazamiento de la pelota con las ecuaciones de desplazamiento en el eje `x` y en el eje `y`. Una vez determinado el desplazamiento a una presión determinada se procede a variar los parámetros iniciales, dando como resultado una distancia regulable en función de la presión inicial que se suministre al circuito neumático.



Determinación de la longitud máxima de tiro.

Utilizando la ecuación de desplazamiento en y:

$$\uparrow S = S_o + V_o * t + \frac{1}{2} * a * t^2$$

$$0 = 0 + 13,711 \sin 45^\circ * t - \frac{1}{2} * 9,81 \frac{m}{s^2} * t^2$$

$$13,711 \frac{m}{s} \sin 45^\circ * t = \frac{1}{2} * 9,81 \frac{m}{s^2} * t^2$$

$$t = \frac{13,711 \frac{m}{s} \sin 45^\circ * 2}{9,81 \frac{m}{s^2}}$$

$$t = \frac{19,39}{9,81} s$$

$$t = 1,97s$$

Utilizando la fórmula de desplazamiento en x

$$\rightarrow S_x = (S_o)_x + (V_o)_x * t$$

$$S_x = 0 + 13,711 \frac{m}{s} * \cos(45^\circ) * 1,97$$

$$S_x = 19,16m$$

La longitud de la cancha de tenis es de 23,77m, por lo cual según el jugador se desplazará dentro de esta longitud de cancha; por lo tanto la distancia calculada está dentro del rango permisible.

Mediante la siguiente tabla se varía la presión de suministro y se denota su influencia en la longitud máxima de tiro alcanzada por la pelota.

Tabla 1 Resultados a diferentes presiones

Presión (PSI)	Pa	A1	A2	ESTADO 1			ESTADO 2			tiempo	longitud
				v	m	v1	v2	Vel2			
10	68947,6	0,0012	0,0028	0,0096	0,2717	0,0353	0,0264	2,286	0,329	0,532	
20	137895,2	0,0012	0,0028	0,0096	0,5434	0,0177	0,0217	4,571	0,659	2,13	
30	206842,8	0,0012	0,0028	0,0096	0,8151	0,0118	0,0193	6,857	0,988	4,792	
40	275790,4	0,0012	0,0028	0,0096	1,0869	0,0088	0,0178	9,143	1,318	8,519	
50	344738	0,0012	0,0028	0,0096	1,3586	0,0071	0,0167	11,429	1,647	13,31	
60	413685,6	0,0012	0,0028	0,0096	1,6303	0,0059	0,0159	13,714	1,977	19,167	
70	482633,2	0,0012	0,0028	0,0096	1,902	0,005	0,0152	16,000	2,306	26,088	
80	551580,8	0,0012	0,0028	0,0096	2,1737	0,0044	0,0146	18,286	2,636	34,074	
90	620528,4	0,0012	0,0028	0,0096	2,4454	0,0039	0,0141	20,572	2,965	43,125	
100	689476	0,0012	0,0028	0,0096	2,7171	0,0035	0,0137	22,857	3,295	53,241	
110	758423,6	0,0012	0,0028	0,0096	2,9889	0,0032	0,0000	25,143	3,624	64,422	
120	827371,2	0,0012	0,0028	0,0096	3,2606	0,0029	0,0000	27,429	3,954	76,667	

Una vez realizadas pruebas con la máquina con una velocidad de viento de 5 m/s,

Presión (PSI)	longitud calculada (m)	longitud real alcanzada (m)
10	0,532	0,3
20	2,13	2
30	4,792	4,4
40	8,519	8,2
50	13,31	13,1
60	19,167	19
70	26,088	25,8
80	34,074	32,5
90	43,125	42
100	53,241	51,5
110	64,422	63,3
120	76,667	75,8

3.3 Selección de la tubería

La pelota de tenis posee un diámetro mínimo de 63,5mm máximo de 67,7 mm; dichos diámetros varían en función de la marca y de la cancha en la que se va a utilizar, en este caso encontramos localmente pelotas de 63 mm, por lo cual se debe seleccionar una tubería con un diámetro nominal lo más cercano a este valor, con la ayuda de un catálogo de una marca de tubería existente en el mercado local se logra conseguir y seleccionar el espesor y el tipo de tubería gracias a la siguiente tabla:

ESPECIFICACIONES PARA TUBERÍAS PVC

Especificaciones para Tuberías con Unión por sellado elastomérico (UZ) y Unión por cementado solvente (EC) para riego.

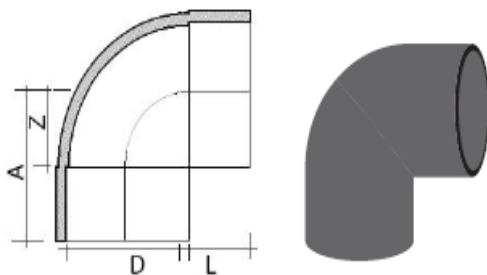
Diámetro Nominal (mm)		Diámetro Interior mm	Espesor Nominal mm	Presión de Trabajo		
UNIÓN U/Z	UNIÓN E/C			MPa	PSI (lb/pulg ²)	Kgf/cm ²
	20	17.6	1.2	1.25	181	12.75
		17.4	1.3	1.60	232	16.32
		17.0	1.5	2.00	290	20.40
	25	22.6	1.2	1.00	145	10.20
		22.4	1.3	1.25	181	12.75
		22.0	1.5	1.60	232	16.32
	32	29.6	1.2	0.80	116	8.16
		29.4	1.3	1.00	145	10.20
		29.0	1.5	1.25	181	12.75
	40	37.6	1.2	0.63	91	6.43
		37.4	1.3	0.80	116	8.16
		37.0	1.5	1.00	145	10.20
		36.2	1.9	1.25	181	12.75
50		47.4	1.3	0.63	91	6.43
		47.0	1.5	0.80	116	8.16
		46.2	1.9	1.00	145	10.20
		45.2	2.4	1.25	181	12.75
63		60.0	1.5	0.63	91	6.43
		59.0	2.0	0.80	116	8.16
		58.2	2.4	1.00	145	10.20
		57.0	3.0	1.25	181	12.75

3.4 Selección de accesorios para el circuito neumático:

Con la ayuda del mismo catálogo del proveedor nacional de tubería de presión se selecciona los siguientes accesorios:

Codos a 90°.

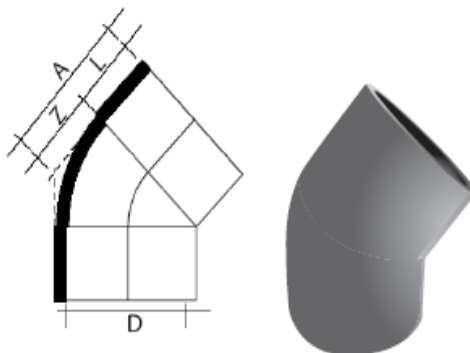
CODO E/C x 90°



CÓDIGO	DIÁMETRO	A	L	Z
		(mm)	(mm)	(mm)
16715	20 mm	27	16	11
16706	25 mm	32	19	14
16718	32 mm	39	22	17
16512	40 mm	47	26	21
16590	50 mm	57	31	26
16529	63 mm	70	38	33
16521	75 mm	85	44	39
16526	90 mm	97	51	46
16704	110 mm	105	58	54
16484	125 mm	117	61	56
16486	140 mm	150	128	56
16488	160 mm	178	180	81
16494	200 mm	207	220	101
16498	225 mm	235	245	115
16499	250 mm	265	281	130

Codo a 45°:

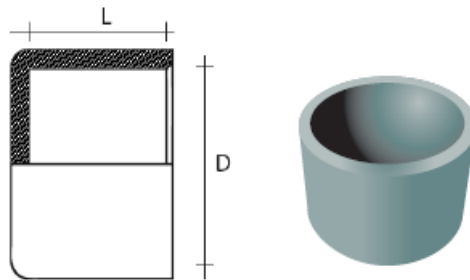
CODO E/C x 45°



CÓDIGO	DIÁMETRO	A	L	Z
		(mm)	(mm)	(mm)
16495	20 mm	21	16	5
16716	25 mm	25	19	6
24993	32 mm	30	22	8
16511	40 mm	36	26	10
16515	50 mm	43	31	12
16519	63 mm	52	38	14
16520	75 mm	78	44	34
16531	90 mm	71	51	20
16710	110 mm	85	61	24
16483	125 mm	85	61	24
16485	140 mm	120	86	34
16487	160 mm	120	86	34
16493	200 mm	149	106	43
16497	225 mm	198	106	90
16499	250 mm	198	106	90

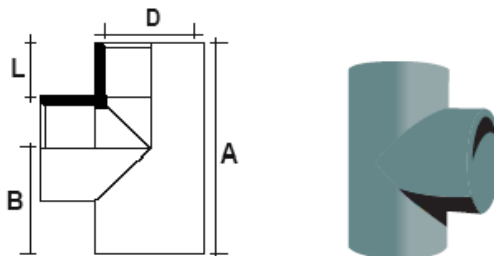
Tapas para los contenedores de presión:

TAPÓN HEMBRA E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	L (mm)
19918	20 mm	16
19963	25 mm	19
19965	32 mm	22
19966	40 mm	26
19969	50 mm	31
19967	63 mm	38
19953	75 mm	44
19968	90 mm	51
19959	110 mm	61
19938	125 mm	72
19939	140 mm	74
19940	160 mm	86
19942	200 mm	106

Tee para unión:



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	B (mm)	L (mm)
20531	20 mm	54	27	16
20547	25 mm	64	32	19
20548	32 mm	78	39	22
20535	40 mm	97	48	26
20577	50 mm	114	57	31
20549	63 mm	140	70	38
20472	75 mm	170	85	44
20540	90 mm	200	100	51
20526	110 mm	234	117	61
20468	125 mm	335	170	86
20469	140 mm	335	100	86
20527	160 mm	338	166.5	86.5
20530	200 mm	434	207	107
20471	250 mm			

Para la unión de tuberías y garantizar la hermeticidad de las juntas se utiliza el siguiente pegamento:

SOLDADURAS LÍQUIDAS



POLILIMPIA	
CÓDIGO	CAPACIDAD
19486	125 cc
19485	1000 cc
19487	4000 cc

POLIPEGA	
CÓDIGO	CAPACIDAD
19713	200 cc
19715	946 cc
19714	3785 cc

KALIPEGA GRANDES DIÁMETROS	
CÓDIGO	CAPACIDAD
19705	20 cc
19704	125 cc
19706	250 cc
19708	500 cc
19709	946 cc
19707	3785 cc

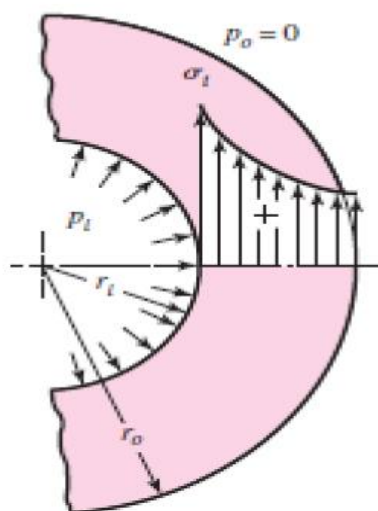
3.5 Verificación de los elementos que soportan mayor presión seleccionados para el diseño:

Para el análisis de los elementos sometidos a mayor presión se recurre a la ayuda de un software de diseño en su versión estudiantil.

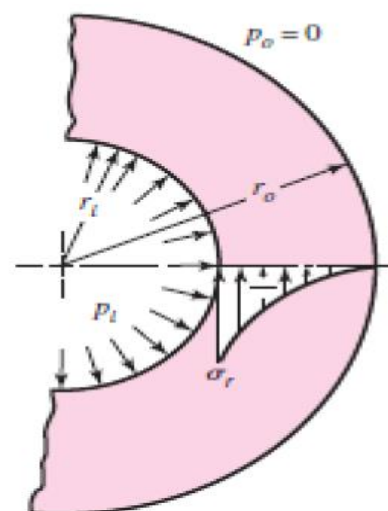
Utilizando la teoría de recipientes sometidos a presión interna podemos simular el comportamiento tanto de las tapas del recipiente contenedor como el circuito neumático completo.

A continuación se detalla el cálculo manual y su comparación con el caso planteado del software

TEORÍA DE RECIPIENTES DE PARED GRUESA:



(a) Tangential stress distribution



(b) Radial stress distribution

Esfuerzo radial (SX):

$$\sigma_r = \frac{p r_i^2}{r_o^2 - r_i^2} \left(1 - \frac{r_o^2}{r_i^2} \right)$$

$$\sigma_r = \frac{0.62 \times (28)^2}{30^2 - 28^2} \left(1 - \frac{30^2}{28^2} \right) = 0.62 \text{ MPa} = \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Esfuerzo axial o longitudinal (SY):

$$\sigma_A = \frac{p r_i^2}{r_o^2 - r_i^2}$$

$$\sigma_A = \frac{0.62 \times (28)^2}{30^2 - 28^2}$$

$$\sigma_A = 4,1903 \text{ MPa}$$

Esfuerzo tangencial o circunferencial (SZ):

$$\sigma_t = \frac{p r_i^2}{r_o^2 - r_i^2} \left(1 + \frac{r_o^2}{r_i^2} \right)$$

$$\sigma_t = \frac{0.62 \times (28)^2}{30^2 - 28^2} \left(1 + \frac{30^2}{28^2} \right)$$

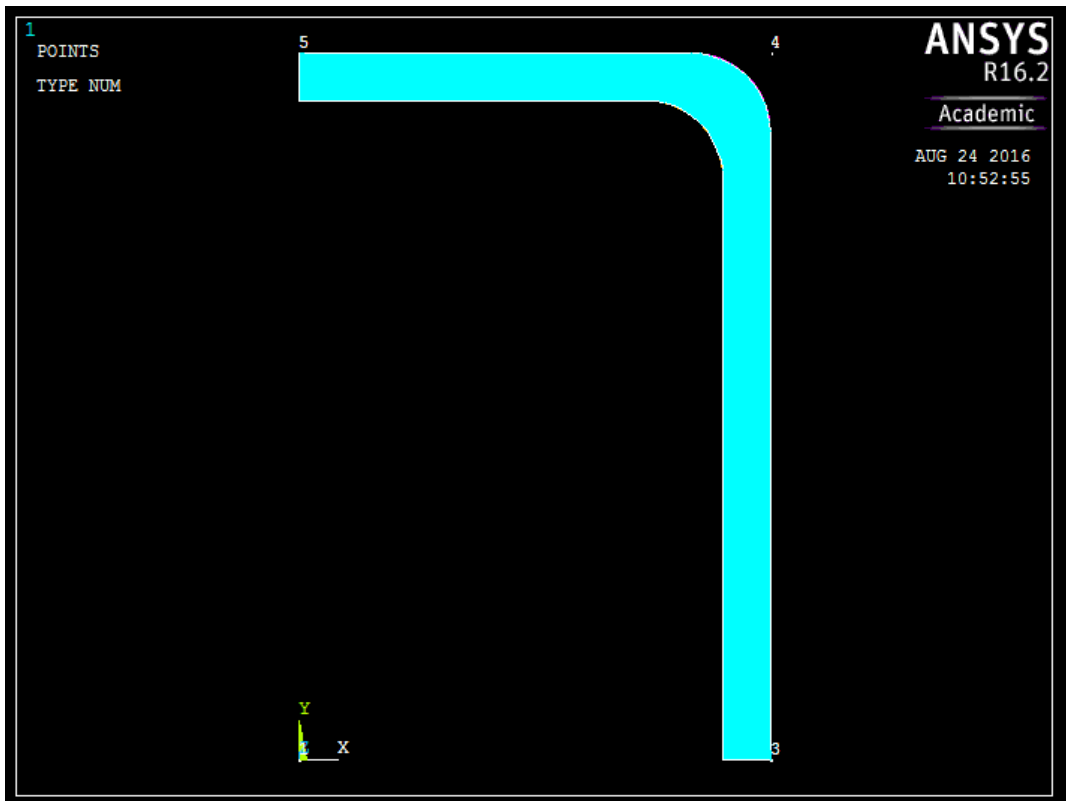
$$\sigma_t = 9,0006 \text{ MPa}$$

MODELO 2D

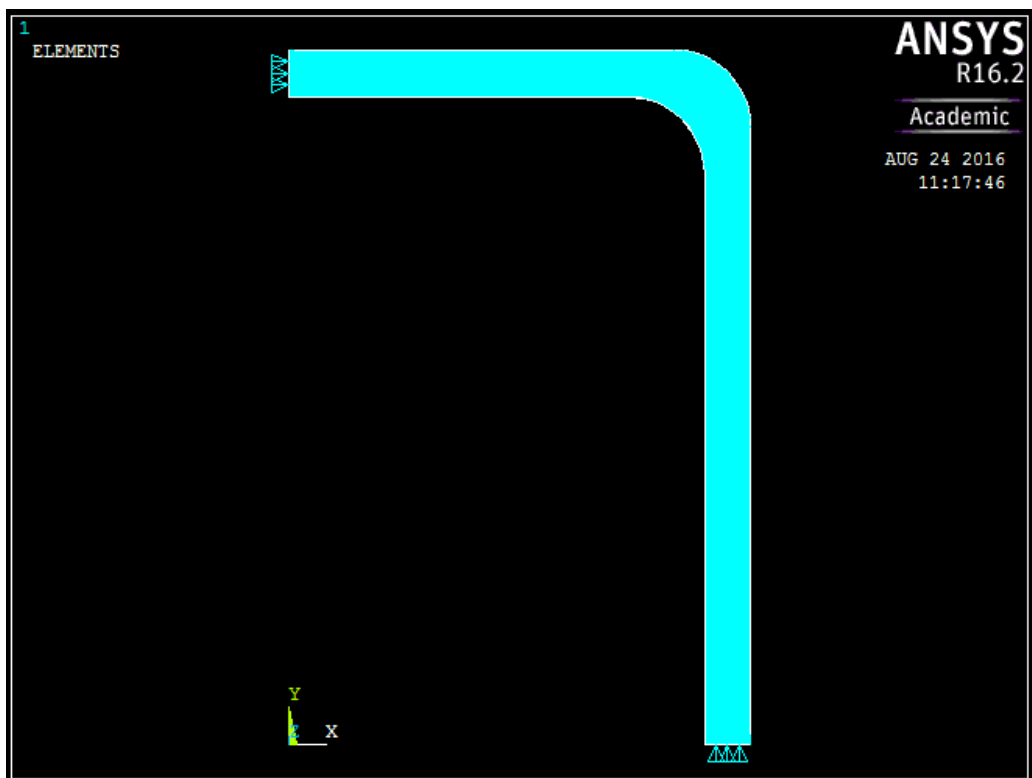
Deformación del elemento

Con la ayuda del software de diseño, se procede a analizar las cargas a las q se encuentra sometida la tapa mediante la teoría de recipientes sometidos a presión interna, para lo cual se procede a realizar el modelo.

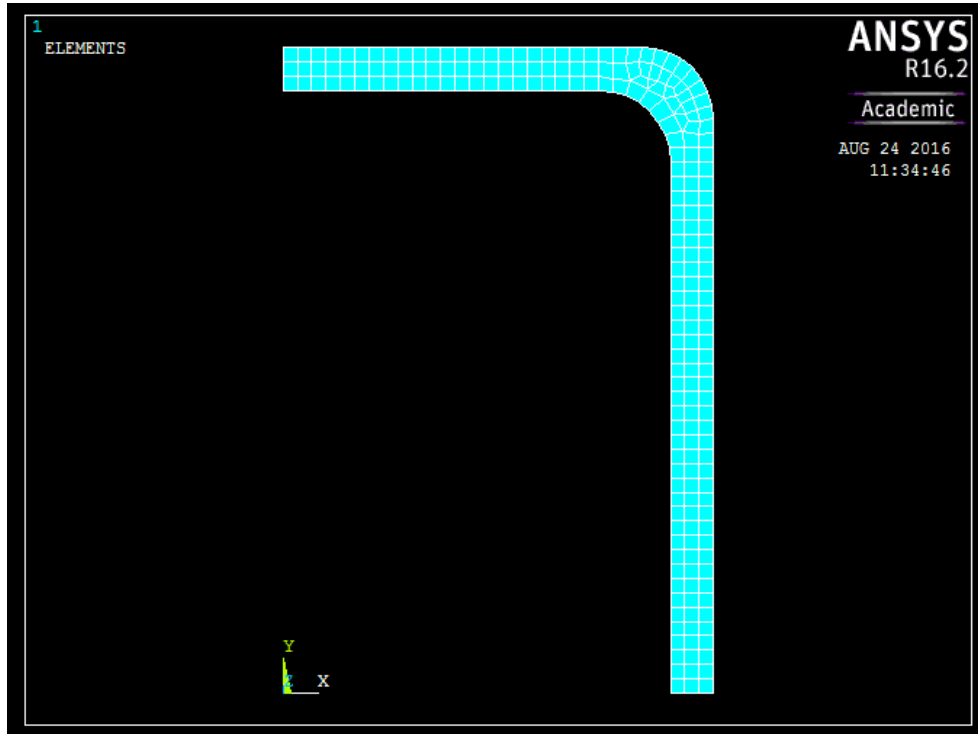
El modelo que se plantea es simétrico con respecto a los ejes (Axis simetric) por lo tanto se realiza el diseño de la cuarta parte de la tapa de tal manera que al realizar una revolución del modelo se aprecie el diseño completo; por ser un diseño en 2D se visualiza de la siguiente manera:



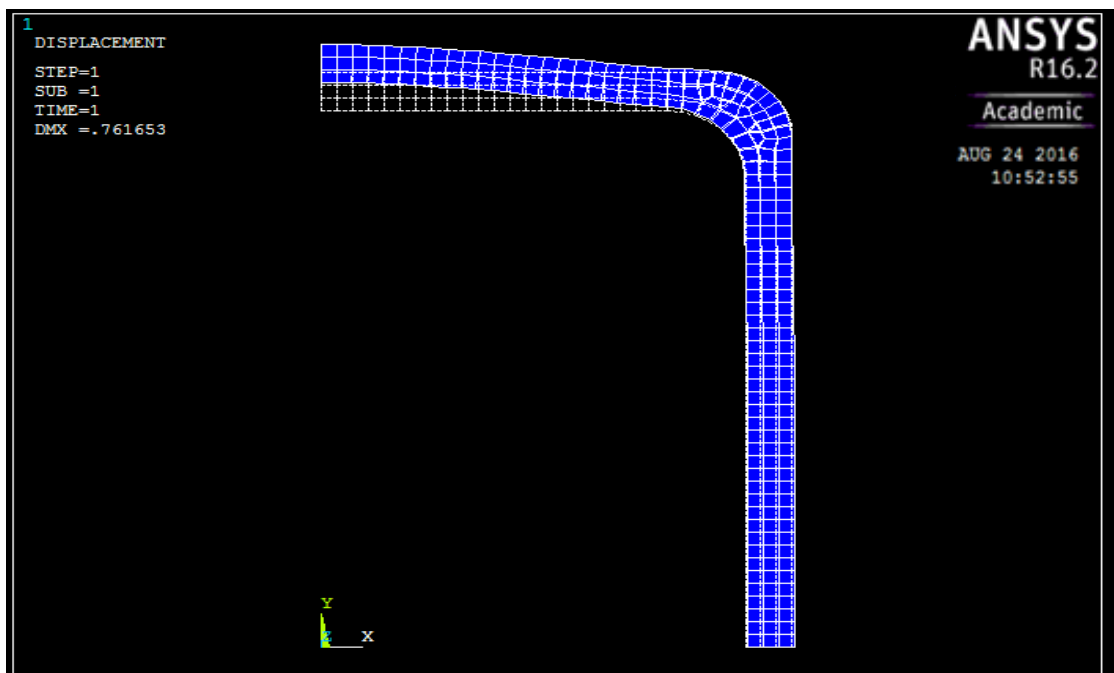
Una vez determinado el modelo a analizar se procede a delimitar las condiciones de frontera del modelo; es decir, los puntos fijos o apoyos que posea el modelo:



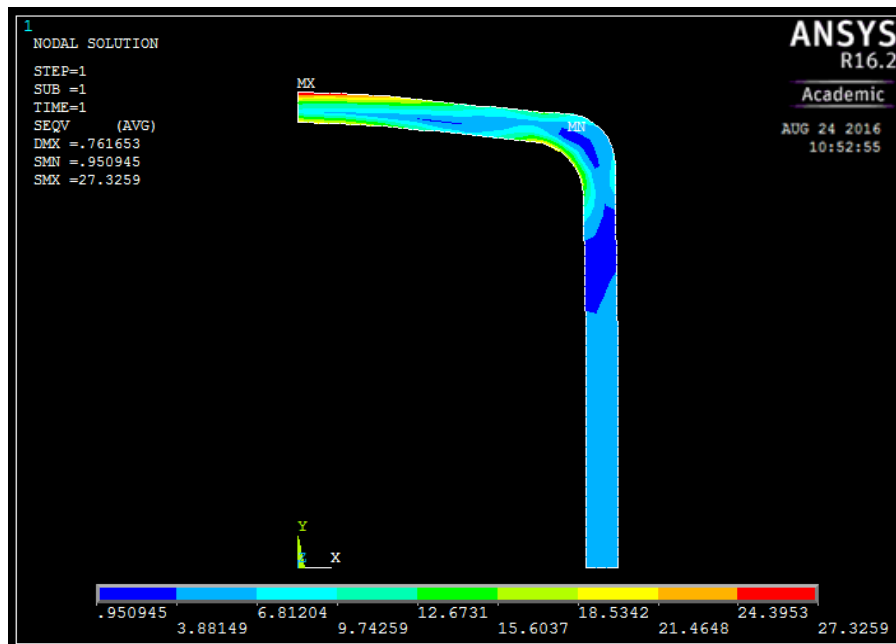
Como siguiente paso se procede a generar un mallado en el modelo para que de esta manera mediante el método de análisis por elementos finitos el software nos ayude a resolver todos los parámetros necesarios en nuestro modelo; de la siguiente manera:



Una vez realizado los pasos anteriores se procede a seleccionar el análisis al cual va a ser sometido el elemento; como primer resultado tenemos el análisis de deformación del elemento:



De la misma manera se somete a análisis el esfuerzo equivalente de Von Mises, obteniendo los siguientes resultados:



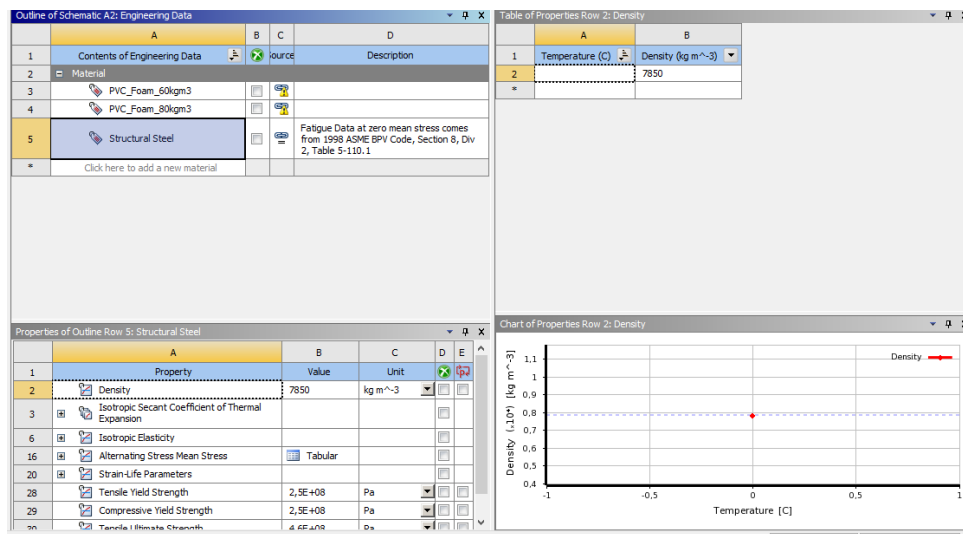
Valor de la presión del elemento.

File						
	287	2.5255	1.8429	1.4393	1.0862	0.95095
	288	2.3372	0.53321	-1.0951	3.4324	2.9738
	289	2.2997	0.87318	-0.51733	2.8170	2.4397
	290	2.7225	0.22176	0.51465E-01	2.6710	2.5901
	291	1.8997	-0.76731E-01	-0.14598	2.0457	2.0120
	292	2.6898	0.93408	0.20350	2.4863	2.2133
	293	2.4258	1.4292	1.0212	1.4046	1.2515
***** POST1 NODAL STRESS LISTING *****						
PowerGraphics Is Currently Enabled						
	LOAD STEP=	1	SUBSTEP=	1		
	TIME=	1.0000	LOAD CASE=	0		
	NODAL RESULTS ARE FOR MATERIAL 1					
	NODE	S1	S2	S3	SINT	SEQV
	MINIMUM VALUES					
	NODE	147	2	2	287	287
	VALUE	-0.45557	-18.200	-18.505	1.0862	0.95095
	MAXIMUM VALUES					
	NODE	1	1	172	1	1
	VALUE	24.604	24.374	2.5601	27.440	27.326

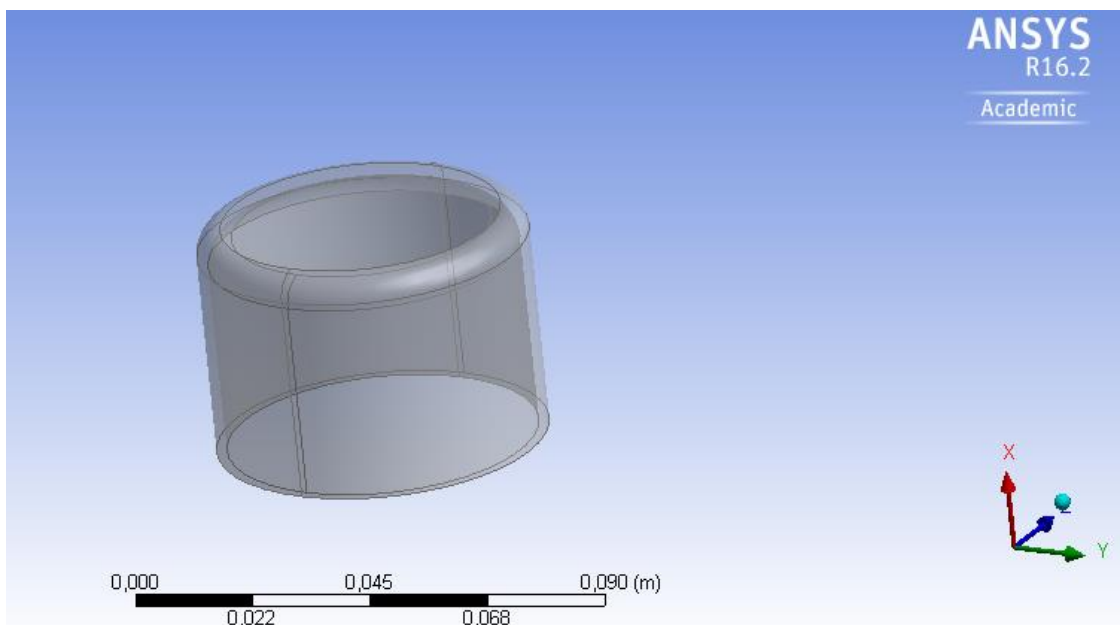
Deformación total del elemento con una presión de 60 PSI=0.413 MPa

De la misma manera se realiza el análisis mediante una extensión del programa realizando un modelo en 3D; para lo cual, se procede de una manera similar al análisis en 2D.

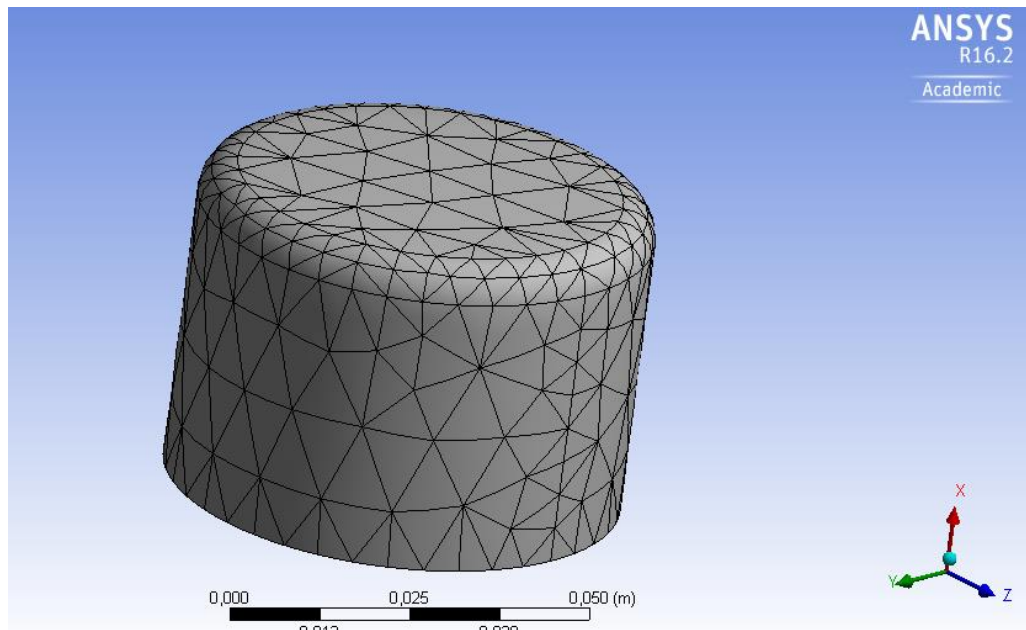
Primero determinamos las propiedades del material en el cual estamos realizando el análisis de la siguiente manera:



Luego realizamos la geometría; es decir, el modelo del cuerpo o sólido al cual vamos a analizar:

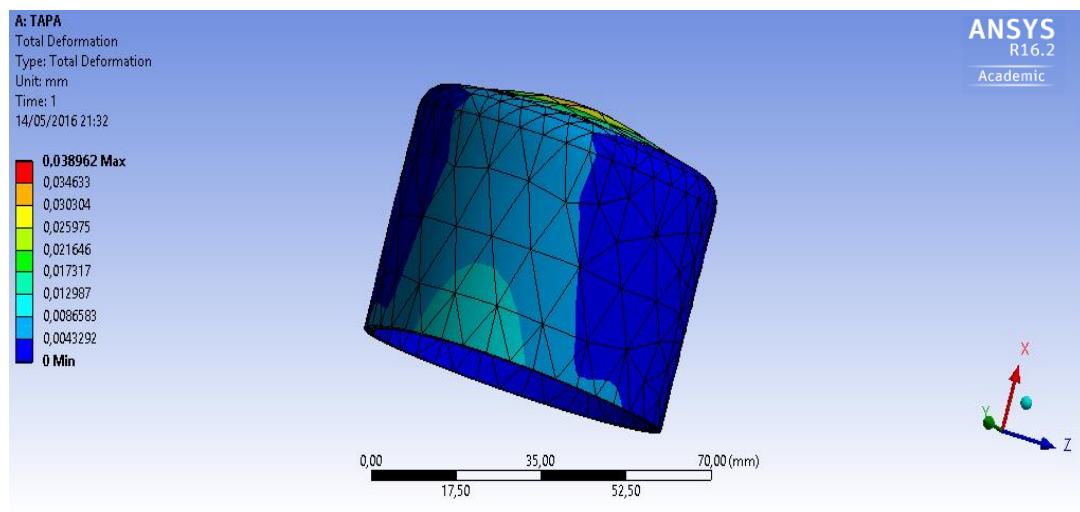


Una vez realizado el modelo se determina el tipo de mallado, por lo general un mallado fino en el cual no se denote irregularidades en el tamaño de los patrones; así:

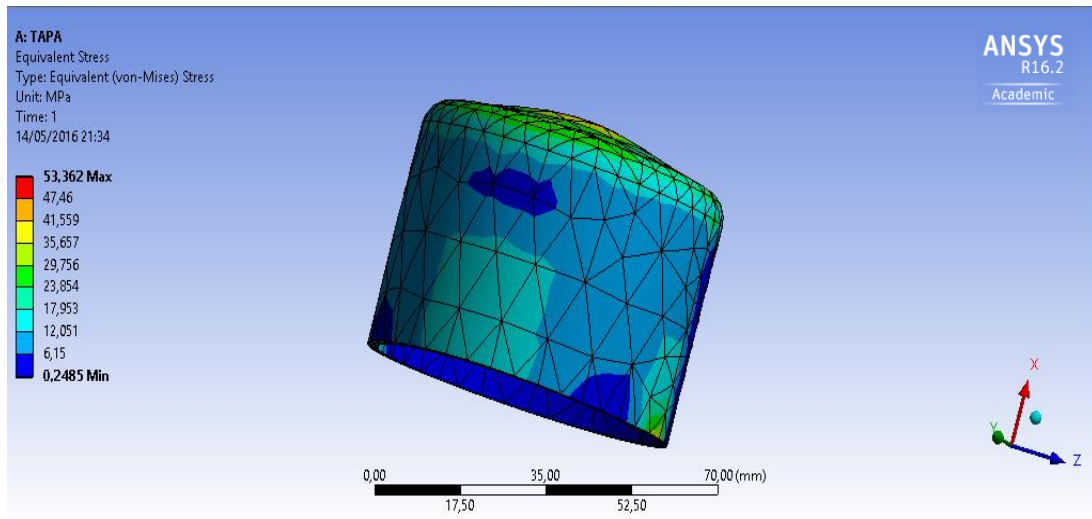


Luego de mallar el elemento se puede realizar los análisis para determinar los parámetros necesarios para nuestro diseño.

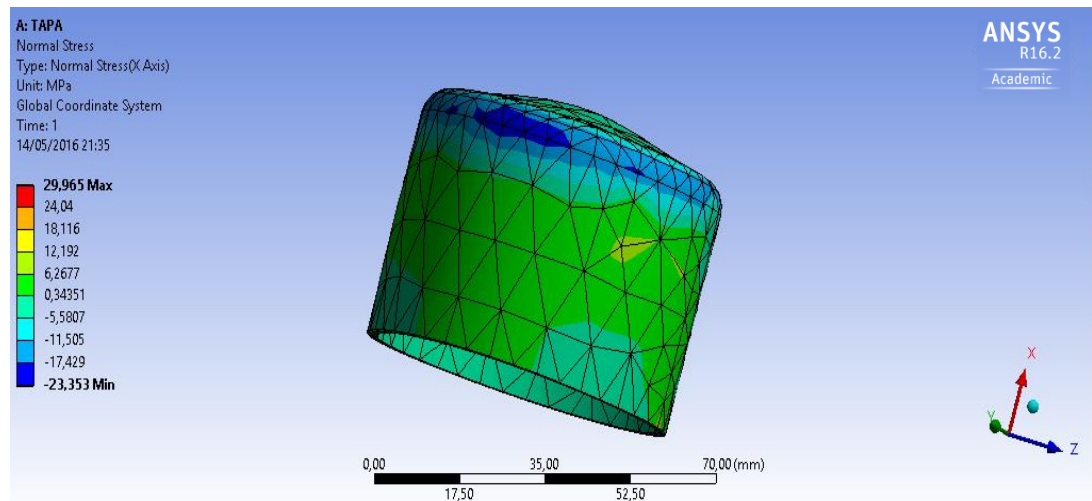
Deformación total del elemento con una presión de 90 PSI=0.6205 MPa



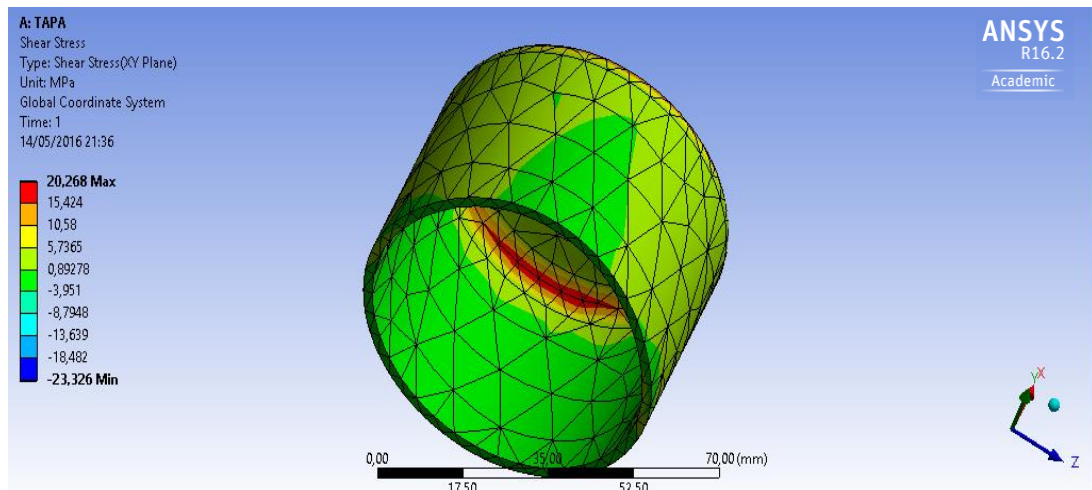
Esfuerzo equivalente de Von Mises



Esfuerzo máximo de deformación esfuerzo axial

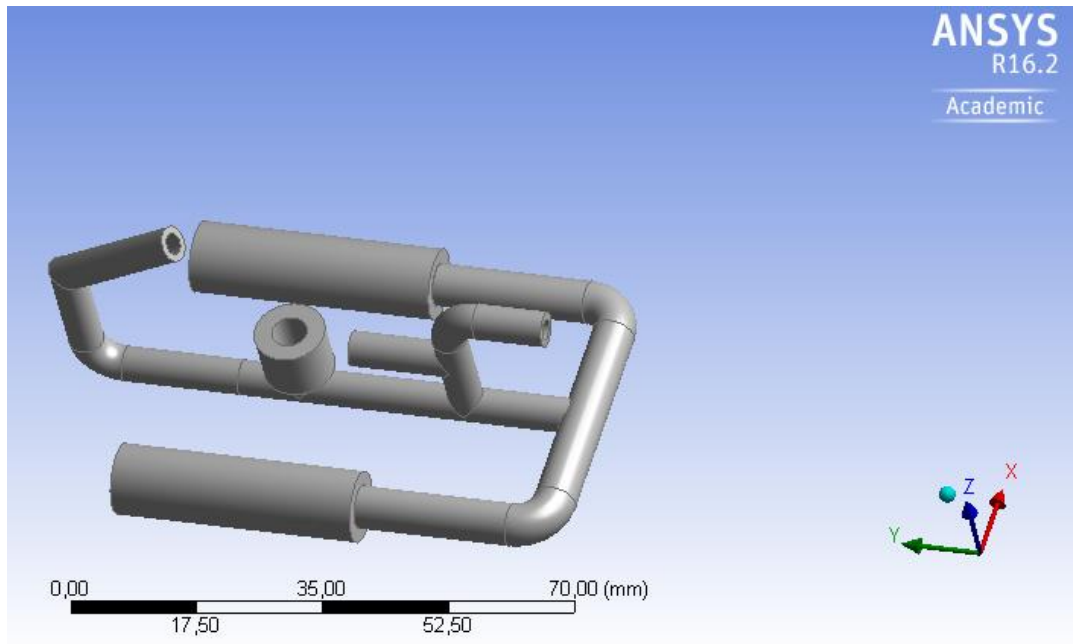


Esfuerzo radial de deformación

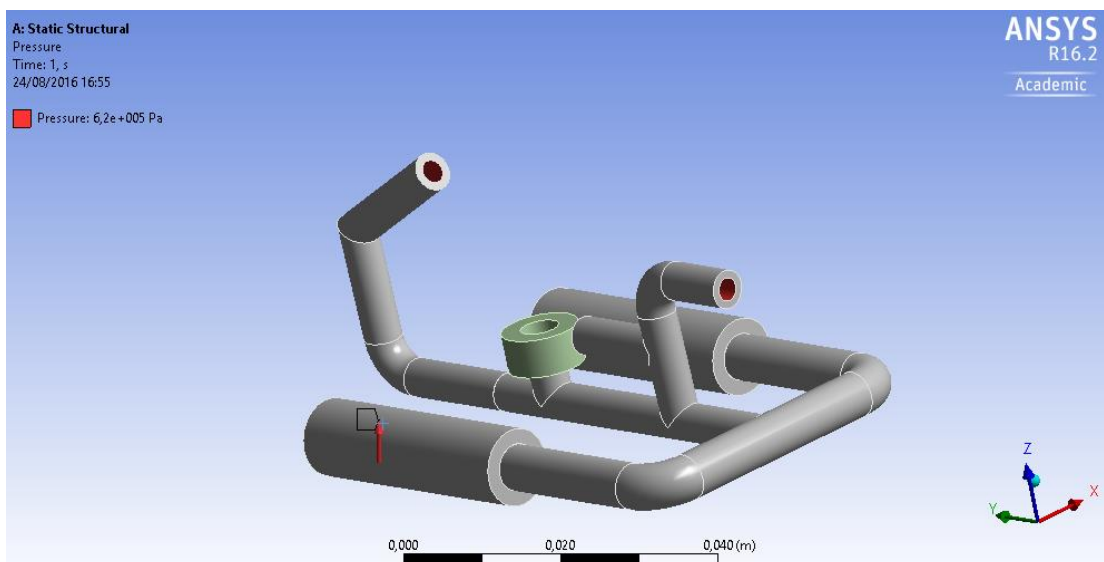


3.6 Análisis de esfuerzos de todo el sistema neumático.

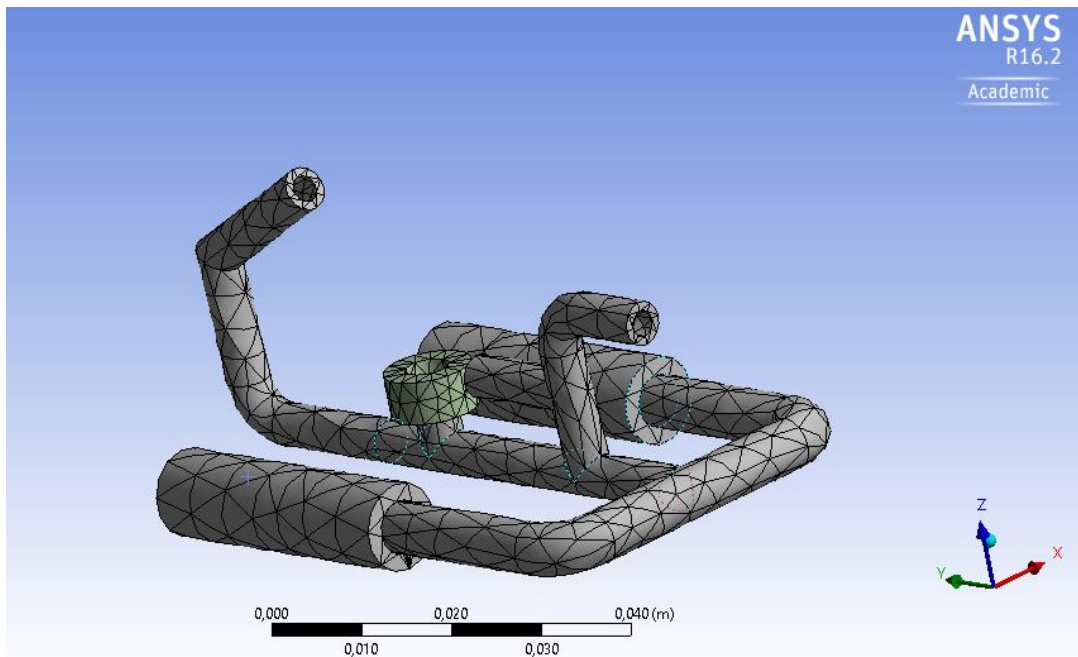
Al realizar el análisis del comportamiento de todo el sistema se puede determinar los esfuerzos a los que está sometido el conjunto; para lo cual se procede de la misma manera generando el modelo que se va a analizar:



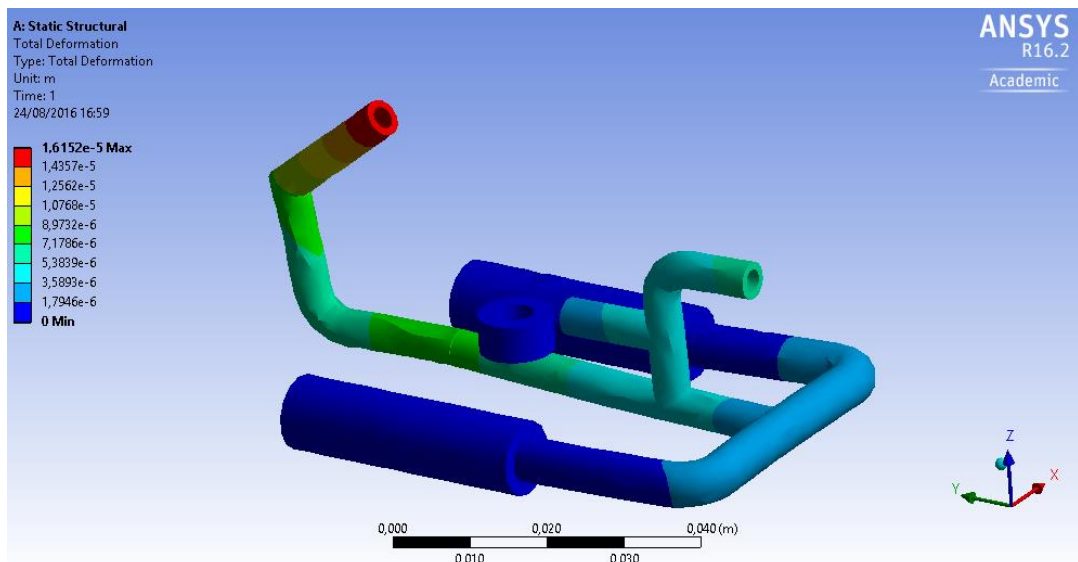
Sometemos al sistema a una presión a manera de simular el trabajo normal de la máquina:



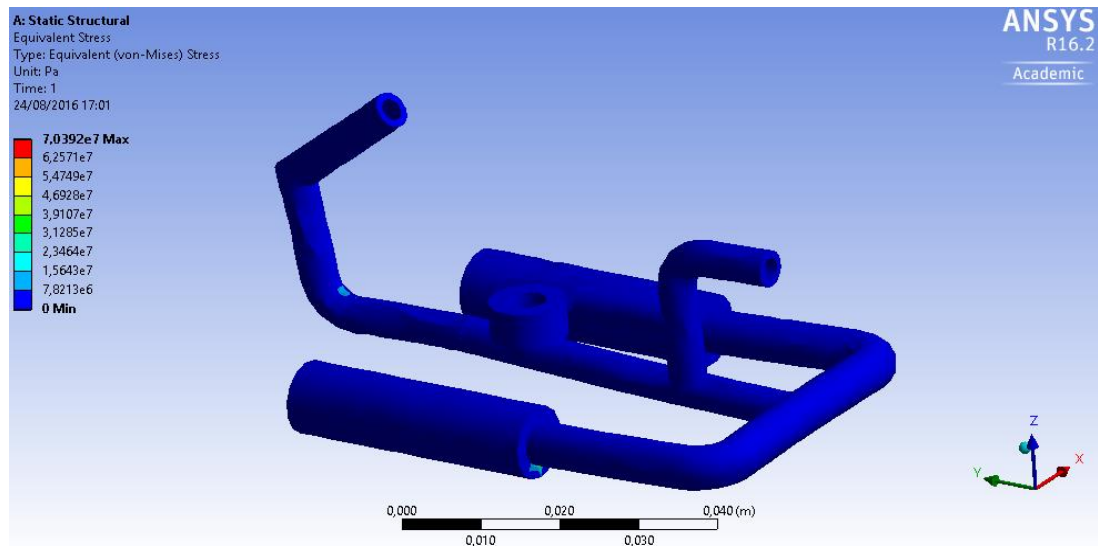
Definimos el mallado que nos va a ayudar a encontrar la solución de nuestro circuito neumático.



Como resultados obtenemos los parámetros necesarios para nuestro diseño, en este caso obtenemos el esfuerzo total de deformación siendo el valor máximo 0,01652mm



Obtenemos el esfuerzo equivalente de Von Mises siendo el valor máximo de 70,392Mpa.

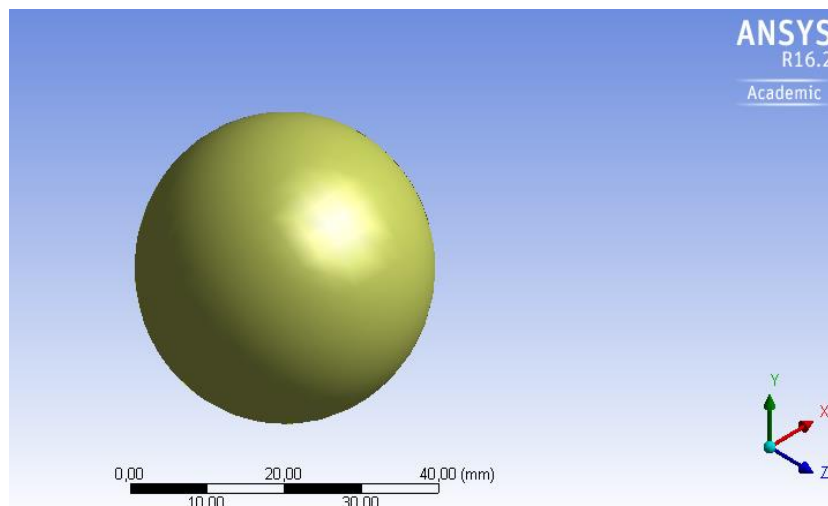


3.7 Análisis aerodinámico de la pelota en contacto con el aire

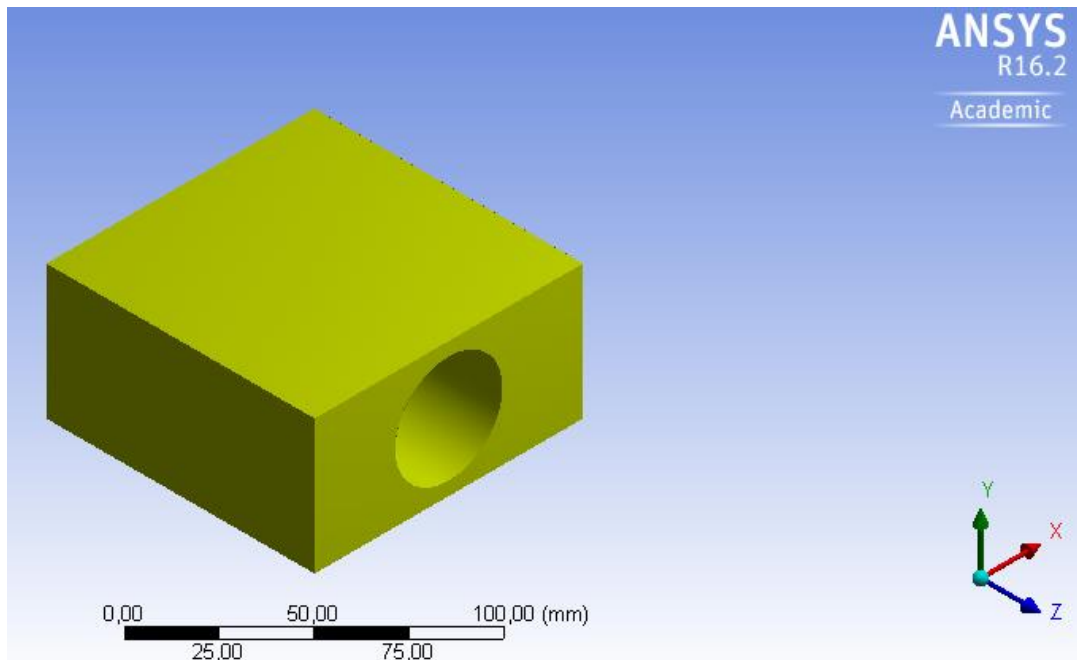
Una vez realizado el análisis dinámico despreciando la fricción que tiene la pelota al desplazarse en el aire, sometemos a un análisis más real tomando en cuenta la velocidad del aire y la fricción que éste ejerce sobre la pelota.

Para ello se lleva a cabo un análisis en la extensión del programa Ansys Fluid Flow; en donde primero al igual que en análisis anteriores se empieza graficando la geometría a analizar.

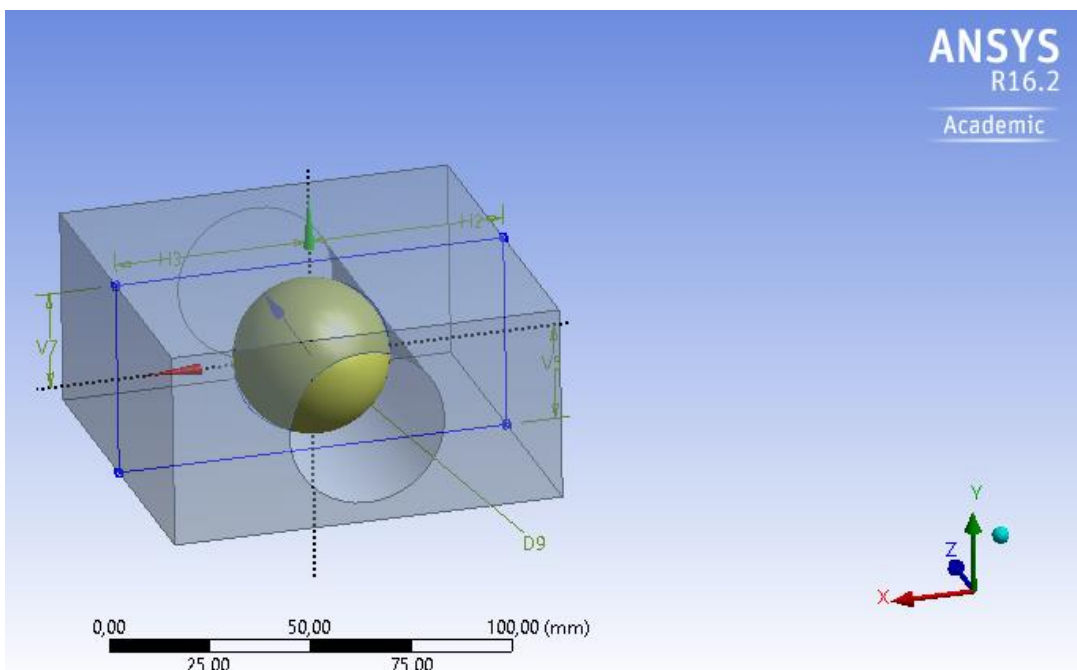
Por lo que se grafica la pelota y se asume las propiedades del material:



Luego mediante la teoría del volumen de control se dibuja un volumen de aire el cual nos va a servir para realizar la simulación aerodinámica:

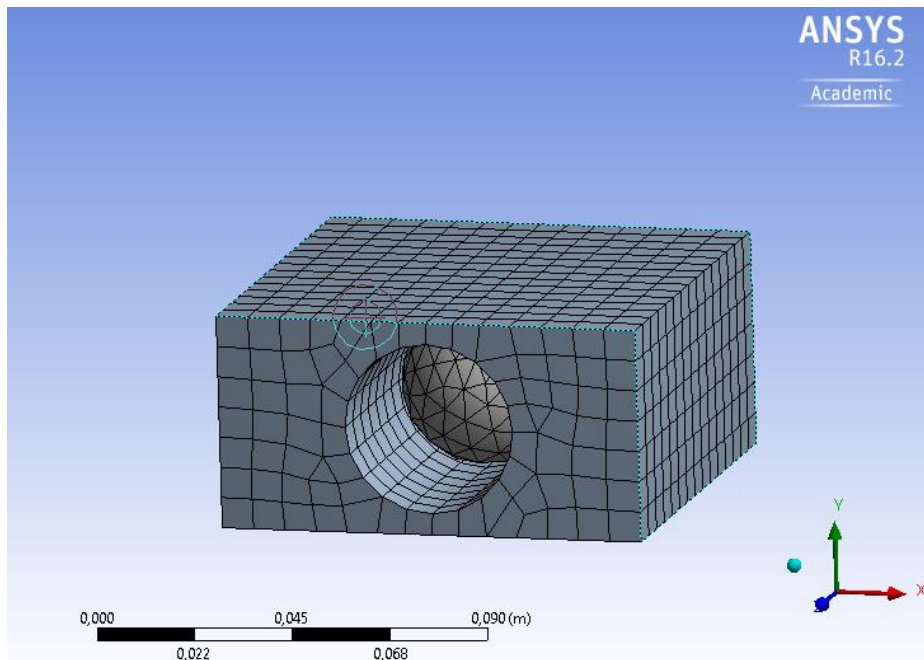


De esta manera al interponer los dos cuerpos generados se simula el contacto de la pelota con la masa de aire de esta manera:



Después se genera el mallado que ayudará a realizar el análisis aerodinámico, de igual manera que los anteriores análisis se asume un mallado uniforme; es decir, se

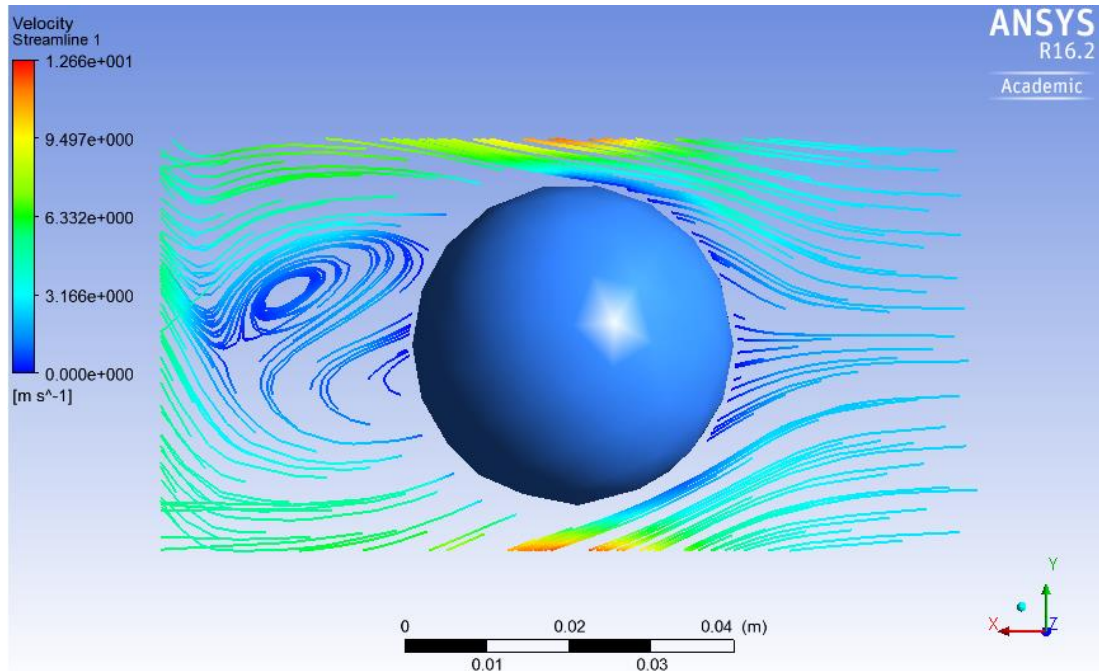
genera un mallado refinado en el cual se denote uniformidad en las figuras generadas por el mallado:



Una vez definida las geometrías y el mallado, se determina las condiciones a las cuales va a realizar el análisis, para lo cual primero se define la velocidad del aire; según bibliografías en la ciudad de Ambato existe una velocidad promedio de 2 a 6 m/s.

Al realizar las pruebas en campo se determinó que el viento tenía una velocidad de 5 m/s mediante una información de internet; por lo cual se utiliza esa velocidad para el análisis; también, se asigna a la pelota una presión de salida del cañón de 60 PSI (presión calculada mediante ecuaciones de tiro parabólico), de esta manera se analiza el modelo sometiéndolo a condiciones reales.

Una vez realizado el análisis se obtiene como resultado una velocidad de desplazamiento de la pelota en contra del viento de 12.66 m/s como se puede ver en la imagen:



Con la velocidad de la pelota y con la ayuda de las ecuaciones de tiro parabólico se determina la longitud de desplazamiento máxima de la pelota:

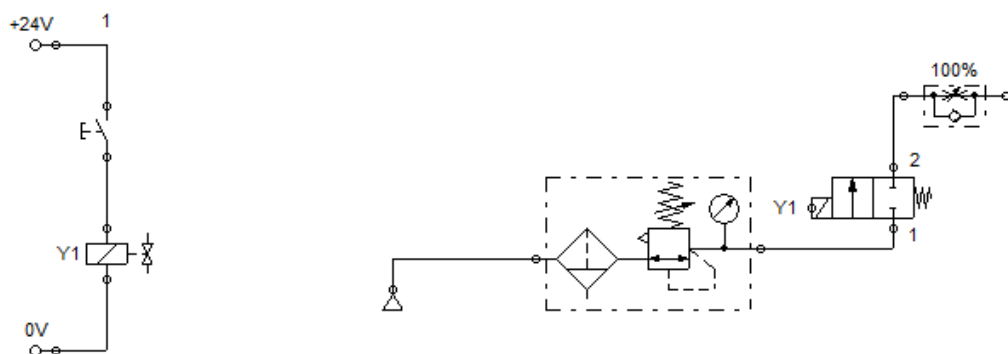
Presión (PSI)	Velocidad	tiempo	longitud
10	1,16	0,1674	0,1375
20	3,45	0,4969	1,2109
30	5,73	0,8263	3,3492
40	8,02	1,1558	6,5523
50	10,30	1,4852	10,8202
60	12,59	1,8147	16,1529
70	14,88	2,1442	22,5505
80	17,16	2,4736	30,0129
90	19,45	2,8031	38,5401
100	21,73	3,1325	48,1321
110	24,02	3,4620	58,7890
120	26,30	3,7915	70,5106

Una vez realizado el análisis se compara con los datos obtenidos experimentalmente dando como resultado:

Presión (PSI)	longitud real alcanzada (m)	longitud según el análisis (m)	Porcentaje de error entre
10	0,1	0,14	5%
20	1,1	1,21	9%
30	3,2	3,35	4%
40	6,4	6,55	2%
50	9,9	10,82	9%
60	16,0	16,15	1%
70	22,1	22,55	2%
80	29,3	30,01	2%
90	37,2	38,54	3%
100	46,6	48,13	3%
110	58,3	58,79	1%
120	69,8	70,51	1%

3.8 Selección de la válvula de control:

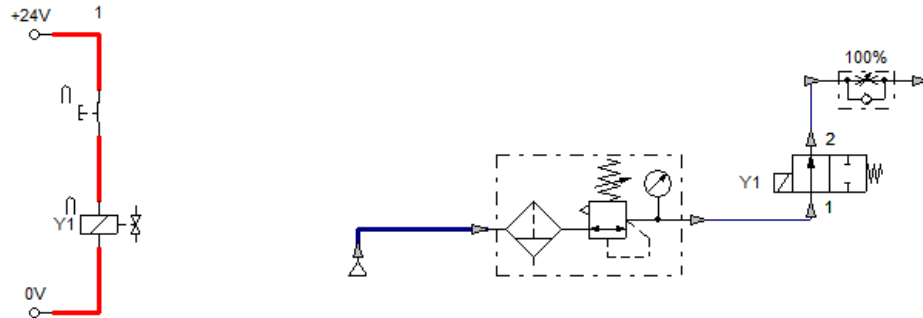
Para selección de la válvula de control, es necesario analizar el circuito neumático, ya que se deberá conseguir una válvula que se ajuste a los requerimientos necesarios y sobre todo a los parámetros de funcionamiento correctos para obtener buenos resultados.



Como se puede observar en el estado inicial del circuito de control mediante una fuente eléctrica se distribuye el voltaje de control con la ayuda de un pulsador el cual procederá a energizar la bobina del solenoide de la válvula neumática; por otro lado en el circuito neumático la unidad de mantenimiento ayuda a tratar el aire que se obtiene del compresor, separando el condensado que se genera en el proceso de

compresión, para posteriormente ser purgado con el accionamiento de la válvula de purga.

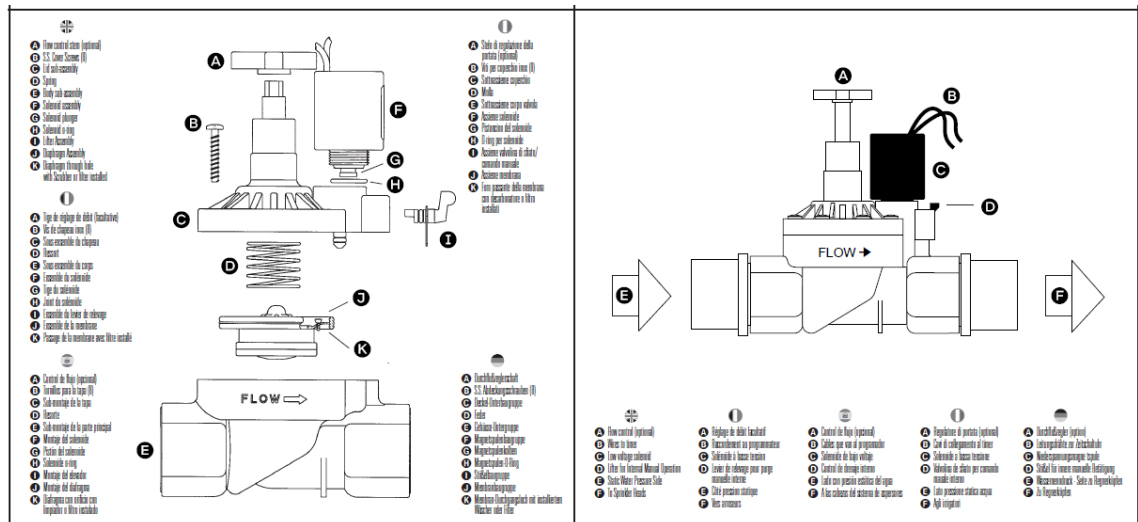
El aire llega al circuito y es acumulado hasta cuando el pulsador o detonador es accionado liberando la carga de aire del sistema y pasando por la válvula reguladora de presión en la cual se disminuye la presión y se aumenta la velocidad; así:



Como se puede observar en el estado final del circuito de control, el voltaje de control excitó al solenoide de la válvula y permitió el paso del aire a lo largo del circuito neumático.

Con la ayuda de los diagramas de control y neumático se determina el uso de una válvula reguladora de presión pilotada eléctricamente con un voltaje de 9 a 24 Voltios.

Mediante la utilización de un catálogo ubicado en el anexo se selecciona una válvula reguladora de presión pilotada mediante un solenoide de 12 a 24 voltios.



3.9 Presupuesto

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
1	Recopilación de información	50
2	Internet	100
3	Copias	50
4	Transporte y servicios de entrega	100
5	Impresiones	60
6	Costos varios	50
7	Tuberías de pvc	75
8	Accesorios de pvc	50
9	Válvula solenoide	250
10	Pega para unir tubería	45
11	Baterías Recargables	6
12	Mano de obra	150
TOTAL		986

CAPÍTULO 4 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.

- Se asume un proceso de expansión de aire al momento de detonar el disparador que da apertura a la válvula por lo cual se utilizan las ecuaciones de gas ideal y de expansión de gases.
- Se obtiene que con una presión de 60 PSI mediante un análisis dinámico una longitud máxima de tiro de 19,16 m; la cancha de tenis tiene una longitud de 23,77 m por lo tanto al realizar el disparo de extremo a extremo se simula un servicio de saque.
- Al variar la presión del aire de alimentación al disparador, se logra controlar la longitud del disparo, siendo directamente proporcional la relación de tal manera que a mayor presión de suministro se obtiene una longitud mayor de desplazamiento de la pelota.
- Se determina los parámetros de diseño mediante el uso de un software especializado en su versión estudiantil.
- Los parámetros climáticos necesarios para los cálculos se obtienen de aplicaciones móviles gratuitas.
- De acuerdo a la tapa seleccionada mediante catalogo se realiza el análisis de diseño y se obtiene un esfuerzo radial de 0,62MPa y una deformación máxima de 0,038962mm.
- Una vez simulado el circuito neumático y sometido a la presión de trabajo se determina con la ayuda de un software una deformación máxima de 0,01652mm y un esfuerzo equivalente máximo de 70, 392 MPa.
- Se realiza la simulación aerodinámica de la pelota al desplazarse por el viento asumiendo una dirección opuesta al mismo; con la presión de 60 MPa y una velocidad del viento de 5m/s se obtiene una velocidad de desplazamiento de la pelota de 12,59m/s.
- Para el circuito de control se selecciona una válvula reguladora de presión con un pilotaje de 12 a 24 Voltios con la ayuda de catálogos.
- Para la alimentación del Voltaje s utiliza una batería recargable que va en el interior del disparador o detonador y suministra corriente de mando al solenoide que activa a la válvula neumática.

- Una vez realizada la prueba real en el modelo y realizada la comparación con los resultados obtenidos mediante los cálculos, se errores relativamente bajos siendo el máximo un 9% y un mínimo del 1%.

4.2 Recomendaciones

- Utilizar una unidad de mantenimiento a la salida del compresor para que se pueda regular el suministro de aire al equipo, para que de esta manera la longitud de tiro se pueda variar.
- Seleccionar materiales que no tengan dificultad en su obtención ya que pone en riesgo el desarrollo del proyecto y generan pérdida de tiempo.
- Usar materiales ligeros que faciliten el transporte y manejo del equipo para generar un alto grado de interés en el usuario.
- Emplear pegamento que garantice la hermeticidad de las juntas para evitar fugas ya que se altera demasiado los resultados.
- Seleccionar correctamente la tubería para evitar la holgura entre la pelota y el tubo para que no exista pérdida de flujo de aire entre estos dos.

4.3 Bibliografía

- [1] Massa, Julio; Alejandro Giudici, Compendio de Cálculo Estructural II, México: PV Publishing Inc, 2015.
- [2] J. Á. V. Risueño, de *Guía docente para la enseñanza del Tenis en la Educación Física*, México, DidactyTab, 2014, p. 235.
- [3] International Tennis Federation, «ITF,» 15 01 2016. [En línea]. Available: <http://www.itftennis.com/>. [Último acceso: 03 01 2016].
- [4] I. T. Federation, «itftennis,» 07 05 2015. [En línea]. Available: www.itftennis.com.
- [5] W. Palmer, Cálculo 2, México, 2005.

- [6] C. E. Mindivil, «Universidad Nacional del Nordeste,» 2012. [En línea]. Available: <http://redbiblio.unne.edu.ar/>.
- [7] Plastigama, Tuberías y accesorios de PVC y PE BD para uso agrícola, 2015.
- [8] S. Cabrera, Guía de módulo Neumática y Oleohidráulica, Ambato, 2013.
- [9] CLA-VAL, Manual de válvulas de solenoide, California, 2013.
- [10] Imcosa, «Imcosamex,» Imcosamex, 20 08 2015. [En línea]. Available: <http://www.imcosamex.com/tag/valvulas-solenoide-linea-emerson/>.

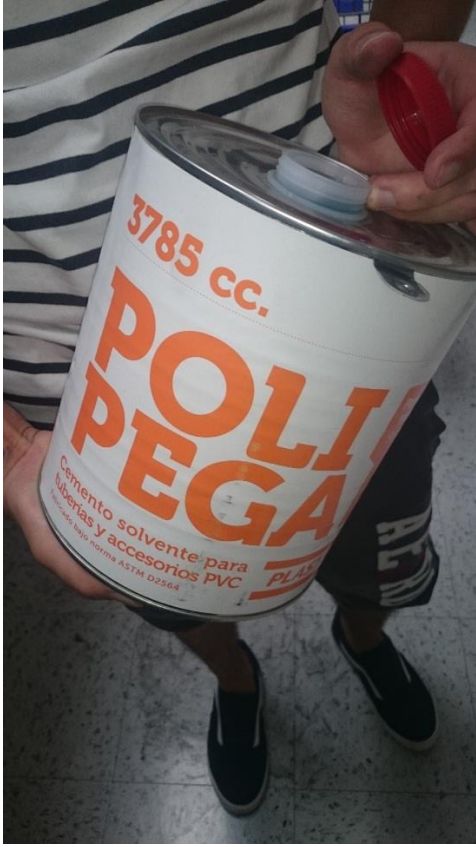
ANEXOS

Proceso de construcción.



















Tolerancias para el diámetro exterior medio y ovalamiento.

Tabla 2. Tolerancias y ovalamiento para diámetro exterior medio [7]

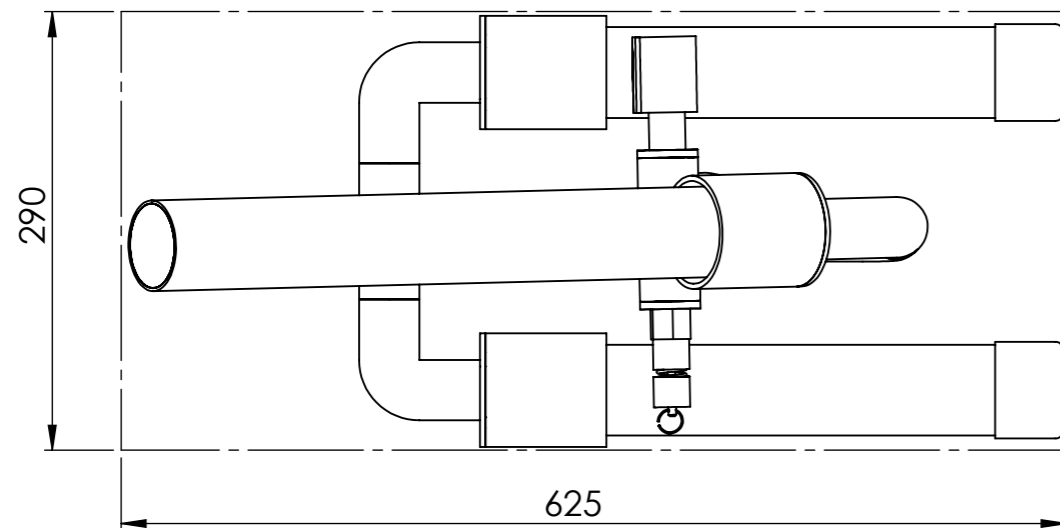
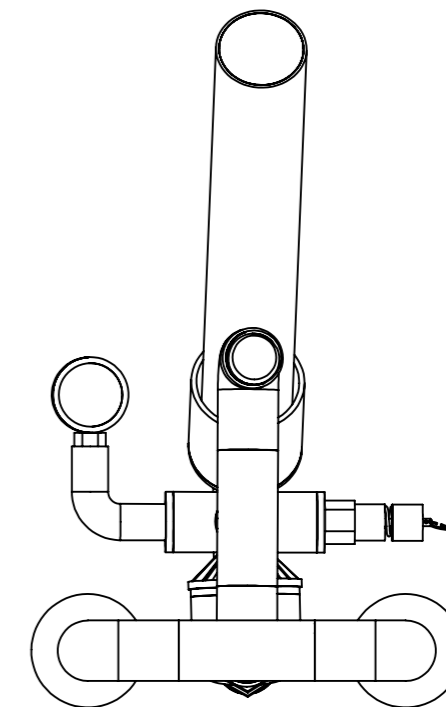
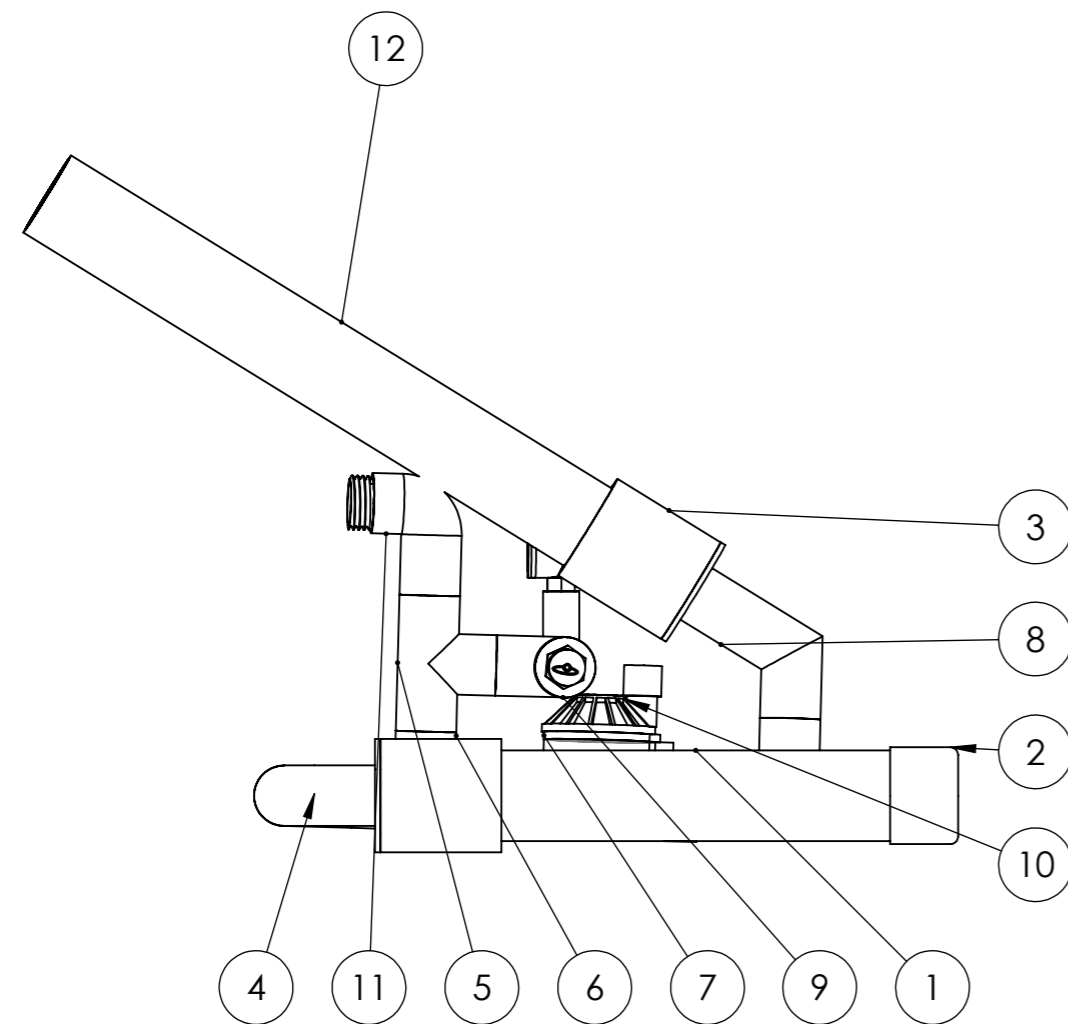
Diametro nominal (DN) mm	Tolerancia de diámetro exterior medio (X) mm	Ovalamiento mm
10	+0,3	+1,2
12	+0,3	+1,2
16	+0,3	+1,2
20	+0,3	+1,2
25	+0,3	+1,2
32	+0,3	+1,3
40	+0,3	+1,4
50	+0,3	+1,4
63	+0,3	+1,5
75	+0,3	+1,6
90	+0,3	+1,8
110	+0,4	+2,2
125	+0,4	+2,5
140	+0,5	+2,8
160	+0,5	+3,2
180	+0,6	+3,6
200	+0,6	+4,0
225	+0,7	+4,5
250	+0,8	+5,0
280	+0,9	+6,8
315	+1,0	+7,6
355	+1,1	+8,6
400	+1,2	+9,6
450	+1,4	+10,8
500	+1,5	+12,0
560	+1,7	+13,5
630	+1,9	+15,2
710	+2,0	+17,1
800	+2,0	+19,2
900	+2,0	+21,6
1000	+2,0	+24,0

NOTA 1: La tolerancia de ovalamiento no aplica a tubos de las series S 25 (PN 0,5 MPa) , S 20 (PN 0,63 MPa) y S 16 (PN 0,8 MPa)

Espesores nominales, e (mm)

Tabla 3 Espesores nominales. [7]

Diámetro Nominal D (mm)	Serie del tubo S									
	25	20	16	12,5	10,0	8	6,3	5	4	3,2
	Presión Nominal P (MPa)									
	0,5	0,63	0,8	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4,0
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4
12	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,7
16	-	-	-	-	-	-	-	1,5	1,8	2,2
20	-	-	-	-	-	-	1,5	1,9	2,3	2,8
25	-	-	-	-	-	1,5	1,9	2,3	2,8	3,5
32	-	-	-	-	1,6	1,9	2,4	2,9	3,6	4,4
40	-	-	-	1,6	1,9	2,4	3	3,7	4,5	5,5
50	-	-	1,6	2,0	2,4	3,0	3,7	4,6	5,6	6,9
63	-	1,6	2,0	2,5	3,0	3,8	4,7	5,8	7,1	8,6
75	1,5	1,9	2,3	2,9	3,6	4,5	5,6	6,8	8,4	10,3
90	1,8	2,2	2,8	3,5	4,3	5,4	6,7	8,2	10,1	12,3
110	2,2	2,7	3,4	4,2	5,3	6,6	8,1	10,0	12,3	15,1
125	2,5	3,1	3,9	4,8	6,0	7,4	9,2	11,4	14,0	17,1
140	2,8	3,5	4,3	5,4	6,7	8,3	10,3	12,7	15,7	19,2
160	3,2	4,0	4,9	6,2	7,7	9,5	11,8	14,6	17,9	21,9
180	3,6	4,4	5,5	6,9	8,6	10,7	13,3	16,4	20,1	24,6
200	3,9	4,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,7	18,2	22,4	27,4
225	4,4	5,5	6,9	8,6	10,8	13,4	16,6	20,5	25,2	-
250	4,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,8	18,4	22,7	27,9	-
280	5,6	6,9	8,6	10,7	13,4	16,6	20,6	25,4	-	-
315	6,3	7,7	9,7	12,1	15,0	18,7	23,2	28,6	-	-
355	7,0	8,7	10,9	13,6	16,9	21,1	26,1	-	-	-
400	7,9	9,8	12,3	15,3	19,1	23,7	29,4	-	-	-
450	8,8	11,0	13,8	17,2	21,5	26,7	33,1	-	-	-
500	9,8	12,3	15,3	19,1	23,9	29,7	36,8	-	-	-
560	11,0	13,7	17,2	21,4	26,7	33,2	-	-	-	-
630	12,3	15,4	19,3	24,1	30,0	37,4	-	-	-	-
710	13,9	17,4	21,8	27,2	33,9	-	-	-	-	-
800	15,7	19,6	24,5	30,6	-	-	-	-	-	-
900	17,6	22,0	27,6	-	-	-	-	-	-	-
1000	19,6	24,5	30,6	-	-	-	-	-	-	-



14	VÁLVULA ALIVIADORA	N/A		14		1	ADQUIRIDO
13	MANOMETRO	N/A		13		1	ADQUIRIDO
12	ACOPLE LANZADOR	ROSCA METRICA ISO	PVC Rígido	12	255.89	1	
11	PARTE TIPO CODO H-M	ROSCA METRICA ISO	PVC Rígido	11	34.98	1	
10	TAPA VÁLVULA	N/A		10		1	ADQUIRIDO
9	PARTE TIPO T VÁLVULA	ROSCA METRICA ISO	PVC Rígido	9	53.20	1	
8	ACOPLE ANGULAR 45°	ROSCA METRICA ISO	PVC Rígido	8	48.66	1	
7	BASE VÁLVULA	N/A		7		1	ADQUIRIDO
6	PARTE TIPO T H2	ROSCA METRICA ISO	PVC Rígido	6	28.72	1	
5	PARTE TIPO T M1	ROSCA METRICA ISO	PVC Rígido	5	58.65	2	
4	PARTE TIPO CODO M 1	ROSCA METRICA ISO	PVC Rígido	4	54.55	3	
3	TAPA ACOPLE LANZADOR	CPE INEN	PVC Rígido	3	127.82	3	
2	TAPA TIPO A SMALL	CPE INEN	PVC Rígido	2	30.05	2	
1	PARTE TANQUE LATERAL DRE	CPE INEN	PVC Rígido	1	184.24	2	
N.º DE PIEZA	DENOMINACIÓN	Nº de Norma/Dibujo	MATERIAL	Nº de orden	peso gr	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN

TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:			
±1		gr					
FECHA		NOMBRE		TÍTULO:			ESCALA:
DIBUJO: 23/04/2016		POZO P.		LANZADOR ENSAMBLADO			1:5
REVISO: 07/10/2016		ING. LOPEZ G.					
APROBO: 07/10/2016		ING. LOPEZ G.					
U.T.A.				N.º DE LAMINA		REGISTRO:	
INGENIERIA MECANICA				HOJA 1 DE 10			
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:			

1

2

3

4

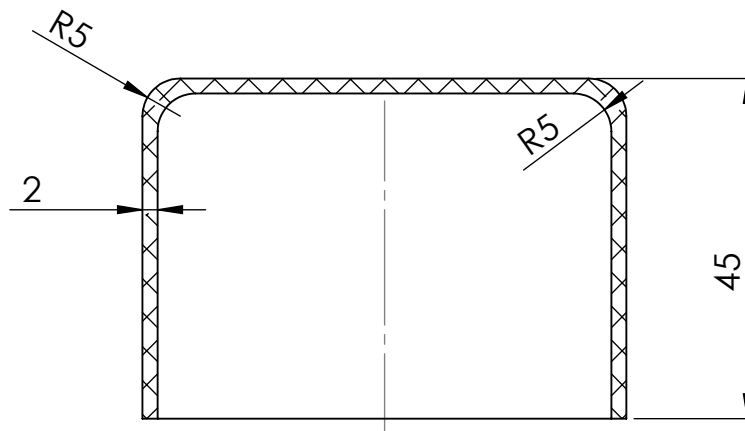
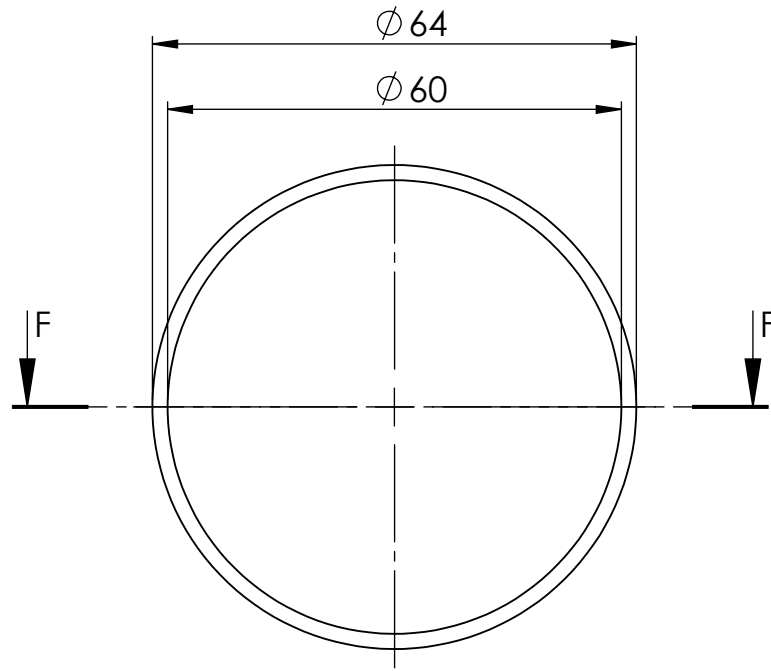
A

B

C

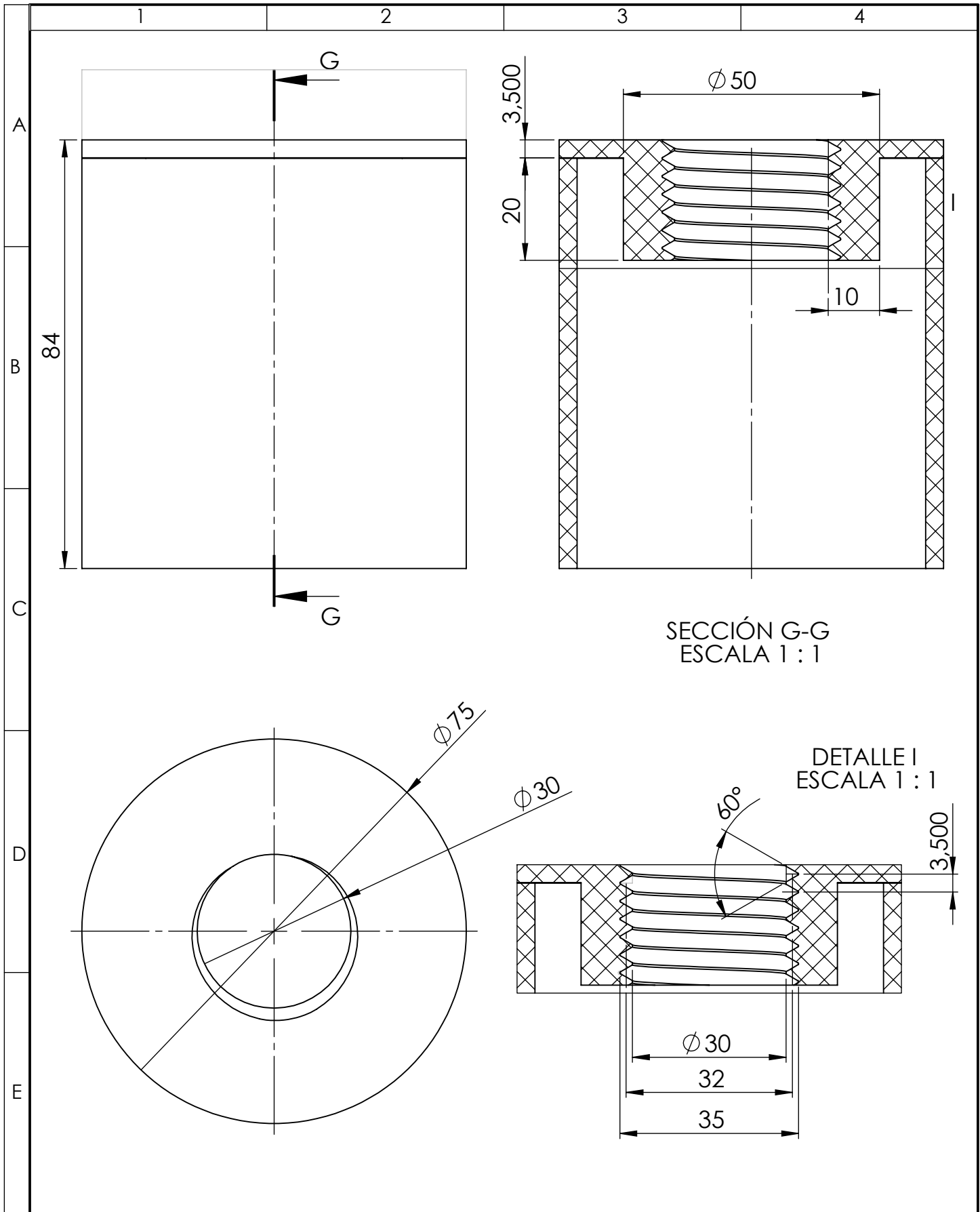
D

E



SECCIÓN F-F
ESCALA 1 : 1

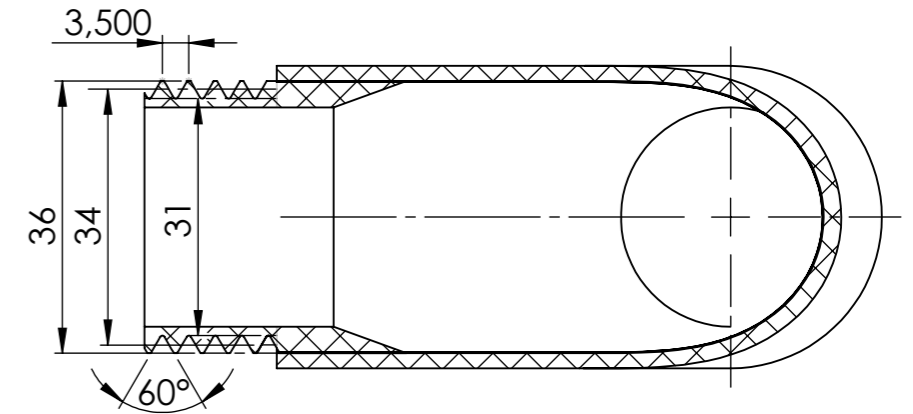
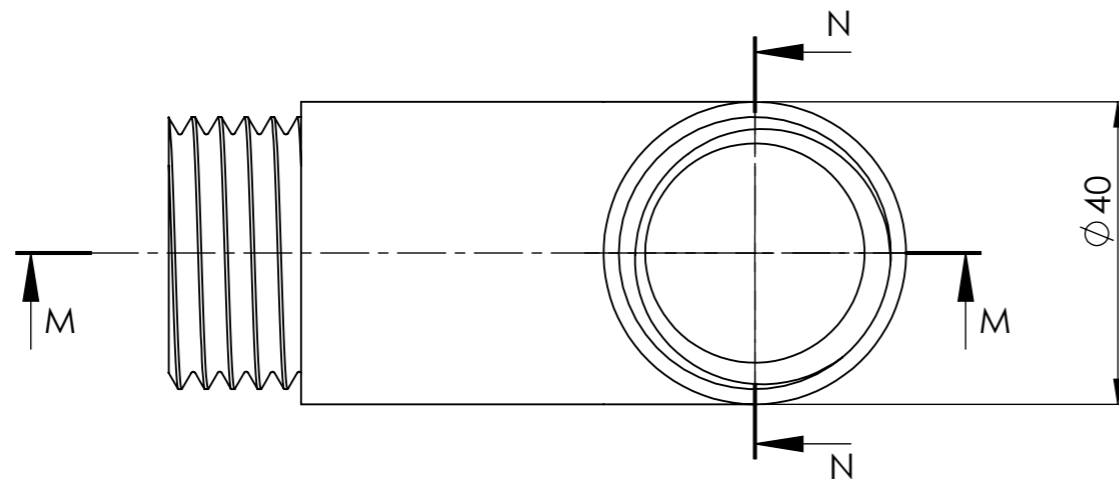
				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 30.05 gr	MATERIAL: PVC Rígido	
						TÍTULO: TAPA TIPO A SMALL	ESCALA: 1;1
				DIBUJO: 23/04/2016	POZO P.		
				REVISO: 07/10/2016	ING.LOPEZ G.		
				APROBO: 07/10/2016	ING.LOPEZ G.		
				U.T.A.		N.º DE LAMINA HOJA 3 DE 10	REGISTRO:
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	INGENIERIA MECANICA		SUSTITUCION:	



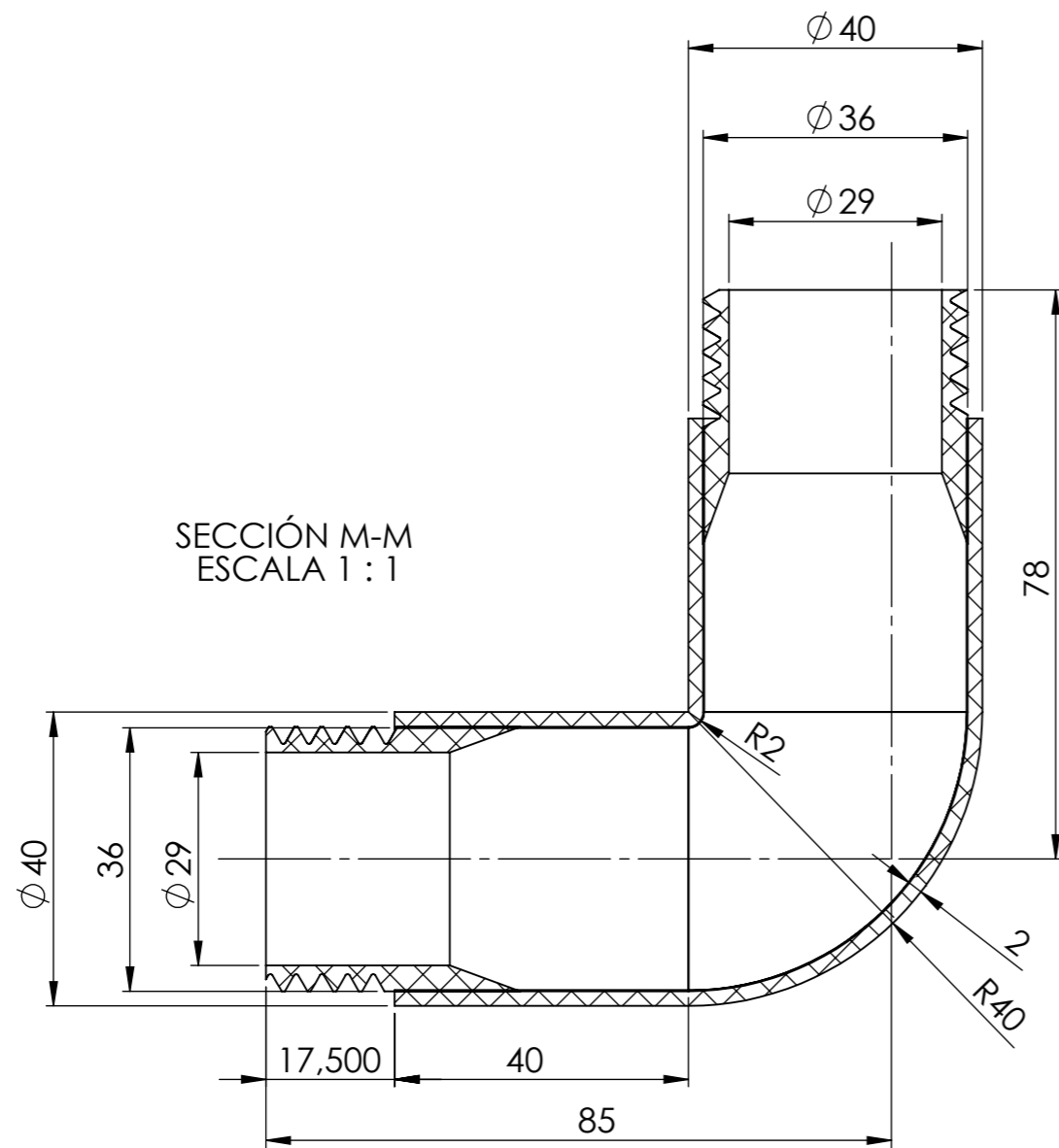
SECCIÓN G-G
ESCALA 1 : 1

DETALLE I
ESCALA 1 : 1

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±1	127.82 gr	PVC Rígido	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJO: 23/04/2016	POZO P.	TAPA ACOPLÉ LANZADOR	1:1
				REVISO: 07/10/2016	ING. LOPEZ G.		
				APROBO: 07/10/2016	ING. LOPEZ G.		
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
						HOJA 4 DE 10	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:			

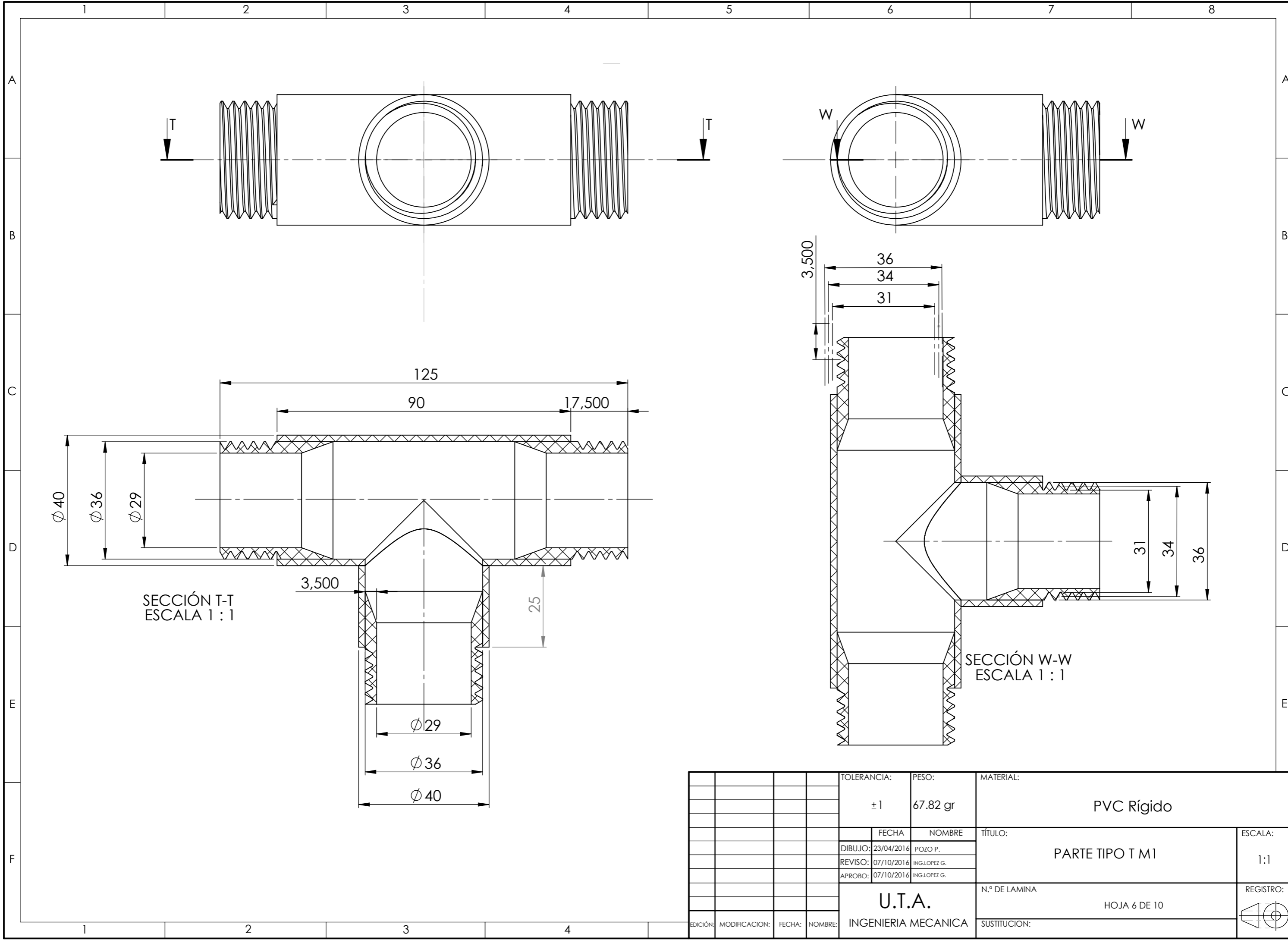


SECCIÓN N-N
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN M-M
ESCALA 1 : 1

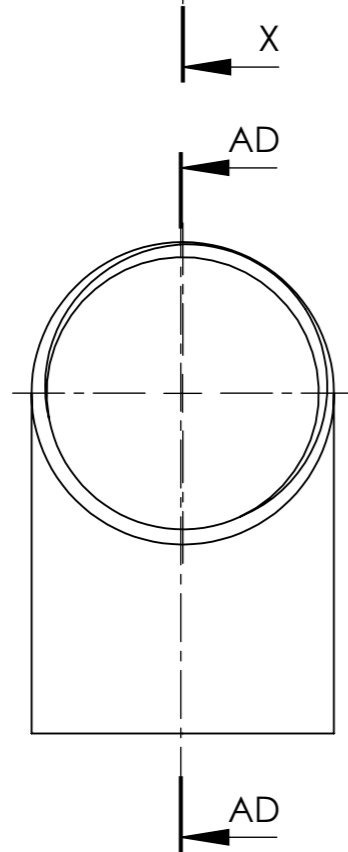
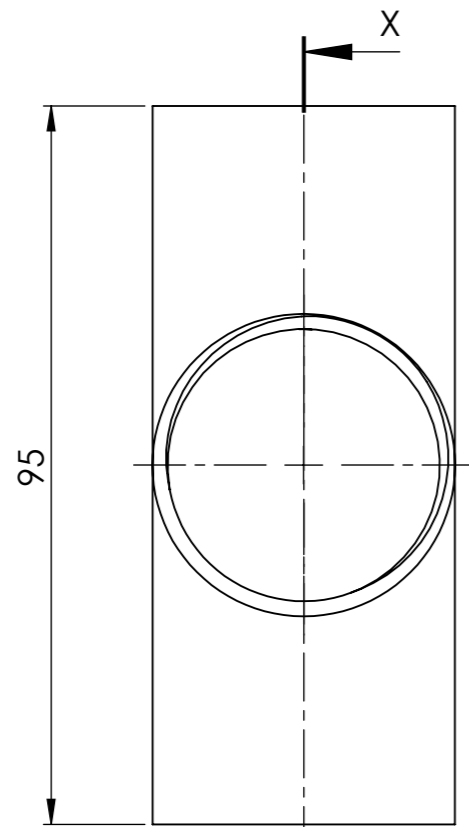
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				± 1	60.83 gr	PVC Rígido		
				FECHA:	NOMBRE:	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 23/04/2016	POZO P.	PARTE TIPO CODO M 1		1:1
				REVISO: 07/10/2016	ING. LOPEZ G.			
				APROBO: 07/10/2016	ING. LOPEZ G.			
				U.T.A.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
				INGENIERIA MECANICA		HOJA 5 DE 10		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:				



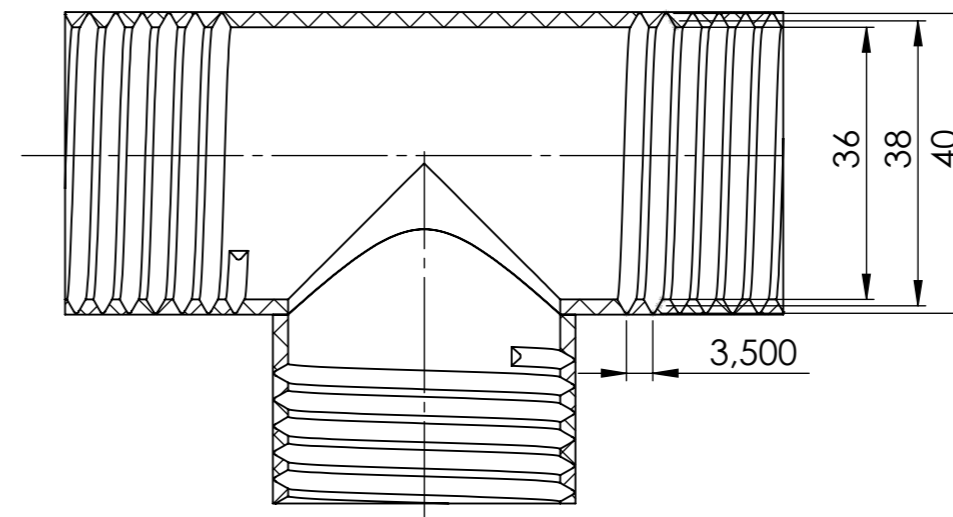
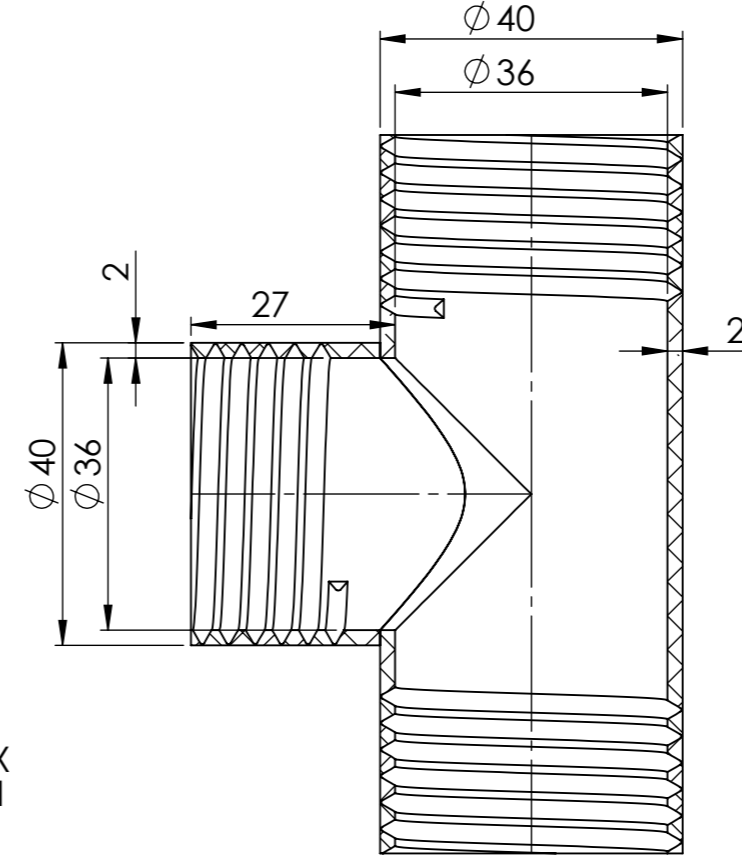
SECCIÓN T-T
ESCALA 1 : 1

SECCIÓN W-W
ESCALA 1 : 1

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	67.82 gr	PVC Rígido		
				FECHA:	NOMBRE:	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 23/04/2016	POZO P.	PARTE TIPO T M1		1:1
				REVISO: 07/10/2016	ING. LOPEZ G.			
				APROBO: 07/10/2016	ING. LOPEZ G.			
				U.T.A.		N.º DE LAMINA		REGISTRO:
				INGENIERIA MECANICA		HOJA 6 DE 10		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:				



SECCIÓN X-X
ESCALA 1 : 1



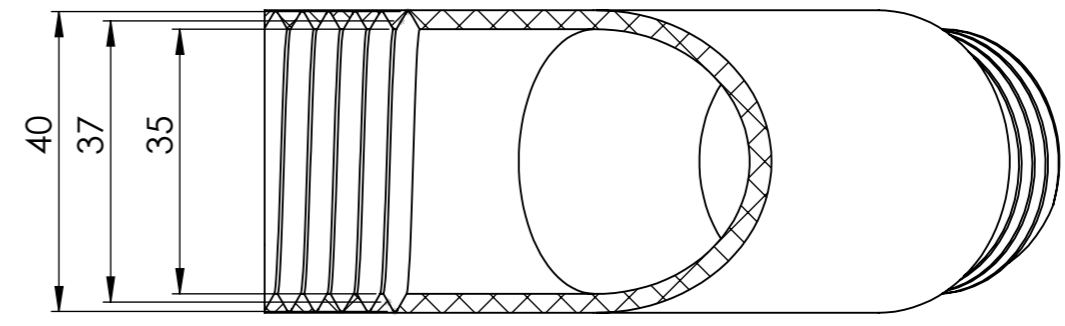
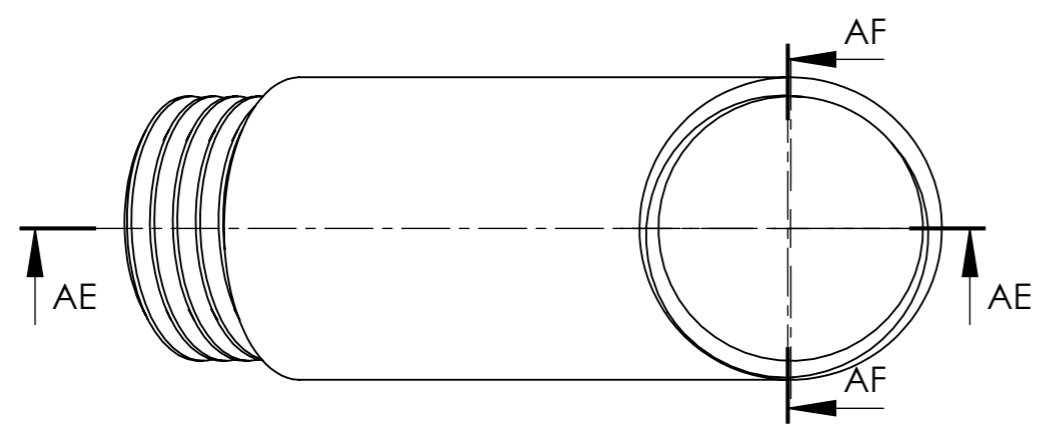
SECCIÓN AD-AD
ESCALA 1 : 1

		TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
		±1	28.72 gr	PVC Rígido	
		FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
		DIBUJO: 23/04/2016	POZO P.	PARTE TIPO T H2	1:1
		REVISO: 07/10/2016	ING. LOPEZ G.		
		APROBO: 07/10/2016	ING. LOPEZ G.		
		U.T.A.		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
		INGENIERIA MECANICA		HOJA 7 DE 10	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:	

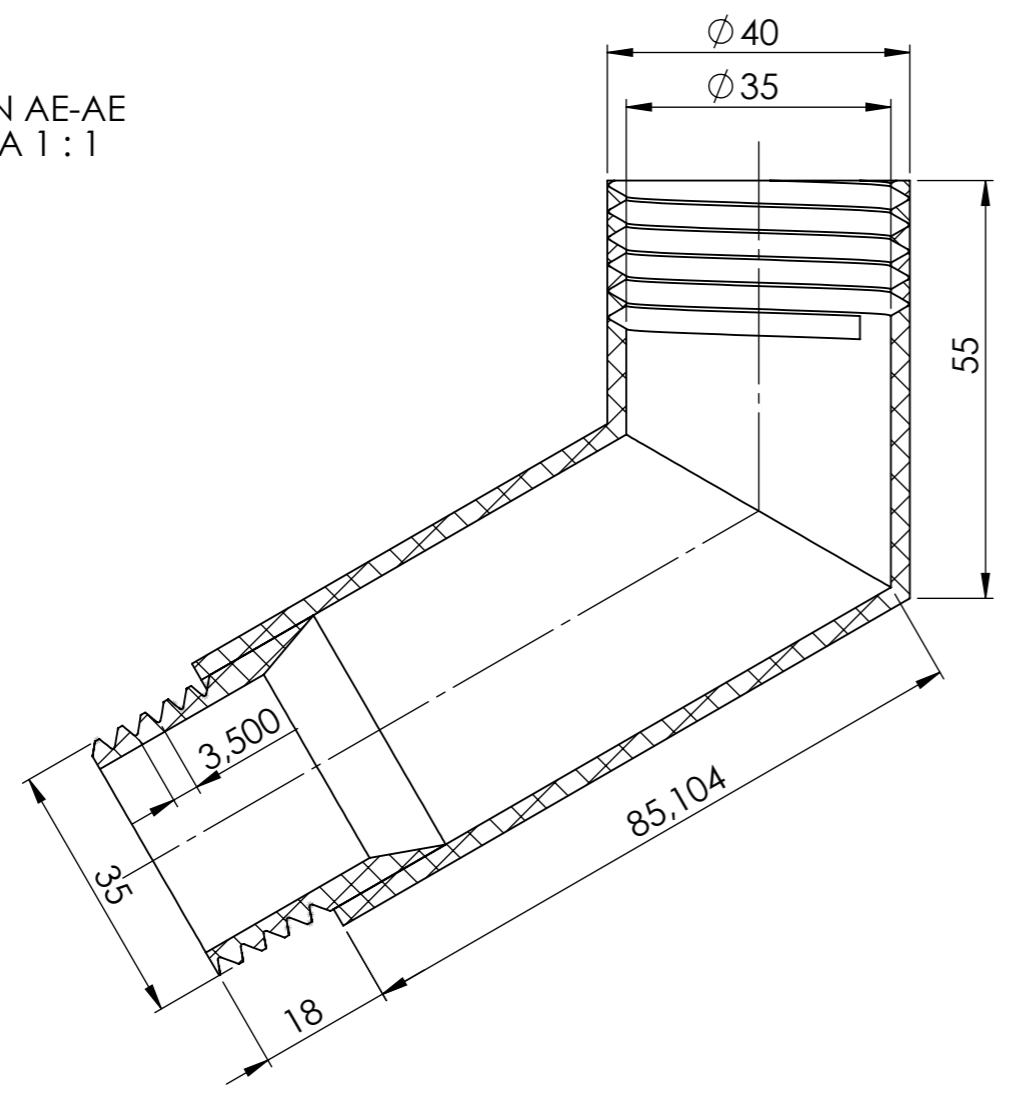
1 2 3 4 5 6 7 8

A A

SECCIÓN AF-AF
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN AE-AE
ESCALA 1 : 1



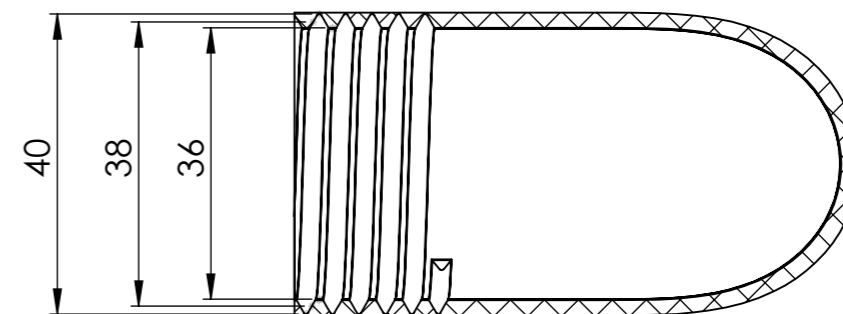
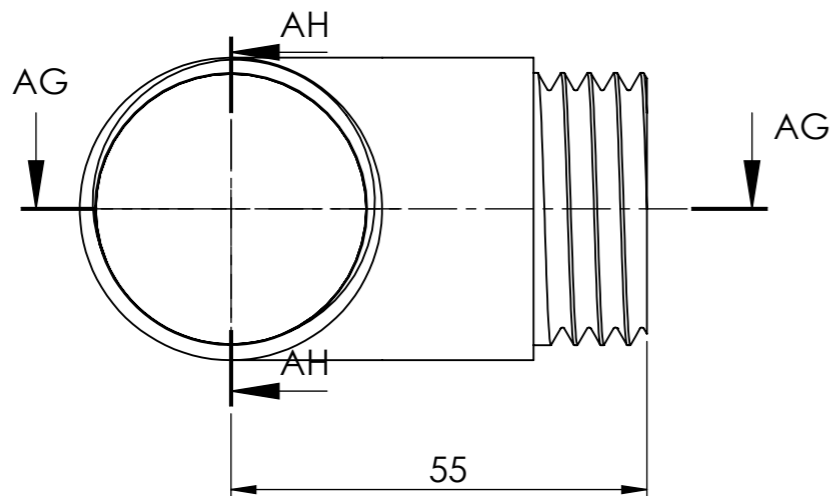
D D

E E

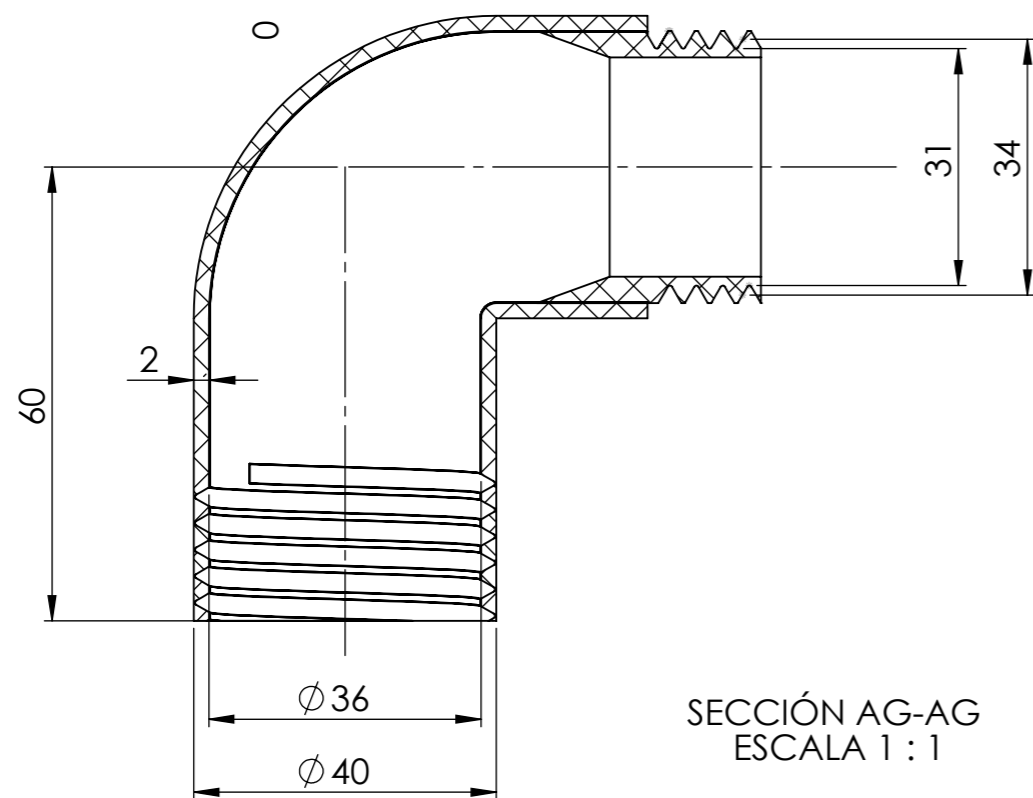
F F

1 2 3 4

		TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
		±1	53.37 gr	PVC Rígido	
		FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
		DIBUJO: 23/04/2016	POZO P.	ACOPLE ANGULAR 45°	1:1
		REVISO: 07/10/2016	ING. LOPEZ G.		
		APROBO: 07/10/2016	ING. LOPEZ G.		
		U.T.A.		N.º DE LAMINA	REGISTRO:
		INGENIERIA MECANICA		HOJA 8 DE 10	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:	



SECCIÓN AH-AH
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN AG-AG
ESCALA 1 : 1

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:		
				±1	38.32 gr	PVC Rígido		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:		ESCALA:
				DIBUJO: 23/04/2016	POZO P.	PARTE TIPO CODO H-M		1:1
				REVISO: 07/10/2016	ING. LOPEZ G.			
				APROBO: 07/10/2016	ING. LOPEZ G.			
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA	REGISTRO:	
						HOJA 9 DE 10		
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:		

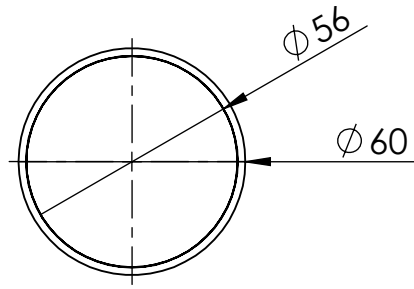
1

2

3

4

A

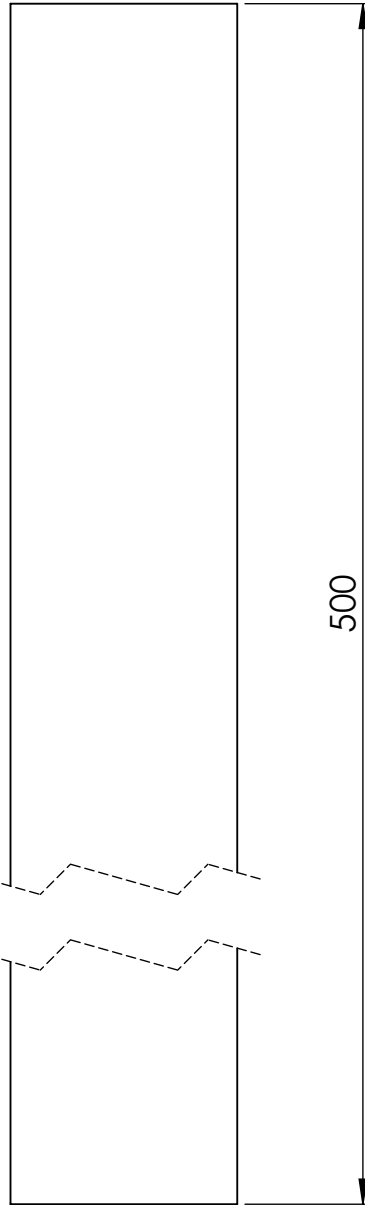


B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 1	PESO: 255.89 gr	MATERIAL: PVC Rígido	
					FECHA	NOMBRE	TÍTULO:
				DIBUJO:	23/04/2016	POZO P.	ACOPLE LANZADOR
				REVISO:	07/10/2016	ING. LOPEZ G.	
				APROBO:	07/10/2016	ING. LOPEZ G.	
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA	ESCALA:
						HOJA 10 DE 10	
EDICIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:			SUSTITUCION:	REGISTRO:

*Tuberías y accesorios
de PVC y PE BD
Uso Agrícola*

TUBOSISTEMAS

PLASTIGAMA

de AMANCO

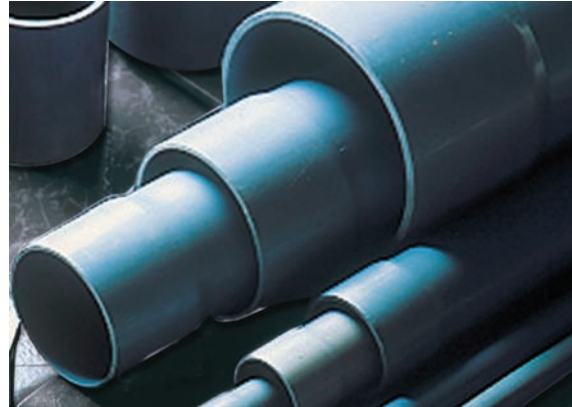
Capítulo 1



TUBERÍAS DE PVC PARA USO AGRÍCOLA



Unión por sellado elastomérico (U/Z)



Unión por cementado solvente (E/C)

Amanco Plastigama es la primera empresa en el país que ha desarrollado una avanzada tecnología en la fabricación de tuberías de PVC para sistemas de riego a gravedad y/o presurizados, sistemas de captación de aguas subterráneas y todo tipo de instalaciones para uso agropecuario.

La fabricación y control de calidad de la línea de tuberías y accesorios de PVC para presión se basan en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1373 .

En cuanto que, la fabricación y control de calidad de la tubería de PVC de baja presión para uso agrícola se basan en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1369.

VENTAJAS

- Con certificado de conformidad con sello INEN.
- Amplia gama de diámetros y presiones.
- Calidad garantizada.
- Tubos de 6 metros útiles más campana.
- No se produce corrosión galvánica y/o electrolítica, ni la formación de depósitos o incrustaciones en las paredes interiores, conservando inalterable su sección hidráulica.
- Por la inercia química del compuesto de PVC y sus aditivos resisten al ataque de aguas y suelos agresivos y aplicación de fertilizantes.
- No favorecen la adherencia de algas, hongos, moluscos, etc.
- Trabajan a grandes presiones y con períodos de vida útil prolongados.
- Su módulo de elasticidad le permite una alta resistencia a las sobrepresiones hidrostáticas por golpe de ariete y a los esfuerzos producidos por cargas externas del material de relleno, de tráfico y sísmicas.
- Su bajo coeficiente de fricción con respecto a otros materiales, asegura una mayor capacidad de conducción.
- Su bajo peso facilita el transporte, manipuleo e instalación.
- Resistencia a asentamientos diferenciales y permiten deflexiones.

SISTEMAS DE GESTIÓN CERTIFICADOS

ISO 9001 Calidad
 ISO 14001 Medio Ambiente
 OHSAS 18001 Seguridad y Salud

ESPECIFICACIONES PARA TUBERÍAS PVC

Especificaciones para Tuberías con Unión por sellado elastomérico (UZ) y Unión por cementado solvente (EC) para riego.

Diámetro Nominal (mm)		Diámetro Interior mm	Espesor Nominal mm	Presión de Trabajo		
UNIÓN U/Z	UNIÓN E/C			MPa	PSI (lb/pulg ²)	Kgf/cm ²
	20	17.6	1.2	1.25 [■]	181	12.75
		17.4	1.3	1.60	232	16.32
		17.0	1.5	2.00	290	20.40
	25	22.6	1.2	1.00 [■]	145	10.20
		22.4	1.3	1.25	181	12.75
		22.0	1.5	1.60	232	16.32
	32	29.6	1.2	0.80 [■]	116	8.16
		29.4	1.3	1.00	145	10.20
		29.0	1.5	1.25	181	12.75
	40	37.6	1.2	0.63 [■]	91	6.43
		37.4	1.3	0.80	116	8.16
		37.0	1.5	1.00	145	10.20
		36.2	1.9	1.25	181	12.75
50		47.4	1.3	0.63 [■]	91	6.43
		47.0	1.5	0.80	116	8.16
		46.2	1.9	1.00	145	10.20
		45.2	2.4	1.25	181	12.75
63		60.0	1.5	0.63 [■]	91	6.43
		59.0	2.0	0.80	116	8.16
		58.2	2.4	1.00	145	10.20
		57.0	3.0	1.25	181	12.75
75		72.0	1.5	0.50 [■]	73	5.10
		71.4	1.8	0.63	91	6.43
		70.4	2.3	0.80	116	8.16
		69.2	2.9	1.00	145	10.20
90		86.4	1.8	0.50 [■]	73	5.10
		85.6	2.2	0.63	91	6.43
		84.4	2.8	0.80	116	8.16
		83.0	3.5	1.00	145	10.20
		81.4	4.3	1.25	181	12.75
110		105.6	2.2	0.50 [■]	73	5.10
		104.6	2.7	0.63	91	6.43
		103.2	3.4	0.80	116	8.16
		101.6	4.2	1.00	145	10.20
		99.6	5.2	1.25	181	12.75
	125	120.0	2.5	0.50	73	5.10
		118.8	3.1	0.63	91	6.43
		117.2	3.9	0.80	116	8.16
		115.4	4.8	1.00	145	10.20
		113.0	6.0	1.25	181	12.75
	140	134.6	2.7	0.50 [■]	73	5.10
		133.2	3.4	0.63	91	6.43
		131.4	4.3	0.80	116	8.16
		129.2	5.4	1.00	145	10.20
		126.6	6.7	1.25	181	12.75
160		153.6	3.2	0.50 [■]	73	5.10
		152.2	3.9	0.63	91	6.43
		150.0	5.0	0.80	116	8.16
		147.6	6.2	1.00	145	10.20
		144.8	7.6	1.25	181	12.75

■ Producto de fabricación bajo pedido (según norma INEN 1369), sujeto a lote mínimo de producción de acuerdo mutuo, cliente-fábrica, en tiempo de entrega.

ESPECIFICACIONES PARA TUBERÍAS PVC

Especificaciones para tuberías con unión por sellado elastomérico (UZ) y unión por cementado solvente (EC) para riego.

Diámetro Nominal (mm)		Diámetro Interior	Espesor Nominal	Presión de Trabajo		
UNIÓN U/Z	UNIÓN E/C			mm	mm	MPa
200		192.2	3.9	0.50 [▪]	73	5.10
		190.2	4.9	0.63	91	6.43
		187.6	6.2	0.80	116	8.16
		184.6	7.7	1.00	145	10.20
		181.0	9.5	1.25	181	12.75
225		216.2	4.4	0.50 [▪]	73	5.10
		214.0	5.5	0.63	91	6.43
		211.0	7.0	0.80	116	8.16
		207.6	8.7	1.00	145	10.20
		203.6	10.7	1.25	181	12.75
250		240.2	4.9	0.50 [▪]	73	5.10
		237.8	6.1	0.63	91	6.43
		234.4	7.8	0.80	116	8.16
		230.8	9.6	1.00	145	10.20
		226.2	11.9	1.25	181	12.75
315		302.6	6.2	0.50 [▪]	73	5.10
		299.6	7.7	0.63	91	6.43
		295.4	9.8	0.80	116	8.16
		290.8	12.1	1.00	145	10.20
		285.0	15.0	1.25	181	12.75
355		341.0	7.0	0.50 [▪]	73	5.10
		337.6	8.7	0.63	91	6.43
		333.0	11.0	0.80	116	8.16
		327.6	13.7	1.00	145	10.20
		321.2	16.9	1.25	181	12.75
400		384.2	7.9	0.50 [▪]	73	5.10
		380.4	9.8	0.63	91	6.43
		375.2	12.4	0.80	116	8.16
		369.2	15.4	1.00	145	10.20
		362.0	19.0	1.25	181	12.75
500		384.2	9.8	0.50 [▪]	73	5.10
		474.0	12.3	0.63	91	6.43
		467.2	15.5	0.80	116	8.16
		459.4	19.2	1.00	145	10.20
		449.8	23.8	1.25	181	12.75
630		597.2	15.5	0.63	91	6.43
		588.8	19.5	0.80	116	8.16
		579.0	24.2	1.00	145	10.20

- Producto de fabricación bajo pedido (según norma INEN 1369), sujeto a lote mínimo de producción de acuerdo mutuo, cliente-fábrica, en tiempo de entrega.

PÉRDIDAS DE CARGA PARA TUBERÍAS DE PVC

Cálculo de las pérdidas de carga en base a tuberías de menor presión por cada diámetro, según la fórmula de Hazen – Williams.

D. Nominal (mm)		20		25		32		40		50		63	
Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V
lps	gpm												
0.01	0.16	0.02	0.04										
0.02	0.32	0.08	0.09	0.02	0.05								
0.04	0.63	0.29	0.18	0.08	0.11								
0.06	0.95	0.62	0.26	0.18	0.16								
0.08	1.27	1.06	0.35	0.30	0.21								
0.10	1.59	1.61	0.44	0.46	0.26								
0.20	3.17	5.80	0.88	1.65	0.53	0.43	0.30						
0.30	4.76	12.30	1.32	3.50	0.79	0.91	0.45						
0.40	6.34	20.95	1.76	5.97	1.05	1.55	0.61						
0.50	7.93	31.68	2.20	9.02	1.32	2.35	0.76	0.72	0.47				
0.60	9.51	44.40	2.64	12.65	1.58	3.29	0.91	1.01	0.56				
0.70	11.10			16.83	1.84	4.38	1.06	1.34	0.65				
0.80	12.68			21.55	2.10	5.61	1.21	1.71	0.74				
0.90	14.27			26.80	2.37	6.98	1.36	2.13	0.84	0.66	0.52		
1.00	15.85			32.58	2.63	8.49	1.51	2.59	0.93	0.81	0.58		
1.20	19.02					11.89	1.82	3.63	1.12	1.13	0.69		
1.40	22.19					15.82	2.12	4.83	1.30	1.51	0.81	0.46	0.50
1.60	25.36					20.26	2.42	6.19	1.49	1.93	0.92	0.59	0.57
1.80	28.53					25.20	2.73	7.69	1.67	2.40	1.04	0.73	0.64
2.00	31.70							9.35	1.86	2.92	1.15	0.89	0.71
2.20	34.87							11.16	2.05	3.48	1.27	1.06	0.78
2.40	38.04							13.11	2.23	4.09	1.38	1.24	0.85
2.60	41.21							15.20	2.42	4.74	1.50	1.44	0.92
2.80	44.38							17.44	2.60	5.44	1.61	1.66	0.99
3.00	47.55									6.18	1.73	1.88	1.06
3.25	51.51									7.17	1.87	2.18	1.15
3.50	55.48									8.22	2.02	2.50	1.24
3.75	59.44									9.34	2.16	2.84	1.33
4.00	63.40									10.53	2.31	3.21	1.41
4.25	67.36									11.78	2.45	3.59	1.50
4.50	71.33									13.10	2.59	3.99	1.59
4.75	75.29											4.41	1.68
5.00	79.25											4.85	1.77
5.25	83.21											5.30	1.86
5.50	87.18											5.78	1.95
5.75	91.14											6.28	2.03
6.00	95.10											6.79	2.12
6.25	99.06											7.33	2.21
6.50	103.03											7.88	2.30
6.75	106.99											8.45	2.39
7.00	110.95											9.04	2.48
7.25	114.91											9.64	2.56

PC: Pérdida de carga en m de columna de agua por cada 100m de tubería
 V: Velocidad en metros por segundo (m/s)
 C: 150 constante de H-W
 CÁLCULO EN BASE A DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA BAJA PRESIÓN
 lps: Litros por segundo
 gpm: Galones por minuto.

PÉRDIDAS DE CARGA PARA TUBERÍAS DE PVC

Cálculos de la pérdidas de carga en base a tuberías de menor presión por cada diámetro, según la fórmula de Hazen – Williams.

D. Nominal (mm)		75		90		110		125		140		160	
Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V
lps	gpm												
3.0	48	0.81	0.75	0.33	0.52								
3.5	55	1.07	0.87	0.44	0.61								
4.0	63	1.37	1.00	0.57	0.70								
4.5	71	1.71	1.12	0.71	0.78								
5.0	79	2.08	1.25	0.86	0.87								
5.5	87	2.48	1.37	1.02	0.96	0.37	0.63						
6.0	95	2.91	1.50	1.20	1.04	0.43	0.69						
6.5	103	3.38	1.62	1.40	1.13	0.50	0.74						
7.0	111	3.87	1.75	1.60	1.22	0.58	0.80	0.31	0.62				
7.5	119	4.40	1.87	1.82	1.30	0.65	0.86	0.35	0.66				
8.0	127	4.96	2.00	2.05	1.39	0.74	0.91	0.40	0.71				
8.5	135	5.55	2.12	2.29	1.48	0.83	0.97	0.44	0.75				
8.6	136	5.67	2.15	2.34	1.49	0.84	0.98	0.45	0.76	0.26	0.60		
8.7	138	5.79	2.17	2.40	1.51	0.86	0.99	0.46	0.77	0.26	0.61		
8.8	139	5.92	2.20	2.45	1.53	0.88	1.00	0.47	0.78	0.27	0.62		
9.0	143	6.17	2.25	2.55	1.56	0.92	1.03	0.49	0.80	0.28	0.63		
10.0	159			3.10	1.74	1.12	1.14	0.60	0.88	0.34	0.70		
11.0	174			3.70	1.91	1.33	1.26	0.71	0.97	0.41	0.77	0.21	0.59
12.0	190			4.35	2.09	1.56	1.37	0.84	1.06	0.48	0.84	0.25	0.65
13.0	206			5.04	2.26	1.81	1.48	0.97	1.15	0.56	0.91	0.29	0.70
14.0	222			5.78	2.43	2.08	1.60	1.12	1.24	0.64	0.98	0.34	0.76
15.0	238			6.57	2.61	2.36	1.71	1.27	1.33	0.72	1.05	0.38	0.81
16.0	254					2.66	1.83	1.43	1.41	0.82	1.12	0.43	0.86
18.0	285					3.31	2.06	1.78	1.59	1.02	1.27	0.53	0.97
20.0	317					4.03	2.28	2.16	1.77	1.23	1.41	0.65	1.08
22.0	349					4.80	2.51	2.58	1.95	1.47	1.55	0.77	1.19
24.0	380					5.64	2.74	3.03	2.12	1.73	1.69	0.91	1.30
26.0	412							3.51	2.30	2.01	1.83	1.06	1.40
28.0	444							4.03	2.48	2.30	1.97	1.21	1.51
30.0	476							4.58	2.65	2.62	2.11	1.38	1.62
32.0	507									2.95	2.25	1.55	1.73
34.0	539									3.30	2.39	1.73	1.83
36.0	571									3.67	2.53	1.93	1.94
38.0	602									4.05	2.67	2.13	2.05
40.0	634											2.34	2.16
42.0	666											2.56	2.27
44.0	697											2.80	2.37
46.0	729											3.04	2.48
48.0	761											3.28	2.59
50.0	793											3.54	2.70
52.0	824											3.81	2.81
54.0	856											4.09	2.91

PC: Pérdida de carga en m de columna de agua por cada 100m de tubería

V: Velocidad en metros por segundo (m/s)

C: 150 constante de H-W

CÁLCULO EN BASE A DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA BAJA PRESIÓN

lps: Litros por segundo

gpm: Galones por minuto.

PÉRDIDAS DE CARGA PARA TUBERÍAS DE PVC

Cálculos de la pérdidas de carga en base a tuberías de menor presión por cada diámetro, según la fórmula de Hazen – Williams.

D. Nominal (mm)		200		225		250		315		355		400	
Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V
lps	gpm												
22	349	0.26	0.76										
24	380	0.31	0.83										
26	412	0.35	0.90										
28	444	0.41	0.97	0.23	0.76								
30	476	0.46	1.03	0.26	0.82								
32	507	0.52	1.10	0.29	0.87								
34	539	0.58	1.17	0.33	0.93	0.20	0.75						
38	602	0.72	1.31	0.40	1.04	0.24	0.84						
42	666	0.86	1.45	0.49	1.14	0.29	0.93						
46	729	1.02	1.59	0.57	1.25	0.35	1.02						
50	793	1.19	1.72	0.67	1.36	0.40	1.11	0.13	0.70				
54	856	1.37	1.86	0.77	1.47	0.46	1.19	0.15	0.75				
58	919	1.57	2.00	0.88	1.58	0.53	1.28	0.17	0.81				
62	983	1.77	2.14	1.00	1.69	0.60	1.37	0.19	0.86				
68	1,078	2.10	2.34	1.18	1.85	0.71	1.50	0.23	0.95	0.13	0.74		
74	1,173	2.46	2.55	1.39	2.02	0.83	1.64	0.27	1.03	0.15	0.81		
80	1,268	2.84	2.76	1.60	2.18	0.96	1.77	0.31	1.11	0.17	0.88		
86	1,363			1.83	2.34	1.10	1.90	0.36	1.20	0.20	0.94		
92	1,458			2.07	2.51	1.25	2.03	0.40	1.28	0.23	1.01	0.13	0.79
98	1,553			2.33	2.67	1.40	2.17	0.45	1.36	0.25	1.07	0.14	0.85
104	1,648			2.60	2.83	1.56	2.30	0.51	1.45	0.28	1.14	0.16	0.90
110	1,744					1.74	2.43	0.56	1.53	0.31	1.20	0.18	0.95
118	1,870					1.98	2.61	0.64	1.64	0.36	1.29	0.20	1.02
126	1,997					2.23	2.79	0.72	1.75	0.40	1.38	0.23	1.09
134	2,124							0.81	1.86	0.45	1.47	0.25	1.16
142	2,251							0.90	1.97	0.50	1.55	0.28	1.22
150	2,378							1.00	2.09	0.56	1.64	0.31	1.29
160	2,536							1.12	2.22	0.63	1.75	0.35	1.38
170	2,695							1.26	2.36	0.70	1.86	0.39	1.47
180	2,853							1.40	2.50	0.78	1.97	0.44	1.55
190	3,012							1.55	2.64	0.86	2.08	0.48	1.64
202	3,202							1.73	2.81	0.97	2.21	0.54	1.74
214	3,392									1.08	2.34	0.60	1.85
226	3,582									1.19	2.47	0.67	1.95
238	3,772									1.31	2.61	0.73	2.05
250	3,963									1.44	2.74	0.80	2.16
262	4,153									1.57	2.87	0.88	2.26
276	4,375											0.96	2.38
290	4,597											1.06	2.50
304	4,818											1.15	2.62
318	5,040											1.25	2.74
332	5,262											1.36	2.86

PC: Pérdida de carga en m de columna de agua por cada 100m de tubería
 V: Velocidad en metros por segundo (m/s)
 C: 150 constante de H-W
 CÁLCULO EN BASE A DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA BAJA PRESIÓN
 lps: Litros por segundo
 gpm: Galones por minuto.

PÉRDIDAS DE CARGA PARA TUBERÍAS DE PVC

Cálculos de la pérdidas de carga en base a tuberías de menor presión por cada diámetro, según la formula De Hazen– Williams.

D. Nominal (mm)		500		630	
Caudal		Pc	V	Pc	V
lps	gpm				
158	2,504	0.12	0.87		
172	2,726	0.14	0.95		
186	2,948	0.16	1.03		
200	3,170	0.18	1.11	0.06	0.70
214	3,392	0.20	1.18	0.07	0.75
228	3,614	0.23	1.26	0.07	0.79
242	3,836	0.26	1.34	0.08	0.84
256	4,058	0.28	1.42	0.09	0.89
270	4,280	0.31	1.49	0.10	0.94
284	4,501	0.34	1.57	0.11	0.99
298	4,723	0.38	1.65	0.12	1.04
312	4,945	0.41	1.72	0.13	1.09
326	5,167	0.44	1.80	0.14	1.13
340	5,389	0.48	1.88	0.16	1.18
354	5,611	0.52	1.96	0.17	1.23
368	5,833	0.56	2.03	0.18	1.28
382	6,055	0.60	2.11	0.19	1.33
396	6,277	0.64	2.19	0.21	1.38
410	6,499	0.68	2.27	0.22	1.43
424	6,720	0.72	2.34	0.23	1.48
438	6,942	0.77	2.42	0.25	1.52
452	7,164	0.81	2.50	0.26	1.57
466	7,386	0.86	2.58	0.28	1.62
480	7,608	0.91	2.65	0.30	1.67
494	7,830	0.96	2.73	0.31	1.72
508	8,052	1.01	2.81	0.33	1.77
522	8,274			0.34	1.82
536	8,496			0.36	1.87
550	8,718			0.38	1.91
564	8,939			0.40	1.96
578	9,161			0.42	2.01
592	9,383			0.44	2.06
606	9,605			0.45	2.11
620	9,827			0.47	2.16
634	10,049			0.49	2.21
648	10,271			0.51	2.26
662	10,493			0.54	2.30
676	10,715			0.56	2.35
690	10,937			0.58	2.40
708	11,222			0.61	2.46
726	11,507			0.63	2.53
746	11,824			0.67	2.60

PC: Pérdida de carga en m de columna de agua por cada 100m de tubería
V: Velocidad en metros por segundo (m/s)
C: 150 constante de H-W
CÁLCULO EN BASE A DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA BAJA PRESIÓN
lps: Litros por segundo
gpm: Galones por minuto.

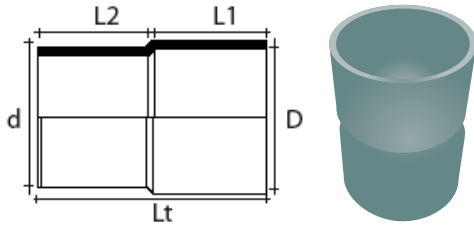
Cálculo de pérdidas de carga con salidas de distancias constantes.

Tabla para el cálculo del factor de salidas múltiples	
Número de salidas	Factor
1	1.0000
2	0.6340
3	0.5280
4	0.4800
5	0.4510
6	0.4330
7	0.4190
8	0.4100
9	0.4020
10	0.3960
11	0.3920
12	0.3820
13	0.3840
14	0.3810
15	0.3790
16	0.3770
17	0.3750
18	0.3730
19	0.3720
20	0.3700
22	0.3658
24	0.3660
26	0.3640
28	0.3630
30	0.3620
35	0.3590
40	0.3570
50	0.3550
100	0.3500
más de 100	0.3450

Al Multiplicar la pérdida de carga nominal por el factor de salidas múltiples (según el número de salidas), se obtiene la pérdida de carga para laterales con salidas de distancias constantes.

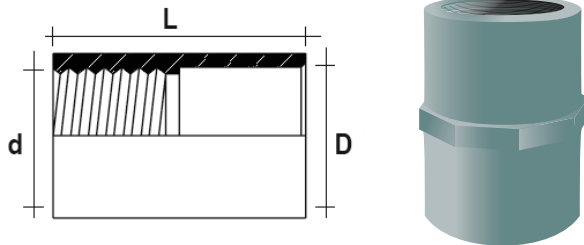
ACCESORIOS PARA TUBERÍAS PVC UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C)

ADAPTADOR ASTM-ISO E/C



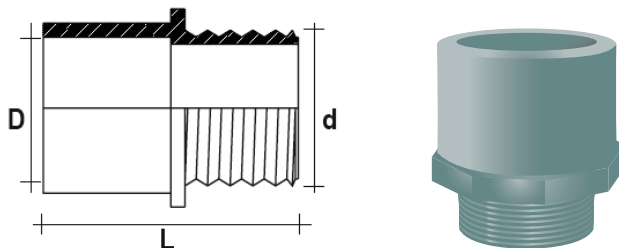
CÓDIGO	DIÁMETRO	d	D	L1	L2	Lt
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
14712	1/2" A 20 mm	20	21	20	20	45
14715	3/4" A 25 mm	25	27	20	20	45
14711	1" A 32 mm	32	33	25	25	55
14710	1 1/4" A 40 mm	40	42	30	30	65
14709	1 1/2" A 50 mm	50	48	40	35	80
24481	2" A 63 mm	63	60	50	40	95
24482	3" A 90 mm	90	89	70	55	135
24483	4" A 110 mm	110	114	80	65	126
24500	6" A 160 mm	160	168	120	105	235
14717	8" A 200 mm	200	219	150	125	290

ADAPTADOR HEMBRA C/R-E/C



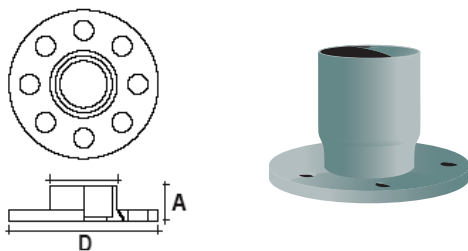
CÓDIGO	DIÁMETRO	L (mm)
14924	20 mm a 1/2"	37
14933	25 mm a 1/2"	37
14938	25 mm a 3/4"	37
14950	32 mm a 1"	43
14955	40 mm a 1 1/4"	55
14959	50 mm a 1 1/2"	57
14963	63 mm a 2"	81
14966	90 mm a 3"	135
14912	110 mm a 4"	135
14913	160 mm a 6"	212
14916	200 mm a 8"	213

ADAPTADOR MACHO C/R-E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	L (mm)
14987	20 mm a 1/2"	36
15000	25 mm a 3/4"	40
15014	32 mm a 1"	44
15019	40 mm a 1 1/4"	55
15023	50 mm a 1 1/2"	60
15029	63 mm a 2"	83
15038	90 mm a 3"	100
14976	110 mm a 4"	120
14977	160 mm a 6"	160
14979	200 mm a 8"	180

BRIDA SOLDABLE E/C (116 PSI-0.80 MPa)

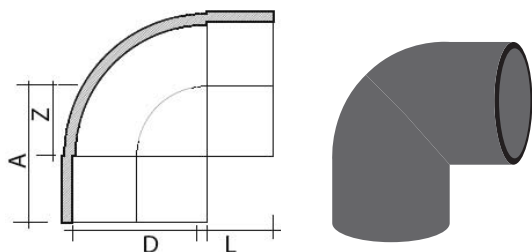


CÓDIGO	DIÁMETRO	D	e
		(mm)	(mm)
15659	63 mm @ 116 psi	164	96
15660	90 mm @ 116 psi	198	116
15655	110 mm @ 116 psi	235	137
15656	160 mm @ 116 psi	284	165
15657	200 mm @ 116 psi	340	198

NOTA: Para presiones mayores a 1 MPa consultar con Amanco Plastigama S.A.

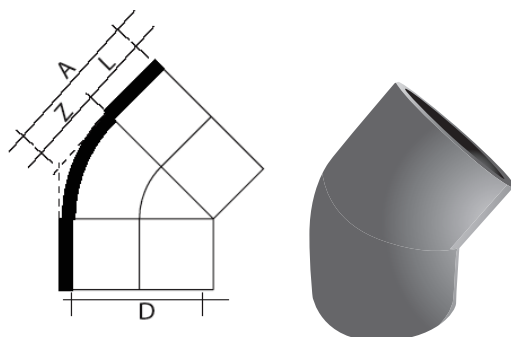
ACCESORIOS PARA TUBERÍAS PVC UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C)

CODO E/C x 90°



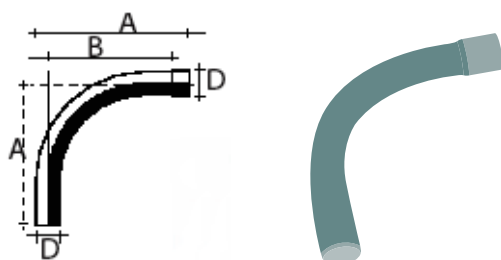
CÓDIGO	DIÁMETRO	A	L	Z
		(mm)	(mm)	(mm)
16715	20 mm	27	16	11
16706	25 mm	32	19	14
16718	32 mm	39	22	17
16512	40 mm	47	26	21
16590	50 mm	57	31	26
16529	63 mm	70	38	33
16521	75 mm	85	44	39
16526	90 mm	97	51	46
16704	110 mm	105	58	54
16484	125 mm	117	61	56
16486	140 mm	150	128	56
16488	160 mm	178	180	81
16494	200 mm	207	220	101
16498	225 mm	235	245	115
16499	250 mm	265	281	130

CODO E/C x 45°



CÓDIGO	DIÁMETRO	A	L	Z
		(mm)	(mm)	(mm)
16495	20 mm	21	16	5
16716	25 mm	25	19	6
24993	32 mm	30	22	8
16511	40 mm	36	26	10
16515	50 mm	43	31	12
16519	63 mm	52	38	14
16520	75 mm	78	44	34
16531	90 mm	71	51	20
16710	110 mm	85	61	24
16483	125 mm	85	61	24
16485	140 mm	120	86	34
16487	160 mm	120	86	34
16493	200 mm	149	106	43
16497	225 mm	198	106	90
16499	250 mm	198	106	90

CODO L/R P E/C x 90° (-0.80 MPa)

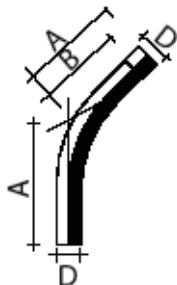


CÓDIGO	DIÁMETRO	A	B
		(mm)	(mm)
16567	20 mm	110	90
16568	25 mm	150	130
16569	32 mm	185	165
16570	40 mm	225	195
16572	50 mm	285	245
16576	63 mm	404	356
16582	90 mm	470	405
16559	110 mm	777	694
16563	160 mm	1149	1029
16566	200 mm	1668	1518

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS PVC UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C)

CODO L/R P E/C x 45°

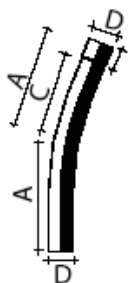
Termoformado (0.80 MPa)



CÓDIGO	DIÁMETRO	A	B
		(mm)	(mm)
16575	63 mm	282	234
16581	90 mm	413	345
16558	110 mm	517	434
16562	160 mm	705	585
16565	200 mm	972	822

CODO L/R P E/C x 22.5°

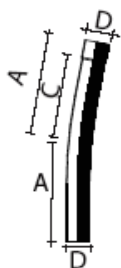
Termoformado (0.80 MPa)



CÓDIGO	DIÁMETRO	A	C
		(mm)	(mm)
16574	63 mm	277	157
16580	90 mm	383	251
16557	110 mm	474	334
16561	160 mm	559	398
16564	200 mm	731	553

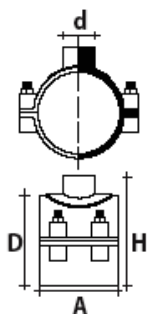
CODO L/R P E/C x 11.25°

Termoformado (0.80 MPa)



CÓDIGO	DIÁMETRO	A	B
		(mm)	(mm)
16573	63 mm	275	227
16579	90 mm	346	278
16556	110 mm	346	343
16560	160 mm	481	361
16203	200 mm	626	476

COLLAR DERIVACIÓN



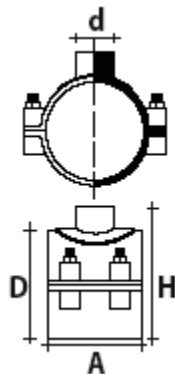
CÓDIGO	DIÁMETRO
17184	20 mm x 1/2"
17172	25 mm x 1/2"
17176	25 mm x 3/4"
17177	32 mm x 1/2"
17192	32 mm x 3/4"
17193	40 mm x 1/2"
17194	40 mm x 3/4"
17185	40 mm x 1"
17165	50 mm x 1/2"
17171	50 mm x 3/4"
17170	50 mm x 1"
17186	63 mm x 1/2"
17187	63 mm x 3/4"
17178	63 mm x 1"
17179	75 mm x 1/2"
17195	75 mm x 3/4"
17129	75 mm x 1"
17130	75 mm x 2"

CÓDIGO	DIÁMETRO
17180	90 mm x 1/2"
17181	90 mm x 3/4"
17182	90 mm x 1"
17173	110 mm x 1/2"
17166	110 mm x 3/4"
17134	110 mm x 1"
17108	125 mm x 1/2"
17111	125 mm x 3/4"
17107	125 mm x 1"
17109	125 mm x 2"
17114	140 mm x 1/2"
17117	140 mm x 3/4"
17113	140 mm x 1"
17115	140 mm x 2"
17189	160 mm x 1/2"
17190	160 mm x 3/4"
17120	200 mm x 1/2"

NOTA: Para presiones mayores a 1 MPa consultar con Amanco Plastigama S.A.

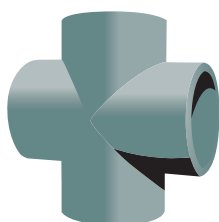
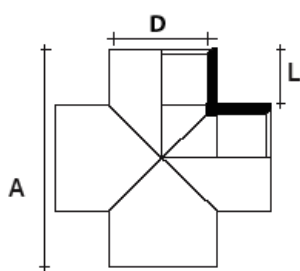
ACCESORIOS PARA TUBERÍAS PVC UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C)

COLLAR DERIVACIÓN (con refuerzo)



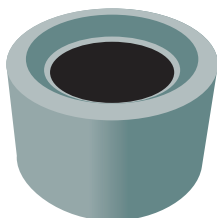
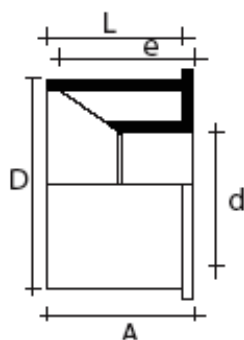
CÓDIGO	DIÁMETRO	CÓDIGO	DIÁMETRO
24944	50 mm x 3/4"	17118	140 mm x 4"
24945	50 mm x 1"	17188	160 mm x 1"
17104	63 mm x 1"	17099	160 mm x 2"
24947	75 mm x 3/4"	17100	160 mm x 3"
24946	75 mm x 1"	17101	200 mm x 2"
24948	90 mm x 3/4"	17102	200 mm x 3"
24949	90 mm x 1"	17103	200 mm x 4"
24916	110 mm x 3/4"	17122	225 mm x 1 1/2"
24915	110 mm x 1"	17123	225 mm x 2"
17096	110 mm x 2"	17124	225 mm x 3"
17097	125 mm x 2"	17125	225 mm x 4"
17110	125 mm x 3"	17168	250 mm x 2"
17112	125 mm x 4"	17126	250 mm x 3"
17098	140 mm x 2"	17127	250 mm x 4"
17116	140 mm x 3"		

CRUZ E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	L (mm)
17334	25 mm	65	19
17335	32 mm	80	22
17329	40 mm	96	26
17336	50 mm	116	31
17337	63 mm	143	38
17338	90 mm	197	51
17333	110 mm	238	61

REDUCTOR BUJE E/C

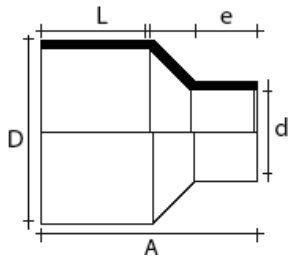


CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	L (mm)	e (mm)
15791	25 A 20 mm	19	19	19
15962	32 A 25 mm	29	22	19
15738	50 A 40 mm	36	32	25
15739	63 A 50 mm	44	44	31
15793	75 A 50 mm	44	44	31
15794	75 A 63 mm	44	44	31
15795	90 A 63 mm	51	51	44
15796	90 A 75 mm	51	51	44
15781	110 A 90 mm	61	61	51
15782	125 A 110 mm	61	61	51
15783	140 A 110 mm	216	86	61
15784	140 A 125 mm	216	86	61
15785	160 A 110 mm	216	86	61
15786	160 A 125 mm	216	86	61
15787	160 A 140 mm	216	86	61
15802	200 A 160 mm	242	106	86
15790	250 A 225 mm	242	106	86

NOTA: Para presiones mayores a 1 MPa consultar con Amanco Plastigama S.A.

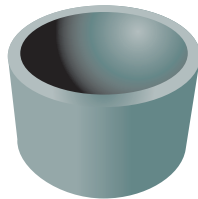
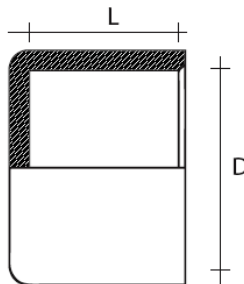
ACCESORIOS PARA TUBERÍAS PVC UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C)

REDUCTOR LARGO E/C



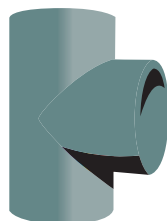
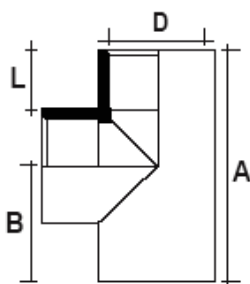
CÓDIGO	DIÁMETRO	A	L	e
		(mm)	(mm)	(mm)
15750	25 A 20 mm	40	19	16
15803	40 A 25 mm	55	26	26
15831	40 A 32 mm	71	34	29
15833	50 A 25 mm	64.5	33.5	19.5
15807	50 A 32 mm	80	40	23
15835	50 A 40 mm	80	40	31
15837	63 A 25 mm	113	51	26
15838	63 A 32 mm	113	51	27
15741	63 A 40 mm	113	51	37
15840	63 A 50 mm	113	52	37
15819	90 A 75/63 mm	112	50	37

TAPÓN HEMBRA E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	L
		(mm)
19918	20 mm	16
19963	25 mm	19
19965	32 mm	22
19966	40 mm	26
19969	50 mm	31
19967	63 mm	38
19953	75 mm	44
19968	90 mm	51
19959	110 mm	61
19938	125 mm	72
19939	140 mm	74
19940	160 mm	86
19942	200 mm	106

TEE E/C

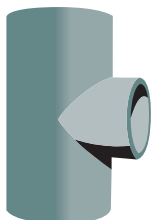
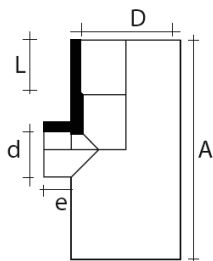


CÓDIGO	DIÁMETRO	A	B	L
		(mm)	(mm)	(mm)
20531	20 mm	54	27	16
20547	25 mm	64	32	19
20548	32 mm	78	39	22
20535	40 mm	97	48	26
20577	50 mm	114	57	31
20549	63 mm	140	70	38
20472	75 mm	170	85	44
20540	90 mm	200	100	51
20526	110 mm	234	117	61
20468	125 mm	335	170	86
20469	140 mm	335	100	86
20527	160 mm	338	166.5	86.5
20530	200 mm	434	207	107
20471	250 mm			

NOTA: Para presiones mayores a 1 MPa consultar con Amanco Plastigama S.A.

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS PVC UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C)

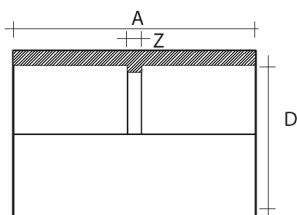
TEE REDUCTORA E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	A	L	e
		(mm)	(mm)	(mm)
21097	25 A 20 mm	64	18	16
20989	32 A 20 mm	79	22	16
20990	32 A 25 mm	79	22	19
20991	40 A 20 mm	96	27	16
20992	40 A 25 mm	96	27	19
20915	40 A 32 mm	96	27	22
20993	50 A 20 mm	114	31	16
21005	50 A 25 mm	114	31	19
20994	50 A 32 mm	114	31	22
20995	50 A 40 mm	114	31	22
20996	63 A 20 mm	143	38	16
20911	63 A 25 mm	143	38	19
20998	63 A 32 mm	143	38	22
21099	63 A 40 mm	143	38	26
21100	63 A 50 mm	143	38	31
20999	75 A 63 mm	149	43	38
20913	90 A 63 mm	164	43	38
20914	90 A 75 mm	164	47	45
20980	110 A 63 mm	194	51	38
20896	110 A 75 mm	194	47	45
21006	110 A 90 mm	194	52	47
20899	125 A 63 mm	234	57	49
20900	125 A 75 mm	234	61	51
20901	125 A 90 mm	234	68	56
20898	125 A 110 mm	234	75	59
20905	140 A 75 mm	242	68	51
20904	140 A 90 mm	242	68	51
20902	140 A 110 mm	242	75	58
20903	140 A 125 mm	242	83	64
20983	140 A 63 mm	242	91	51
20984	140 A 90 mm	242	98	58
21096	140 A 110 mm	242	79	61
20906	140 A 125 mm	242	83	65
20907	160 A 140 mm	253	91	69
20908	200 A 160 mm	261	96	71
20987	200 A 160 mm	261	96	71

■ Con buje

UNIÓN SOLDABLE E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	A	Z
		(mm)	(mm)
23512	20 mm	35	3
23441	25 mm	40	3
23443	32 mm	47	3
23444	40 mm	55	3
23445	50 mm	68	3
23446	63 mm	78	3
23447	75 mm	91	4
23448	90 mm	107	5
23438	110 mm	128	6
23439	160 mm	180	8
23449	200 mm	220	8

NOTA: Para presiones mayores a 1 MPa consultar con Amanco Plastigama S.A.

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS PVC UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C)

SOLDADURAS LÍQUIDAS



POLILIMPIA	
CÓDIGO	CAPACIDAD
19486	125 cc
19485	1000 cc
19487	4000 cc

POLIPEGA	
CÓDIGO	CAPACIDAD
19713	200 cc
19715	946 cc
19714	3785 cc

KALIPEGA GRANDES DIÁMETROS	
CÓDIGO	CAPACIDAD
19705	20 cc
19704	125 cc
19706	250 cc
19708	500 cc
19709	946 cc
19707	3785 cc

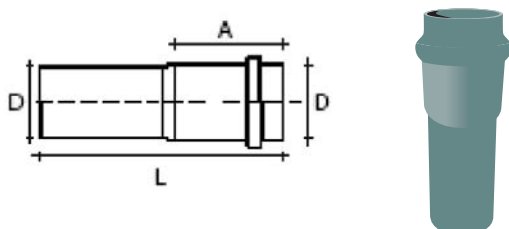
RENDIMIENTO EN INSTALACIONES DE TUBERÍAS DE PVC

DIÁMETRO NOMINAL	Unión por Cementado Solvente (EC)				Unión por Sellado Elastomérico (UZ)		
	Uniones por C/1000 cc.		Metros instalados por hora por cada grupo de trabajo	Número de personas del grupo de trabajo	Uniones por C/1000 cc.	Metros instalados por hora por cada grupo de trabajo	Número de personas del grupo de trabajo
	Polilimpia	Polipega					
20	500	800	250	1			
25	400	600	180	1			
32	350	400	120	1			
40	250	300	80	1			
50	200	220	70	1	250	75	1
63	140	150	50	1	200	60	1
75	110	110	45	2	160	55	2
90	80	80	40	2	120	50	2
110	55	60	35	2	100	40	2
125	45	40	32	2			
140	40	35	30	2			
160	35	30	28	2	45	35	2
200	25	20	25	2	30	30	2
225	20	18	20	2	25	28	2
250	15	12	18	2	25	25	2
315	12	9	14	3	20	20	3
355	10	7	12	3	10	18	3
400	8	5	10	3	8	15	3
500	4	3	8	4	4	12	4
630	2	1	6	4	2	6	4

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS DE PVC UNIÓN POR SELLADO ELASTOMÉRICO (U/Z)

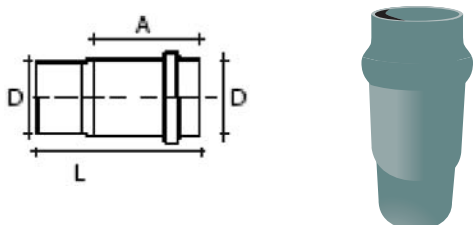
TERMOFORMADO

ADAPTADOR ESPIGO LARGO U/Z



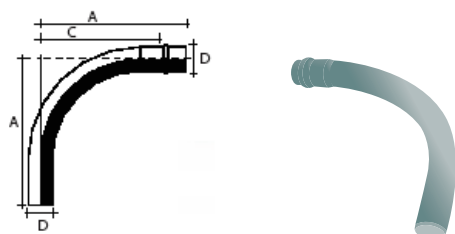
CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	L (mm)
14738	50 mm	114	180
14739	63 mm	120	235
14740	75 mm	125	280
14741	90 mm	131	310
14731	110 mm	139	360
14732	160 mm	160	485
14733	200 mm	177	580
14734	250 mm	198	720
14735	315 mm	225	890
14736	355 mm	242	990
14737	400 mm	261	1110

ADAPTADOR ESPIGO CORTO U/Z



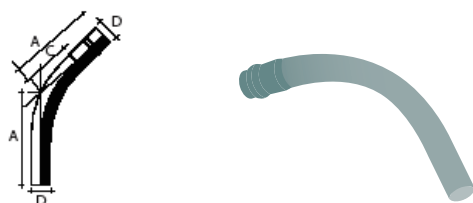
CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	L (mm)
14726	50 mm	110 mm	150 mm
14727	63 mm	120 mm	180 mm
24509	75 mm	130 mm	210 mm
14729	90 mm	140 mm	210 mm
14719	110 mm	150 mm	230 mm
14720	160 mm	200 mm	290 mm
14721	200 mm	230 mm	360 mm
14722	250 mm	240 mm	410 mm
14723	315 mm	340 mm	510 mm
14724	355 mm	360 mm	570 mm
14725	400 mm		

CODO LARGO RADIO U/Z x 90°



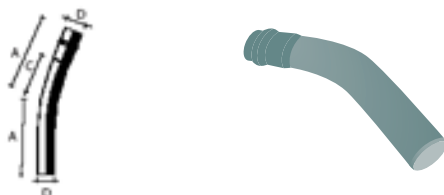
CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	C (mm)
16250	50 mm	255	255
16251	63 mm	404	
16136	75 mm	380	380
16213	90 mm	470	523
16237	110 mm	777	637
16244	160 mm	1149	988
16239	200 mm	1668	1490
16243	250 mm	2973	2774
16247	315 mm	3283	3057
16248	355 mm	3383	3139
16249	400 mm	3633	3370

CODO LARGO RADIO U/Z x 45°



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	C (mm)
16234	50 mm	230	230
16235	63 mm	282	162
16161	90 mm	413	281
16222	110 mm	517	377
16217	160 mm	705	544
16224	200 mm	972	794

CODO LARGO RADIO U/Z x 22.5°

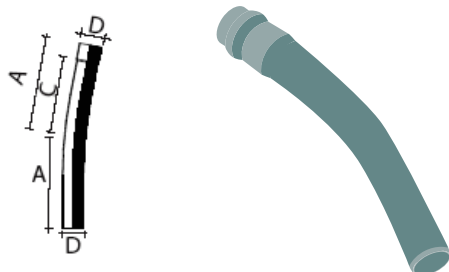


CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	C (mm)
16215	50 mm	210	120
16218	63 mm	277	157
16219	75 mm	324	184
16220	90 mm	383	251
16211	110 mm	474	334
16212	160 mm	559	398
16230	200 mm	731	553

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS DE PVC UNIÓN POR SELLADO ELASTOMÉRICO (U/Z)

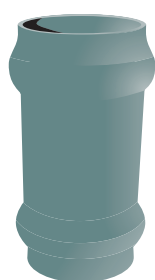
TERMOFORMADO

CODO LARGO RADIO U/Z x 11.25°



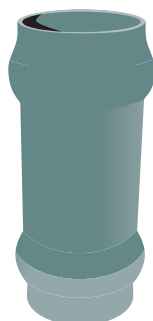
CÓDIGO	DIÁMETRO	A	C
		(mm)	(mm)
16206	50 mm	226	226
16208	63 mm	255	255
16209	75 mm	305	305
16210	90 mm	346	214
16134	110 mm	426	286
16202	160 mm	481	320
16204	200 mm	626	448

UNIÓN REPARACIÓN CORTA U/Z



CÓDIGO	DIÁMETRO	A
		(mm)
23701	50 mm	230
23722	63 mm	250
23702	75 mm	260
23723	90 mm	270
23715	110 mm	285
23716	160 mm	320
23717	200 mm	360
23718	250 mm	420
23719	315 mm	450
23720	355 mm	495
23721	400 mm	535

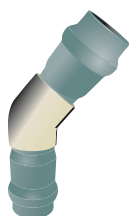
UNIÓN REPARACIÓN LARGA U/Z



CÓDIGO	DIÁMETRO	A
		(mm)
23701	50 mm	270
23722	63 mm	281
23702	75 mm	300
23723	90 mm	311
23715	110 mm	334
23716	160 mm	393
23717	200 mm	440
23718	250 mm	499
23719	315 mm	580
23720	355 mm	613
23721	400 mm	673

ACCESORIOS ENSAMBLADOS

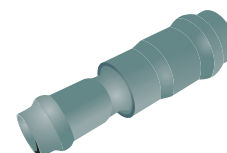
En diámetros desde 50mm hasta 200mm



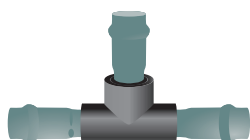
CODO RADIO CORTO U/Z



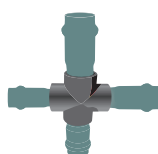
TAPÓN HEMBRA U/Z



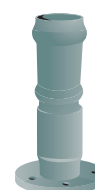
REDUCTOR U/Z



TEE U/Z



CRUZ U/Z



BRIDA U/Z

PÉRDIDAS DE CARGA EN ACCESORIOS DE PVC

Pérdidas de fricción en accesorios, convertidas a metros de longitud de tubería de PVC.

DIÁMETRO NOMINAL		20	25	32	40	50	63	75	90	110	160	200
PÉRDIDAS DE CARGA		(m)										
TEE		0.70	0.80	0.90	1.50	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	3.60	5.00
CODO 90°		1.10	1.20	1.50	2.00	3.20	3.40	3.70	3.90	4.30	5.40	5.50
CODO 45°		0.40	0.50	0.70	1.00	1.30	1.50	1.70	1.80	1.90	2.60	3.50
CODO 90° L/R		0.40	0.50	0.60	0.70	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	2.10	2.60
CODO 45° L/R		0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.20	1.40
VÁLVULA CHECK		2.50	2.70	3.80	4.90	6.80	7.10	8.20	9.30	10.40	13.90	17.60
VÁLVULA DE BOLA		11.10	11.40	15.00	22.00	35.80	37.90	38.00	40.00	42.30	56.70	72.10
VÁLVULA DE COMPUERTA		0.10	0.20	0.30	0.40	0.70	0.80	0.90	0.90	1.00	1.20	1.40

TUBERÍA DE POLIETILENO PARA USO AGRÍCOLA ECUFLEX

Producto fabricado con materia prima virgen no reciclada • no contamina • cumple exigentes estándares de fabricación.



Grado alimenticio

- Conducciones de agua
- Uso en laboratorio de larvas
- Sistemas de riego
- Uso industrial

DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO					OVAL	SIDR	PRESIÓN	ESPESOR			LONGITUD	
	Di		D		PROM				MAX.	e			
	MIN	PROM	MAX.	PROM						MAX.	MIN		PROM
PULGADAS	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)			(PSI)	(mm)	(mm)	(mm)	MIN	
												(m)	
1/2	15.54	15.80	16.05	19.21	0.2				1.53	1.71	1.88	100.0	
3/4	20.55	20.93	21.18	24.97	0.2	11.5	80		1.83	2.02	2.21	100.0	
1	26.14	26.64	26.90	31.70	0.2				2.31	2.53	2.74	100.0	

NOTA: Esta tubería se despacha en rollos. La densidad del material considerada es de 0.925 g/cm³ que es el resultado de una muestra evaluada.

TUBERÍA DE POLIETILENO PARA USO AGRÍCOLA

- Tubería Flex de polietileno de baja densidad, fabricada con materia prima 100% virgen, con protección UV especial para riego.
- Su formulación especial la hace más resistente y durable contra las inclemencias del tiempo para la agricultura.
- No se cuartea, ni resquebraja con el tiempo.
- No produce corrosión química, evitando depósitos e incrustaciones en las paredes interiores, conservando inalterable su sección.

- Ideal para riego por goteo y micro aspersión.
- Amplia gama de accesorios
- Dos presentaciones:
- Uso subterráneo (sin protección UV)
- Uso intemperie (con protección UV)



DIÁ. EXTERIOR NOMINAL	ESPESOR NOMINAL	DIÁMETRO INTERIOR	PRESIÓN DE TRABAJO			LONGITUD DEL ROLLO
			PSI	MPa	m	Kgf./cm ²
mm	mm	mm				
16.00	0.85	14.00	30	0.20	2.04	200
16.00	1.10	13.80	46	0.32	3.24	200
16.00	1.20	13.60	58	0.40	4.08	200
17.70	1.10	15.50	46	0.32	3.24	200
17.90	1.20	15.50	58	0.40	4.08	200
20.00	1.20	17.40	46	0.32	3.24	200
20.00	1.50	17.00	58	0.40	4.08	200
25.00	1.50	22.00	46	0.32	3.24	200
25.00	1.90	21.20	58	0.40	4.08	200
32.00	2.40	27.20	58	0.40	4.08	100
32.00	3.60	24.80	91	0.63	6.40	100
40.00	3.00	34.00	58	0.40	4.08	100
40.00	4.50	31.00	91	0.63	6.40	100
50.00	3.70	42.60	58	0.40	4.08	100
50.00	5.60	38.80	91	0.63	6.40	100
63.00	4.70	53.60	58	0.40	4.08	100
63.00	7.00	49.00	91	0.63	6.40	100

PÉRDIDAS DE CARGA PARA TUBERIAS DE PE BD

Cálculo de las pérdidas de carga en base a tuberías de menor presión por cada diámetro, según la fórmula de Hazen – Williams.

D. Nominal (mm)		16 mm (Diám. Externo)		16 mm (Diám. Interno)		20 mm (Diám. Externo)		25 mm (Diám. Externo)	
Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V
lps	gpm								
0.075	1.19	3.18	0.52						
0.088	1.39	4.23	0.60						
0.100	1.59	5.42	0.69						
0.113	1.78	6.74	0.77	3.05	0.56				
0.126	1.99	8.25	0.86	3.74	0.62				
0.139	2.20	9.90	0.95	4.49	0.69	2.98	0.58		
0.152	2.40	11.69	1.04	5.30	0.75	3.52	0.64		
0.166	2.62	13.77	1.14	6.24	0.82	4.15	0.70		
0.180	2.85	16.00	1.24	7.25	0.89	4.82	0.75		
0.194	3.07	18.39	1.33	8.33	0.96	5.54	0.81		
0.208	3.29	20.93	1.43	9.49	1.03	6.30	0.87	2.01	0.55
0.223	3.53	23.82	1.53	10.79	1.11	7.17	0.94	2.29	0.59
0.238	3.76	26.88	1.63	12.18	1.18	8.10	1.00	2.58	0.62
0.253	4.00	30.11	1.74	13.64	1.26	9.07	1.06	2.89	0.66
0.268	4.24	33.50	1.84	15.18	1.33	10.09	1.12	3.22	0.70
0.286	4.53	37.80	1.97	17.13	1.42	11.39	1.20	3.63	0.75
0.304	4.81	42.33	2.09	19.18	1.51	12.75	1.28	4.07	0.80
0.322	5.10	47.10	2.21	21.34	1.60	14.19	1.35	4.53	0.85
0.344	5.44	53.24	2.36	24.13	1.71	16.04	1.44	5.12	0.90
0.366	5.79	59.73	2.52	27.07	1.82	17.99	1.54	5.74	0.96
0.388	6.14	66.55	2.67	30.16	1.93	20.05	1.63	6.40	1.02
0.410	6.49			33.41	2.04	22.20	1.72	7.08	1.08
0.435	6.89			37.28	2.16	24.78	1.83	7.91	1.14
0.460	7.28			41.35	2.29	27.49	1.93	8.77	1.21
0.485	7.68			45.62	2.41	30.32	2.04	9.67	1.27
0.510	8.08			50.07	2.53	33.28	2.14	10.62	1.34
0.535	8.47			54.72	2.66	36.37	2.25	11.60	1.41
0.565	8.95					40.24	2.37	12.84	1.49
0.595	9.42					44.29	2.50	14.13	1.56
0.625	9.90					48.52	2.63	15.48	1.64
0.655	10.37					52.92	2.75	16.88	1.72
0.685	10.85							18.35	1.80
0.720	11.40							20.12	1.89
0.755	11.96							21.97	1.98
0.790	12.51							23.90	2.08
0.825	13.07							25.89	2.17
0.860	13.62							27.97	2.26
0.900	14.26							30.43	2.37
0.940	14.89							32.98	2.47
0.980	15.53							35.63	2.58
1.020	16.16							38.37	2.68
1.060	16.79							41.20	2.79

PC: Pérdida de carga en m de columna de agua por cada 100m de tubería

V: Velocidad en metros por segundo (m/s)

C: 140 constante de H-W

CÁLCULO EN BASE A DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA BAJA PRESIÓN

lps: Litros por segundo

gpm: Galones por minuto.

PÉRDIDAS DE CARGA PARA TUBERIAS DE PE BD

Cálculos de las pérdidas de carga en base a tuberías de menor presión por cada diámetro, según la fórmula de Hanzen – Williams.

D. Nominal (mm)		32 mm (Diám. Externo)		40 mm (Diám. Interno)		50 mm (Diám. Externo)		63 mm (Diám. Externo)	
Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V
lps	gpm								
0.300	4.76	1.42	0.52						
0.360	5.71	1.99	0.62						
0.420	6.66	2.64	0.72	0.89	0.46				
0.480	7.61	3.38	0.83	1.14	0.53	0.38	0.34		
0.550	8.72	4.35	0.95	1.47	0.61	0.49	0.39		
0.620	9.83	5.43	1.07	1.83	0.68	0.61	0.43		
0.690	10.94	6.63	1.19	2.23	0.76	0.75	0.48		
0.760	12.05	7.92	1.31	2.67	0.84	0.89	0.53		
0.840	13.31	9.54	1.45	3.22	0.93	1.07	0.59	0.35	0.37
0.920	14.58	11.29	1.58	3.81	1.01	1.27	0.65	0.41	0.41
1.000	15.85	13.17	1.72	4.44	1.10	1.48	0.70	0.48	0.44
1.080	17.12	15.19	1.86	5.12	1.19	1.71	0.76	0.56	0.48
1.160	18.39	17.34	2.00	5.85	1.28	1.95	0.81	0.64	0.51
1.260	19.97	20.21	2.17	6.82	1.39	2.27	0.88	0.74	0.56
1.360	21.56	23.28	2.34	7.85	1.50	2.62	0.95	0.86	0.60
1.460	23.14	26.55	2.51	8.96	1.61	2.99	1.02	0.98	0.65
1.560	24.73	30.02	2.68	10.12	1.72	3.38	1.09	1.10	0.69
1.680	26.63	34.43	2.89	11.61	1.85	3.87	1.18	1.27	0.74
1.800	28.53			13.20	1.98	4.40	1.26	1.44	0.80
1.920	30.43			14.87	2.11	4.96	1.35	1.62	0.85
2.040	32.33			16.64	2.25	5.55	1.43	1.81	0.90
2.160	34.24			18.50	2.38	6.17	1.52	2.02	0.96
2.280	36.14			20.45	2.51	6.82	1.60	2.23	1.01
2.400	38.04			22.48	2.64	7.50	1.68	2.45	1.06
2.550	40.42			25.16	2.81	8.39	1.79	2.74	1.13
2.700	42.80					9.33	1.89	3.05	1.20
2.850	45.17					10.31	2.00	3.37	1.26
3.000	47.55					11.34	2.10	3.70	1.33
3.150	49.93					12.41	2.21	4.05	1.40
3.330	52.78					13.75	2.34	4.49	1.48
3.530	55.95					15.32	2.48	5.01	1.56
3.730	59.12					16.97	2.62	5.54	1.65
3.950	62.61					18.87	2.77	6.16	1.75
4.170	66.09							6.82	1.85
4.390	69.58							7.50	1.95
4.610	73.07							8.21	2.04
4.860	77.03							9.05	2.15
5.110	80.99							9.93	2.26
5.360	84.96							10.85	2.38
5.610	88.92							11.81	2.49
5.860	92.88							12.80	2.60
6.110	96.84							13.83	2.71

PC: Pérdida de carga en m de columna de agua por cada 100m de tubería
 V: Velocidad en metros por segundo (m/s)
 C: 140 constante de H-W
 CÁLCULO EN BASE A DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA BAJA PRESIÓN
 lps: Litros por segundo
 gpm: Galones por minuto.

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS DE PE - AGRÍCOLA

ADAPTADOR FLEX 16 mm A 1/2" R/M



- Adaptador roscable macho de 1/2" a flex por inserción de 16 mm.

• 16 mm a 1/2": Código 24502

ADAPTADOR FLEX (16, 20, 25) mm A 3/4" R/M R/M



- Adaptador roscable macho de 3/4" a flex por inserción de 16, 20 y 25 mm.

• 16 mm a 3/4": Código 24494
 • 20 mm a 3/4": Código 24503
 • 25 mm a 3/4": Código 24504

CONECTOR CON CAUCHO PVC - FLEX (16 y 20) mm R/M



- Conector con caucho para tubería de PVC a flex de inserción de 16, 20 mm.
- Para ensamblar en tubería de PVC con orificio de 17 mm de diámetro.

• 16 mm: Código 14816
 • 20 mm: Código 14817

CODO 1 FLEX 16 mm X 90°



- Codo flex de inserción de 16 mm x 90°

• 16 mm: Código 16348

REDUCTOR FLEX (20 x 16 y 25 x 20) mm R/M



- Reductores flex de inserción.

• 16 a 20 mm : Código 15815
 • 20 a 25 mm : Código 15816

ACCESORIOS PARA TUBERÍAS DE PE - AGRÍCOLA

TEE C/R M FLEX (16, 20, 25) mm X 3/4"mmR/M



- Tee derivación Roscable Macho de 3/4" a Flex por inserción de 16, 20 y 25 mm.

- 16 mm a 3/4": Código 20890
- 20 mm a 3/4": Código 20891
- 25 mm a 3/4": Código 20892

TEE FLEX (16, 20 y 25) mm



- Tee Flex por inserción de 16, 20 y 25 mm.

- 16 mm: Código 20556
- 20 mm: Código 20557
- 20 mm: Código 20484

UNIÓN FLEX 16mm



- Unión Flex de inserción de 16 mm.

- 16 mm: Código 23384

PERFORADOR PARA GOTEROS Y MICROS



- Perforador para manguera de Polietileno con orificio de 3 mm de diámetro.

- Perforador: Código 24608

NOVARIEGO

Amanco Plastigama ha desarrollado un nuevo sistema para conducciones de baja presión o a gravedad, con pendientes bajas o moderadas, y, con un diseño estructural exclusivo, que le da mayor rigidez.

Como es una tubería aligerada y más económica, la misma inversión haríamos con diámetros de tubería de mediana y alta presión tradicional, para la cual es necesario el uso de una bomba de presión para vencer las pérdidas de carga, que si usáramos la tubería Novariego, aumentando diámetros en conducciones, lo que nos permite una disminución de las pérdidas de carga. Esto nos da por resultado el uso de una bomba de menor presión y obtenemos así un ahorro considerable de energía para bombeo a mediano o largo plazo.

VENTAJAS

- Unión especial, de gran hermeticidad.
- Doble pared estructurada de alta resistencia y mayor rigidez.
- Presión Nominal de trabajo de 30 PSI.
- Liviana y de fácil transportación e instalación.
- Conducción de baja presión al más bajo costo.
- Amplia gama de accesorios:
- Adaptadores E/C a Novariego
- Codos largo radio de 90° y 45°
- Tee Novariego
- Tee Novariego a E/C
- Conexiones para válvulas de control de aire.



NOVARIEGO

Sistema de conducciones para baja presión (30 PSI), versátil como los sistemas tradicionales de conducción a presión, a un menor costo.

Superficie interior lisa, lo que permite tener una menor pérdida de carga en conducciones a gravedad, transportando mayor caudal vs. canales abiertos de tierra o cemento.

Es liviana, lo que permite manejarla fácilmente en obra o en lugares de difícil acceso y en captaciones a gravedad.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO INTERNO	PRESIÓN DE TRABAJO			PESO
		PSI	MPa	Kgf/cm ²	
Dn (mm)	Di (mm)				Kg/m
160	146	30	0.20	2.04	5.60
200	181	30	0.20	2.04	8.80
250	227	30	0.20	2.04	8.80
315	284	30	0.20	2.04	8.80
400	362	30	0.20	2.04	13.70

PÉRDIDAS DE CARGA PARA TUBERÍAS DE NOVARRIEGO

Cálculo de las pérdidas de carga en base a tuberías de menor presión por cada diámetro, según la fórmula de Hazen – Williams.

D. Nominal (mm)		160		200		250		315		400	
Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V
lps	gpm										
12	190	0.32	0.72								
14	222	0.43	0.84								
16	254	0.55	0.96								
18	285	0.68	1.08	0.24	0.70						
20	317	0.83	1.19	0.29	0.78						
22	349	0.99	1.31	0.35	0.86						
24	380	1.16	1.43	0.41	0.93						
26	412	1.35	1.55	0.47	1.01						
28	444	1.55	1.67	0.54	1.09						
32	507	1.98	1.91	0.70	1.24	0.23	0.79				
36	571	2.47	2.15	0.87	1.40	0.29	0.89				
40	634	3.00	2.39	1.05	1.55	0.35	0.99				
44	697	3.58	2.63	1.26	1.71	0.42	1.09				
48	761	4.21	2.87	1.48	1.87	0.49	1.19	0.16	0.76		
52	824			1.71	2.02	0.57	1.28	0.19	0.82		
56	888			1.96	2.18	0.65	1.38	0.22	0.88		
62	983			2.37	2.41	0.79	1.53	0.26	0.98		
68	1,078			2.81	2.64	0.93	1.68	0.31	1.07		
74	1,173			3.29	2.88	1.09	1.83	0.37	1.17	0.11	0.72
80	1,268					1.26	1.98	0.42	1.26	0.13	0.78
86	1,363					1.44	2.12	0.48	1.36	0.15	0.84
92	1,458					1.64	2.27	0.55	1.45	0.17	0.89
98	1,553					1.84	2.42	0.62	1.55	0.19	0.95
106	1,680					2.13	2.62	0.71	1.67	0.22	1.03
114	1,807					2.43	2.82	0.82	1.80	0.25	1.11
122	1,934							0.93	1.93	0.28	1.19
130	2,061							1.04	2.05	0.32	1.26
138	2,187							1.16	2.18	0.36	1.34
146	2,314							1.29	2.30	0.40	1.42
154	2,441							1.43	2.43	0.44	1.50
164	2,599							1.60	2.59	0.49	1.59
174	2,758							1.79	2.75	0.55	1.69
184	2,916									0.61	1.79
194	3,075									0.67	1.88
204	3,233									0.74	1.98
214	3,392									0.80	2.08
224	3,550									0.88	2.18
236	3,741									0.96	2.29
248	3,931									1.06	2.41
260	4,121									1.15	2.53
272	4,311									1.25	2.64
284	4,501									1.36	2.76

PC: Pérdida de carga en m de columna de agua por cada 100m de tubería

V: Velocidad en metros por segundo (m/s)

C: 150 constante de H-W

CÁLCULO EN BASE A DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍA BAJA PRESIÓN

lps: Litros por segundo

gpm: Galones por minuto.

Republic of Ecuador

👉 EDICT OF GOVERNMENT 👈

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.



NTE INEN 1373 (2010) (Spanish): Tubería plástica. Tubos y accesorios de PVC rígido para presión. Requisitos

BLANK PAGE





INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1 373:2010
Segunda revisión

TUBERÍA PLÁSTICA. TUBOS Y ACCESORIOS DE PVC RIGIDO PARA PRESIÓN. REQUISITOS.

Primera Edición

PLASTIC PIPES. *uPVC* PRESSURE PIPES AND FITTINGS. REQUIREMENTS.

First Edition

DESCRIPTORES: Polímeros, tubería, conducciones a presión, construcciones tubos plásticos, accesorio para tubos, PVC rígido, especificaciones.

PL: 04.03-405

CDU: 621.643.29:678.743.22.696.11

CIU: 3560

ICS: 23.040.20

<p>Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria</p>	<p align="center">TUBERÍA PLÁSTICA. TUBOS Y ACCESORIOS DE PVC RÍGIDO PARA PRESIÓN. REQUISITOS.</p>	<p align="center">NTE INEN 1 373:2010 Segunda revisión 2010-11</p>
---	---	---

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los tubos y accesorios de cloruro de polivinilo, (PVC) rígido utilizados para transporte de agua a presión.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma es aplicable a tubos de PVC rígido, fabricados mediante el proceso de extrusión y accesorios de PVC rígido fabricados íntegramente mediante el proceso de inyección en una sola pieza, que serán utilizados en sistemas de transporte de aguas subterráneas y superficiales, o para cualquiera de éstos en el interior y exterior de edificaciones.

2.2 Esta norma es aplicable a tubos y accesorios de PVC rígido, usados para el transporte de agua a presión hasta temperaturas de 45⁰C (ver numeral 4.2 de esta norma) para propósitos generales así como para el transporte de agua potable.

3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 1 333 y las que a continuación se detallan:

3.1.1 *Accesorio inyectado.* Es el accesorio que se obtiene mediante el proceso de moldeo por inyección.

3.1.2 *Aditivos.* Son todos los materiales que ayudan a mejorar la calidad del proceso y del producto final, tales como: antioxidantes, estabilizantes UV y pigmentos entre otros.

3.1.3 *Baja presión.* Término aplicado exclusivamente a los tubos y accesorios de presión nominal 0,5 MPa, para usos diferentes al de sistemas de agua potable.

3.1.4 *Coefficiente de diseño (C).* Es un factor de seguridad con valor mayor que 1, que toma en consideración las condiciones de servicio, así como las propiedades de los componentes de un sistema de tubería a menos que estos estén considerados en el límite inferior de confianza, σ_{LCL} .

3.1.5 *Diámetro exterior medio (Dm).* Es el cociente del valor medido de la circunferencia exterior del tubo y del valor π (pi) o del resultado promedio de la medida de cuatro o más diámetros. Valor redondeado al 0,1mm superior.

3.1.6 *Diámetro nominal (DN).* Diámetro exterior del tubo sin considerar su tolerancia, que sirve de referencia para su identificación.

3.1.7 *Ecuación de esfuerzo.* Ecuación que establece la relación entre esfuerzo, presión nominal y dimensiones del tubo.

$$\sigma_s = \frac{PN}{2e} (DN - e)$$

En donde:

σ_s = esfuerzo hidrostático de diseño, en MPa

PN = presión nominal, en MPa

DN = diámetro nominal, en mm

e = espesor nominal de pared, en mm

(Continúa)

DESCRIPTORES: Polímeros, tubería, conducciones a presión, construcciones tubos plásticos, accesorio para tubos, PVC rígido, especificaciones.

3.1.8 Esfuerzo hidrostático de diseño (σ_s). Esfuerzo tangencial máximo permitido, el cual puede aplicarse en forma continua con la certidumbre de que no ocurrirá alguna falla en el tubo. Se obtiene dividiendo EMR por el coeficiente de diseño C, redondeado al valor inmediato inferior de las series R20, ver 3.1.7.

$$\sigma_s = \frac{EMR}{C}$$

3.1.9 Esfuerzo mínimo requerido (EMR). Es el valor σ_{LCL} , redondeado al valor inmediato inferior de las series R10 o R20* conforme a la NTE INEN 328, dependiendo del valor de σ_{LCL} .

3.1.10 Espesor nominal de pared (e). Espesor mínimo de pared del tubo al cual se aplican las tolerancias establecidas en esta norma.

3.1.11 Límite inferior de confianza a 20 °C para 50 años (σ_{LCL}). Es el valor con las unidades de esfuerzo, en MPa, que pueden ser consideradas como una propiedad del material y representa el 97,5% del límite inferior de confianza del esfuerzo de largo plazo promedio a 20 °C para 50 años con presión hidrostática interna*.

3.1.12 Presión nominal (PN). Es el valor expresado en MPa, que corresponde a la presión interna máxima admisible para uso continuo del tubo al conducir agua a 20°C de temperatura.

3.1.13 Serie del tubo (S). Valor numérico adimensional que se relaciona con el diámetro y espesor del tubo, es constante para diferentes diámetros de tubería aplicados a una presión. El número de serie S del tubo está dado por la siguiente ecuación:

$$S = (SDR - 1) / 2$$

Donde SDR es la relación entre el diámetro exterior nominal DN de un tubo y el espesor nominal de la pared e .

3.1.14 Ovalamiento de una sección recta del tubo. Es la diferencia entre el diámetro exterior máximo y el diámetro exterior mínimo, medidos en la misma sección transversal del tubo, después de la extrusión pero antes de su almacenamiento.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Presión Nominal y Coeficiente de Diseño

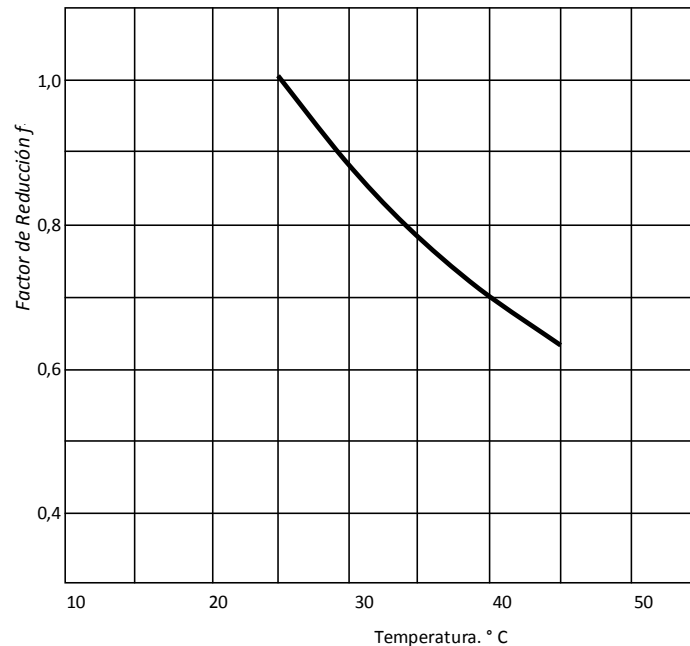
4.1.1 La presión nominal del tubo está relacionada con los valores de la serie S dados en la tabla 2 por la siguiente ecuación:

$$PN = 10 \times \frac{\sigma_s}{S}$$

Donde el esfuerzo hidrostático de diseño σ_s , esta en MPa y el valor de la presión nominal PN se encuentra en bares.

4.1.2 Esta norma considera un esfuerzo mínimo requerido $EMR = 25$ MPa y un coeficiente de diseño $C = 2$, resultando en un esfuerzo hidrostático de diseño $\sigma_s = 12,5$ MPa.

4.2 Factor de corrección de la presión nominal en función de la temperatura. Se debe aplicar un factor de corrección de presión f_T para temperaturas de operación entre 25 °C y 45 °C. Los valores de este factor para diferentes temperaturas están dados en la figura 1. La máxima presión de trabajo se obtiene al multiplicar la presión nominal PN por el factor de corrección f_T .

FIGURA 1. Factor de corrección f_T 

4.3 Material

4.3.1 Composición. El material de tubos y accesorios debe componerse substancialmente de cloruro de polivinilo al cual se pueden añadir aquellos aditivos necesarios para facilitar el procesamiento, manufactura de este polímero, y la producción de tubos y accesorios sanos, durables, con buen terminado en sus superficies, con buena resistencia mecánica y opacidad.

4.3.2 Utilización de aditivos. Ningún aditivo debe utilizarse, individualmente o en conjunto, en cantidad suficiente para producir tóxicos peligrosos, daño de la producción, y daño en las propiedades químicas y físicas del producto. No se utilizarán derivados de plomo como aditivos en la elaboración de tubería y accesorios.

4.3.3 Homogeneidad. El material del producto, tubo o accesorio, será homogéneo a través de la pared y uniforme en color, opacidad y densidad.

4.4 Aspecto superficial. El producto terminado, tubo o accesorio, debe presentar superficies internas y externas lisas a simple vista y libres de grietas, fisuras, perforaciones, protuberancias o incrustaciones de material extraño.

4.5 Material recuperado. Se permite el uso de material recuperado limpio proveniente de la elaboración de tubos y/o accesorios, siempre y cuando la tubería y/o accesorios producidos por la misma fábrica cumplan con los requisitos especificados en esta norma.

4.6 Para instalaciones expuestas directamente a radiaciones solares se protegerá en forma adecuada a la tubería.

4.7 Los tubos y accesorios de PVC rígido deben diseñarse con buenas características hidrodinámicas.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 Bromatológicos y organolépticos. El material del tubo o del accesorio para agua potable no debe ceder olor, sabor o color al agua conducida a través de éste, y debe cumplir los requisitos establecidos en la NTE INEN 1 372.

5.1.2 Tubos. Las dimensiones de los tubos deben ser medidas de acuerdo con la NTE INEN 499.

5.1.2.1 Diámetros nominales (DN). Los diámetros nominales deben seleccionarse y cumplir con las tolerancias establecidas en la tabla 1.

5.1.2.2 Tolerancia entre el diámetro exterior medio y el diámetro nominal. La tolerancia máxima admisible (X) entre el diámetro exterior medio D_m y el diámetro nominal DN debe ser positiva 0^{+x} de acuerdo a la tabla 1

5.1.2.3 Ovalamiento. La tolerancia de ovalamiento de los tubos en fábrica, debe ser positiva 0^{+x} y cumplir con los valores indicados en la tabla 1.

TABLA 1. Tolerancias para el diámetro exterior medio y ovalamiento

Diametro nominal (DN) mm	Tolerancia de diámetro exterior medio (X) mm	Ovalamiento mm
10	+0,3	+1,2
12	+0,3	+1,2
16	+0,3	+1,2
20	+0,3	+1,2
25	+0,3	+1,2
32	+0,3	+1,3
40	+0,3	+1,4
50	+0,3	+1,4
63	+0,3	+1,5
75	+0,3	+1,6
90	+0,3	+1,8
110	+0,4	+2,2
125	+0,4	+2,5
140	+0,5	+2,8
160	+0,5	+3,2
180	+0,6	+3,6
200	+0,6	+4,0
225	+0,7	+4,5
250	+0,8	+5,0
280	+0,9	+6,8
315	+1,0	+7,6
355	+1,1	+8,6
400	+1,2	+9,6
450	+1,4	+10,8
500	+1,5	+12,0
560	+1,7	+13,5
630	+1,9	+15,2
710	+2,0	+17,1
800	+2,0	+19,2
900	+2,0	+21,6
1000	+2,0	+24,0

NOTA 1: La tolerancia de ovalamiento no aplica a tubos de las series S 25 (PN 0,5 MPa) , S 20 (PN 0,63 MPa) y S 16 (PN 0,8 MPa)

5.1.2.4 Espesor nominal. Los espesores mínimos de pared, de acuerdo con las presiones y diámetros nominales seleccionados, han sido calculados aplicando la siguiente ecuación, de acuerdo a la norma ISO 4065:1996

$$e = \frac{DN}{\left[2\left(\frac{\sigma_s}{PN}\right) + 1\right]} = \frac{DN}{(2S + 1)}$$

Donde:

- e = espesor nominal en mm
 DN = diámetro nominal en mm
 σ_s = esfuerzo hidrostático de diseño en MPa
 PN = presión nominal, en MPa
 S = σ_s/PN

TABLA 2. Espesores nominales, e (mm)

Diámetro Nominal D (mm)	Serie del tubo S									
	25	20	16	12,5	10,0	8	6,3	5	4	3,2
	Presión Nominal P (MPa)									
	0,5	0,63	0,8	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4,0
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4
12	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,7
16	-	-	-	-	-	-	-	1,5	1,8	2,2
20	-	-	-	-	-	-	1,5	1,9	2,3	2,8
25	-	-	-	-	-	1,5	1,9	2,3	2,8	3,5
32	-	-	-	-	1,6	1,9	2,4	2,9	3,6	4,4
40	-	-	-	1,6	1,9	2,4	3	3,7	4,5	5,5
50	-	-	1,6	2,0	2,4	3,0	3,7	4,6	5,6	6,9
63	-	1,6	2,0	2,5	3,0	3,8	4,7	5,8	7,1	8,6
75	1,5	1,9	2,3	2,9	3,6	4,5	5,6	6,8	8,4	10,3
90	1,8	2,2	2,8	3,5	4,3	5,4	6,7	8,2	10,1	12,3
110	2,2	2,7	3,4	4,2	5,3	6,6	8,1	10,0	12,3	15,1
125	2,5	3,1	3,9	4,8	6,0	7,4	9,2	11,4	14,0	17,1
140	2,8	3,5	4,3	5,4	6,7	8,3	10,3	12,7	15,7	19,2
160	3,2	4,0	4,9	6,2	7,7	9,5	11,8	14,6	17,9	21,9
180	3,6	4,4	5,5	6,9	8,6	10,7	13,3	16,4	20,1	24,6
200	3,9	4,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,7	18,2	22,4	27,4
225	4,4	5,5	6,9	8,6	10,8	13,4	16,6	20,5	25,2	-
250	4,9	6,2	7,7	9,6	11,9	14,8	18,4	22,7	27,9	-
280	5,6	6,9	8,6	10,7	13,4	16,6	20,6	25,4	-	-
315	6,3	7,7	9,7	12,1	15,0	18,7	23,2	28,6	-	-
355	7,0	8,7	10,9	13,6	16,9	21,1	26,1	-	-	-
400	7,9	9,8	12,3	15,3	19,1	23,7	29,4	-	-	-
450	8,8	11,0	13,8	17,2	21,5	26,7	33,1	-	-	-
500	9,8	12,3	15,3	19,1	23,9	29,7	36,8	-	-	-
560	11,0	13,7	17,2	21,4	26,7	33,2	-	-	-	-
630	12,3	15,4	19,3	24,1	30,0	37,4	-	-	-	-
710	13,9	17,4	21,8	27,2	33,9	-	-	-	-	-
800	15,7	19,6	24,5	30,6	-	-	-	-	-	-
900	17,6	22,0	27,6	-	-	-	-	-	-	-
1000	19,6	24,5	30,6	-	-	-	-	-	-	-

NOTA 2. Coeficiente de Diseño C = 2, Esfuerzo hidrostático de diseño de 12,5 MPa

NOTA 3. Los espesores nominales de tubería se obtienen de las tablas de espesores universales de la norma ISO 4065:1996 en función de la serie del tubo y el diámetro nominal. En el cálculo de espesores de tubo se utiliza la ecuación de esfuerzo.

NOTA 4. Serie 25, no aplica para uso en sistemas de agua potable

a) *Tolerancia entre espesor de pared en un punto cualquiera y espesor nominal.* La tolerancia entre el espesor de pared en un punto cualquiera y el espesor nominal debe ser positiva 0^{+x} y de acuerdo a los valores de la tabla 3.

TABLA 3. Tolerancia entre espesor de pared y espesor nominal, e (mm)

Rango de espesores		Tolerancia
Desde	Hasta	
	1,0	+ 0,3
1,0	2,0	+ 0,4
2,0	3,0	+ 0,5
3,0	4,0	+ 0,6
4,0	4,6	+ 0,7
4,6	5,3	+ 0,8
5,3	6,0	+ 0,9
6,0	6,6	+ 1,0
6,6	7,3	+ 1,1
7,3	8,0	+ 1,2
8,0	8,6	+ 1,3
8,6	9,3	+ 1,4
9,3	10,0	+ 1,5
10,0	10,6	+ 1,6
10,6	11,3	+ 1,7
11,3	12,0	+ 1,8
12,0	12,6	+ 1,9
12,6	13,3	+ 2,0
13,3	14,0	+ 2,1
14,0	14,6	+ 2,2
14,6	15,3	+ 2,3
15,3	16,0	+ 2,4
16,0	16,6	+ 2,5
16,6	17,3	+ 2,6
17,3	18,0	+ 2,7
18,0	18,6	+ 2,8
18,6	19,3	+ 2,9
19,3	20,0	+ 3,0
20,0	20,6	+ 3,1
20,6	21,3	+ 3,2
21,3	22,0	+ 3,3
22,0	22,6	+ 3,4
22,6	23,3	+ 3,5
23,3	24,0	+ 3,6
24,0	24,6	+ 3,7
24,6	25,3	+ 3,8
25,3	26,0	+ 3,9
26,0	26,6	+ 4,0
26,6	27,3	+ 4,1
27,3	28,0	+ 4,2
28,0	28,6	+ 4,3
28,6	29,3	+ 4,4
29,3	30,0	+ 4,5
30,0	30,6	+ 4,6
30,6	31,3	+ 4,7
31,3	32,0	+ 4,8
32,0	32,6	+ 4,9
32,6	33,3	+ 5,0
33,3	34,0	+ 5,1
34,0	34,6	+ 5,2
34,6	35,3	+ 5,3
35,3	36,0	+ 5,4
36,0	36,6	+ 5,5
36,6	37,3	+ 5,6
37,3	38,0	+ 5,7

NOTA 5: Valores tomados de la tabla 3 "Tolerances on wall thickness at any point - Grade T de la Norma ISO 11922-1: 1997"

5.1.2.5 Longitud útil. Los tubos deben ser entregados en longitud nominal de 6 m, sin incluir campana. La longitud del tubo también podrá establecerse por acuerdo entre el fabricante y el comprador.

5.1.2.6 Campanas y espigas.

- a) *Campana para unión por sellado elastomérico.* La longitud mínima de acoplamiento para tubos con un solo terminal elastomérico, debe estar de acuerdo con la NTE INEN 1 331. El diseño de la campana para la unión por sellado elastomérico será responsabilidad del fabricante.
- b) *Campana para unión por cementado solvente.* Las dimensiones de la campana para unión con cemento solvente, deben estar de acuerdo con la NTE INEN 1 330.
- c) *Espiga para unión por sellado elastomérico.* El extremo liso del tubo con sellado elastomérico debe disponer de un bisel. Las dimensiones del bisel será responsabilidad del fabricante.
- d) *Espiga para unión por cementado solvente.* La espiga del tubo debe estar libre de rebabas. La necesidad de la elaboración de un bisel en el extremo liso del tubo para facilitar su ensamble; y su diseño, será a criterio del fabricante.

5.1.2.7 Resistencia a la presión hidrostática interior sostenida. El ensayo de presión hidrostática interior sostenida debe ser realizado según la NTE INEN 503. Los parámetros de ensayo que deben cumplir los tubos son los establecidos en la tabla 4. Luego del ensayo la probeta verificada a simple vista, no debe presentar falla; es decir, sin fisuras o roturas en su interior o exterior. La presencia de hinchamiento en la probeta no se considera falla.

TABLA 4. Parámetros para ensayos de presión hidrostática interior sostenida

Temperatura de ensayo	20 ± 2 °C										
Tiempo de ensayo	1 hora										
Esfuerzo hidrostático de diseño para el cálculo del espesor de pared (σ_s).	12,5 MPa										
Esfuerzo inducido en la pared por la presión hidrostática interior sostenida de ensayo a 1 hora (σ_{1h})	42 MPa										
Factor para ensayos de presión a 1 hora, $F = \sigma_{1h} / \sigma_s$	3,36										
Presión Nominal del tubo PN (MPa)	4	3,15	2,5	2	1,6	1,25	1	0,8	0,63	0,5	
Presión mínima del ensayo (MPa)	13,44	10,58	8,4	6,72	5,38	4,2	3,36	2,69	2,12	1,68	

5.1.2.8 Resistencia al impacto a 20°C. El ensayo de impacto debe realizarse sobre mínimo 3 probetas de cada tubo muestreado y de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 504, con percutor tipo A. Las probetas deben ensayarse a 20°C y bajo las condiciones establecidas en la tabla 5.

a) *Método de cálculo de RVI (Razón Verdadera de Impacto).*

RVI = Número total de probetas falladas/número total de impactos predeterminados (*)
El RVI se calcula para cada tubo ensayado.

(*) El número total de impactos predeterminados se obtiene de multiplicar el número de probetas obtenidas de cada tubo por el número de generatrices equidistantes, correspondientes a cada diámetro, de acuerdo a lo establecido en la tabla 1 de la NTE INEN 504.

b) *Criterio de aceptación.*

Cada tubo debe cumplir las dos condiciones siguientes:

- 1 RVI ≤ 10%
- 2 Máximo 2 probetas falladas por tubo

TABLA 5. Condiciones para el ensayo de Impacto a 20°C (Ver nota 6)

Diámetro Nominal Exterior D mm	Masa del percutor kg	Altura de Caída mm
≤ 16	0,50	2000 +/- 1
20	0,75	
25	1,00	
32	1,25	
40	1,38	
50	1,50	
63	1,75	
75	2,00	
90	2,25	
110	2,75	
125	2,75	
140	3,25	
160	3,75	
180	3,75	
200	4,00	
225	5,00	
250	5,75	
280	6,25	
≥ 315	7,50	

NOTA 6. Se podrán utilizar diferentes masas del percutor y alturas de caída siempre y cuando la energía de impacto sea la equivalente.

5.1.2.9 Temperatura de Ablandamiento VICAT. El ensayo de temperatura de ablandamiento VICAT, debe ser el establecido en la NTE INEN 1 367. La temperatura de ablandamiento VICAT no debe ser menor de 76°C.

5.1.2.10 Reversión Longitudinal. El ensayo a la reversión longitudinal aplicable debe ser el indicado en la NTE INEN 506 o NTE INEN 1 368. El tubo no debe variar en sentido longitudinal en más del 5%. Después del ensayo, la muestra no debe presentar ampollas o fisuras.

5.1.2.11 Ensayo de calidad de extrusión por inmersión en solvente. Para determinar la calidad de extrusión el fabricante podrá optar por uno de los siguientes ensayos:

- a) *Resistencia a la acetona.* La determinación de la calidad de extrusión por inmersión en acetona, de tubos de PVC rígido, debe efectuarse de acuerdo a la NTE INEN 507. La probeta, después del ensayo, no debe presentar signos de desintegración o exfoliación en más de un 10% de su superficie interior y en más de un 10% de su superficie exterior; el ablandamiento o hinchazón no deben considerarse como fallas de probeta.
- b) *Resistencia al diclorometano.* La determinación de la calidad de los tubos de PVC por inmersión en diclorometano, debe efectuarse de acuerdo a la norma ISO 9852. La probeta, después del ensayo, no debe presentar signos de blanqueamiento de la superficie ni exfoliación o desintegración de la probeta. El ablandamiento o hinchazón no debe considerarse como falla de probeta.

5.1.3 Accesorios

5.1.3.1 Dimensiones de las campanas de accesorios para unión por cementado solvente. Las dimensiones de las campanas de los accesorios para unión por cementado solvente deben cumplir con lo establecido en la NTE INEN 1 330.

5.1.3.2 Dimensiones del acoplamiento de accesorio para unión por sellado elastomérico. Las longitudes mínimas de acoplamiento para accesorios inyectados con una campana elastomérica, deben cumplir con lo establecido en la NTE INEN 1 331, en el caso de accesorios inyectados con dos o más campanas elastoméricas, las longitudes mínimas de acoplamiento deben cumplir con lo establecido en la NTE INEN 1332. Otras dimensiones de la campana son responsabilidad del fabricante.

5.1.3.3 Resistencia al impacto. Las probetas deben ser accesorios completos y deben soportar caída libre sobre pavimento rígido de superficie plana horizontal, desde una altura de 2 m para diámetros menores o iguales a 75 mm y de 1 m para diámetros mayores. Luego de ensayados los accesorios no deben presentar rotura tal que se afecte a todo el espesor de su pared. El ensayo debe realizarse a temperatura ambiente de 20 ± 2 °C

5.1.3.4 Temperatura de ablandamiento Vicat. El ensayo a la temperatura de ablandamiento Vicat debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 1 327. La temperatura de ablandamiento Vicat no debe ser menor de 72°C.

5.1.3.5 Ensayo calórico. Los accesorios inyectados para unión por cementado solvente o para unión por sellado elastomérico deben ensayarse por introducción en horno de acuerdo con la NTE INEN 1 325. La línea de unión del accesorio no debe abrirse o separarse en más del 25% del espesor original de pared; el punto de inyección del accesorio no debe desarrollar falla de más del 25% del espesor original de pared; el accesorio no debe presentar escamas en más del 25% de su superficie total, interior y exterior.

5.1.3.6 Resistencia a la presión hidrostática interior sostenida. El método de ensayo debe ser el especificado en la NTE INEN 1 326, el ensayo del accesorio debe cumplir los requisitos establecidos en la tabla 6, luego del ensayo el accesorio verificado a simple vista no debe presentar falla; es decir sin fisuras o roturas en su interior o exterior. La presencia de hinchamiento en el accesorio no se considera falla.

TABLA 6. Parámetros para ensayos de presión hidrostática interior sostenida

Temperatura de ensayo							20 ± 2 °C			
Tiempo de ensayo							1 hora			
Factor para ensayos de presión a 1 hora, F							3,36			
Presión Nominal del accesorio (MPa)	4	3,15	2,5	2	1,6	1,25	1	0,8	0,63	0,5
Presión mínima del ensayo (MPa)	13,44	10,58	8,4	6,72	5,38	4,2	3,36	2,69	2,12	1,68

5.1.4 Uniones

5.1.4.1 Uniones por cementado solvente.

a) *Cemento Solvente.* Hasta cuando se elabore la NTE INEN correspondiente, para el cemento solvente, debe considerarse la norma ASTM D 2 564.

5.1.4.2 Uniones por sellado elastomérico.

a) *Sello elastomérico.* El aro de sellado debe ser resistente a los ataques biológicos, tener la suficiente resistencia mecánica para soportar las fuerzas ocasionales y las cargas durante la instalación y servicio, estar libre de sustancias que puedan producir efectos perjudiciales en el material de tubos y accesorios.

b) Hasta cuando se elabore las NTE INEN correspondiente, para los sellos de caucho o elastoméricos, debe considerarse la norma ASTM F 477.

6. MUESTREO E INSPECCIÓN

6.1 Control interno. Se realizará de acuerdo con lo especificado en el sistema de gestión de la calidad del fabricante.

6.2 Control externo. Se realizará de acuerdo con la NTE INEN 2 016.

7. ROTULADO

7.1 Tubos. Los tubos deben ser marcados de forma legible, indeleble y continua a lo largo del mismo, con intervalos de separación entre leyendas no mayores de 3 m y presentarán como mínimo la siguiente información:

- a) Material: PVC o uPVC
- b) Diámetro nominal y espesor nominal, (mm)
- c) Presión Nominal, MPa
- d) Serie del tubo
- e) Identificación del fabricante
- f) Identificación del lote
- g) Norma de fabricación
- h) País de origen.

En el caso de los tubos de la S 25 (0,5 MPa), el rotulado debe incluir el indicativo: BAJA PRESIÓN

7.2 Accesorios. Los accesorios presentarán la siguiente información:

7.2.1 Impreso en el accesorio:

- a) Material: PVC o uPVC
- b) Diámetro nominal, (mm), sin perjuicio de que se incluya su equivalencia en otros sistemas.
- c) Presión nominal, (MPa) o su designación de la presión (PN)
- c) Nombre del fabricante o marca comercial o identificación de fábrica

7.2.2 Adicionalmente debe ir impreso en el accesorio o en el empaque:

- a) Identificación del lote de fabricación que incluya la fecha de fabricación (año y mes)
- b) Norma de fabricación
- c) País de origen

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 328	<i>Números preferidos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 499	<i>Tubería plástica. Determinación de las dimensiones</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 503	<i>Tubería plástica. Determinación de la resistencia a la presión hidrostática interior sostenida.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 504	<i>Tubería plástica. Determinación de la resistencia al impacto.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 506	<i>Tubería plástica. Determinación de la –reversión longitudinal en tubos. Método de baño a temperatura constante.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 507	<i>Tubería plástica. Determinación de la calidad de extrusión por inmersión en acetona de tubería de PVC no plastificado.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 325	<i>Tubería plástica. Tubería de uPVC para presión. Accesorios. Ensayo de introducción en horno.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 326	<i>Tubería plástica. Tubería de uPVC para presión. Ensayo de resistencia a la presión interna.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 327	<i>Tubería plástica. Tubería de uPVC para presión. Accesorios. Determinación de la temperatura de ablandamiento Vicat</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 330	<i>Tubería plástica. Tubería de PVC rígido para presión. Campanas de tubos y accesorios para unión por cementado solvente. Dimensiones.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 331	<i>Tubería plástica. Tubería de PVC rígido para presión. Campanas de tubos y accesorios para unión por sellado elastomérico. Dimensiones.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 332	<i>Tubería plástica. Tubería de PVC rígido para presión. Accesorios de campana doble para unión por sellado elastomérico. Longitud mínima de acoplamiento.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 333	<i>Tubería plástica. Tubería de cloruro de polivinilo. Terminología.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 367	<i>Tubería plástica. Tubos de uPVC. Determinación de la temperatura de ablandamiento Vicat.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 368	<i>Tubería plástica. Determinación de la reversión longitudinal en tubos. Ensayo de introducción en horno.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 372	<i>Tubos y accesorios plásticos para conducir agua potable. Requisitos bromatológicos y organolépticos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 016	<i>Tubería Plástica. Tubos y accesorios plásticos. Muestreo</i>
ASTM D 2564	<i>Standard Specification for Solvent Cement for Poly(Vinyl Chloride)(PVC) Plastic Piping Systems.</i>
ASTM F 477	<i>Standaric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe.</i>
ISO 4065	<i>Thermoplastics pipes -- Universal wall thickness table</i>
ISO 9852	<i>Unplasticized poly(vinyl chloride)(PVC-U) pipes- Dichloromethane resistance at specified temperature (DCMT). Test method</i>
ISO 11922-1	<i>Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids -- Dimensions and tolerances -- Part 1: Metric series</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

ISO 11922-1. *Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids – Dimensions and Tolerances. Part 1: Metric series.* International Organization for Standardization, Geneva. 1997

ISO 4065 *Thermoplastic pipes-Universal wall thickness table.* International Organization for Standardization, Geneva. 1996.

ISO 4422-1 *Pipes and fittings made of unplasticized poly(vinyl chloride)(PVC-U) for water supply-specifications. Part 1. General,* Geneva. 1996.

ISO 4422-2 *Pipes and fitting made of unplasticized poly (vinyl chloride)(PVC-U) for water supply-specifications. Part 2. Pipes (with or without integral sockets),* Geneva. 1996.

ISO 4422-3 *Pipes and fitting made of unplasticized poly (vinyl chloride)(PVC-U) for water supply-specifications. Part 3. Fittings and joints*, Geneva. 1996.

ISO 12162. *Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications - Classification and designation – Overall Service (design) coefficient*. International Organization for Standardization. Geneva. 1995.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TÍTULO: TUBERÍA PLÁSTICA. TUBOS Y ACCESORIOS DE Código:
NTE INEN 1 373 PVC RÍGIDO PARA PRESIÓN. REQUISITOS. **PL 04.03-405**
Segunda revisión

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1994-08-08 Oficialización con el Carácter de OBLIGATORIO por Acuerdo No. 246 de 1994-09-02 publicado en el Registro Oficial No. 529 de 1994-09-19 Fecha de iniciación del estudio: 2008-11-13
---	---

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Comité Técnico: **Tubos y accesorios plásticos**

Fecha de iniciación: 2006-01-25

Fecha de aprobación: 2009-09-30

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Ing. Jaime Yáñez
Ing. Antonio Vélez
Lcda. Lorena Ricaurte

AMANCO PLASTIGAMA S.A.
AMANCO PLASTIGAMA S.A.
ASOCIACION ECUATORIANA DE PLÁSTICOS,
ASEPLAS
ASOCIACION ECUATORIANA DE PLÁSTICOS,
ASEPLAS
BOPLAST
EMAAP QUITO
ETAPA
HOLVIPLAS
ISRARIEGO CÍA. LTDA.
IQUIASA
POLIMALLA
PLASTICOS RIVAL CIA. LTDA.
SUBSECRETARIA DEL MICIP EN EL AUSTRO
TIGRE ECUADOR
INEN CUENCA
INEN QUITO

Ing. Jorge Mórtola

Tecn. Danilo Aguilar
Ing. Gonzalo Calisto
Ing. Vicente González
Ing. Fernando Balarezo
Ing. Víctor Romero
Ing. Libardo Villaquirán
Ing. Jorge Narváez
Ing. Patricia Larco (Presidenta)
Econ. Beatriz Déleg
Ing. Sylvana Guevara
Ing. Lucía Cabrera
Ing. Marco Fernández

Otros trámites: Esta NTE INEN 1 373:2010 (Segunda Revisión), reemplaza a la NTE INEN 1 373:1994 (Primera Revisión)

El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2010-08-27

Oficializada como: **Obligatoria**
Registro Oficial No. 317 de 2010-11-10

Por Resolución No. 116-2010 de 2010-10-18

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail: direccion@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inencati@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec
URL: www.inen.gov.ec**

* ENGLISH

1. Attaching the valves

After flushing the lines, install the valve to the manifold with an adapter or nipple. Solvent weld versions can be cemented directly to the manifold using standard PVC solvent cement. For pipe thread versions, be sure to use thread tape generously on all male threads. Do not overtighten. Do not use pipe joint compound. Note arrow for water flow direction.

2. Attaching sprinkler lines

Attach sprinkler lines to the valve with an adapter or nipple. Solvent weld versions can be cemented directly to the lines using standard PVC solvent cement. The use of a union at the inlet and outlet of each valve will allow for easy valve maintenance.

3. Running the wire

With the power off, connect the valves to a WaterMaster® timer (or other timer that uses a UL® approved 24 Volt Class 2 transformer as a power source). Use a multi-colored, multi-strand jacketed sprinkler wire. Be sure the wire has at least one more strand than the number of valves in the manifold. Trench and run the wire to the valves. In areas that you will be frequently digging, it is recommended that you use a section of PVC pipe as a protective covering.

4. Attaching the wire

Attach a colored wire to one valve wire on the solenoid and a common wire to the other wire on the solenoid. It doesn't matter which solenoid wire you use as the common. Attach the colored wires to the corresponding zone terminal in the timer and the common wire to the common connection in the timer. Use standard sprinkler wire (20 gauge) for distances less than 800 feet (210 meters) and 18 gauge wire for over 800 feet (210 meters). Use an Orbit grease cap and wire nut at each valve connection (See manifold assembly). Also waterproof any splices made along the run.

5. Close the sprinkler valves

Make sure the lifter for internal manual bleed is in the down (closed) position. The flow control stem should be in the fully open (counter-clockwise) position.

6. Test the system

After all pipe and fittings have been installed (allowing sufficient time for PVC glued joints to dry—24 hours), turn the water supply on and check for leaks with the valves closed. The valves may come on momentarily while initially pressurizing the line, but will shut off in a few moments.

7. Open valves

Turn internal manual bleed lifter up (counter-clockwise) to manually open the valve. Check the downstream pipe and fittings for leaks. Now close the lifter. The valve will shut off in a few moments. The system is now ready to be controlled electrically from the timer or manually by opening the internal manual bleed lifter. (Caution: Frequent manual operation of the valve using the internal manual bleed lifter is not recommended. This type of manual operation is for trouble-shooting and occasional use.)

8. Adjusting the flow control

The optional flow control stem can be adjusted to control the water flow or output pressure from the valve. This is especially useful when the valve is used for watering flowers, shrubs or garden areas. Adjust the flow control stem top of the valve (clockwise to restrict flow, counter-clockwise to increase the flow). NOTE: The flow control stem is not a positive shut-off.

9. Draining

In freezing areas, the valves and lines will need to be drained. Refer to the Orbit® Layout Guide or your local dealer to recommend proper drain points. To insure the electric valves are completely drained in the fall, turn off the main sprinkler shut-off valve and electrically run each valve dry for a few minutes. Turn the timer to the "off" position until spring.

Notes:

- For outdoor use on cold water only. Valves should be placed so that water drains away from the house. If you will not be using culinary water, you must use a filter up-stream of the valve(s).
- All manifolds should be made of Schedule 40 PVC pipe or galvanized fittings and pipe. The use of Orbit's Unifold™ Fittings is an easy method of building an expandable yet easy to service manifold assembly with built-in unions.
- Local codes specify location and type of valves required. Check local codes for installation requirements.
- If static water pressure exceeds 80 psi (5,5 bar), a pressure regulator should be used.
- Where possible, protect the valves with a valve box and place gravel in the bottom.
- Pressure test all water lines and electrically test all timer connections before covering pipe and timer control wire.

FRANÇAIS

1. Raccordement de la vanne

Après avoir vidangé les canalisations, raccordez la vanne au collecteur à l'aide d'un adaptateur ou d'un mamelon. Vous pouvez souder les modèles à emboîtement directement au collecteur à l'aide d'un adhésif à solvant standard pour CPV. Avec les modèles à filetage, utilisez une bonne quantité de ruban sur tous les filets mâles. Ne serrez pas trop. N'utilisez pas de pâte lubrifiante. Notez le sens de l'écoulement indiqué par la flèche.

2. Raccordement des canalisations d'arrosage

Raccordez les canalisations d'arrosage à la vanne à l'aide d'un adaptateur ou d'un mamelon. Soudez les modèles à emboîtement directement à la canalisation à l'aide d'un adhésif à solvant standard pour CPV. L'utilisation d'une union à l'entrée et à la sortie de chaque vanne en facilitera l'entretien.

3. Pose des conducteurs

Coupez le courant. Raccordez les vannes à un programmeur WaterMaster® (ou autre programmeur qui utilise comme alimentation un transformateur classe 2 de 24 volts homologué UL®). Utilisez un fil à arroseur à gaine avec conducteurs multiples et multicolores. Assurez-vous que le fil comporte au moins un conducteur de plus que le nombre de vannes du collecteur. Acheminez le fil dans un sillon jusqu'aux vannes. Dans les endroits où le creusage est fréquent, il est recommandé d'utiliser une section de tuyau en CPV comme gaine de protection.

4. Raccordement des conducteurs

Raccordez un conducteur de couleur à l'un des fils du solénoïde de la vanne et un fil commun à l'autre. L'un ou l'autre des fils du solénoïde peut servir de fil commun. Raccordez les conducteurs de couleur à la borne du programmeur correspondant à la zone désirée et le conducteur commun à la borne commune. Utilisez du fil à arroseur standard (calibre 20) sur une distance de moins de 240 m (800') et du fil de calibre 18 sur toute distance supérieure. Effectuez chaque raccordement de la vanne à l'aide d'une connexion et d'un capuchon (voir l'assemblage du collecteur illustré ci-dessous). Assurez-vous que tous les raccords des conducteurs sont étanches.

5. Fermeture des vannes d'arrosage

Assurez-vous que le levier de relevage de la purge manuelle interne est abaissé (fermé). La tige de réglage de débit doit être complètement ouverte (tournée complètement vers la gauche).

6. Mise à l'essai de l'installation

Une fois les canalisations et les raccords installés (en prévoyant un temps suffisant pour que les joints de CPV collés aient pris, soit 24 heures), ouvrez l'eau et vérifiez s'il y a fuite quand les vannes sont fermées. Il est possible que les vannes s'ouvrent momentanément au moment de mettre la canalisation sous pression, mais elles se refermeront après un moment.

7. Ouverture des vannes

Ouvrez le levier de relevage de la purge manuelle interne (en le tournant vers la gauche) afin d'ouvrir la vanne. Vérifiez s'il y a des fuites en aval dans les canalisations et les raccords. Fermez le levier. La vanne se refermera après un moment. Le système est maintenant prêt à être commandé électriquement par le programmeur ou manuellement à l'aide du levier de relevage de la purge manuelle interne (Attention : Il n'est pas recommandé d'ouvrir fréquemment la vanne à l'aide du levier de relevage. Ce dispositif est conçu pour le dépannage et une utilisation occasionnelle.)

8. Réglage du débit

La tige de réglage du débit facultative sert à ajuster le débit d'eau ou la pression de sortie de la vanne. Cela s'avère particulièrement utile lorsque la vanne sert à l'arrosage de fleurs, d'arbustes ou de potagers. Pour régler le débit, tournez la tige se trouvant sur le dessus de la vanne (vers la droite pour diminuer le débit, vers la gauche pour l'augmenter). REMARQUE : La tige de réglage du débit n'assure pas l'arrêt complet du débit.

9. Vidange

Dans les endroits où il gèle, il est nécessaire de vidanger les vannes et les canalisations. Pour toute recommandation concernant l'emplacement des points de vidange, reportez-vous au Guide de disposition Orbit® ou au détaillant. Pour vous assurer que les vannes électriques sont complètement vidangées à l'automne, fermez d'abord le robinet d'arrêt principal des arroseurs, puis ouvrez chaque vanne électriquement pendant quelques minutes. Réglez le programmeur sur la position d'arrêt jusqu'au printemps.

REMARQUES :

- Pour usage à l'extérieur avec de l'eau froide uniquement. Disposez les vannes de manière à ce que l'eau s'écoule dans la direction opposée à la maison. Si l'eau utilisée est non potable, installez un filtre en amont de la vanne.
- Tous les collecteurs doivent être fabriqués de tube CPV n° 40 ou de tube et de raccords galvanisés. L'utilisation de raccords Orbit Unifold™ est une méthode simple pour réaliser un collecteur extensible et facile d'entretien avec unions intégrées.
- Les codes en vigueur régissent l'emplacement et le type des vannes exigées. Vérifiez les codes en vigueur pour connaître les exigences relatives à l'installation.
- Si la pression de l'eau statique dépasse 5,5 bar (80 PSI), l'utilisation d'un régulateur de pression est recommandée.
- Dans la mesure du possible, protégez les vannes à l'aide d'une boîte dont le fond est recouvert de gravier.
- Effectuez un essai sous pression de toutes les canalisations et un essai électrique de tous les raccords au programmeur avant de les recouvrir.

ESPAÑOL

1. Unión de las válvulas

Después de limpiar la tubería, conecte la válvula al montaje principal usando terminal de hilo exterior de PVC, que puede pegarse directamente a la línea usando adhesivo para PVC. En los terminales de hilo exterior es recomendable usar cinta de teflón. No apretar demasiado, además fijese en la flecha del flujo del agua.

2. Unión de la tubería del sistema de aspersores

Unir los tubos del sistema de aspersores a la válvula con terminales de hilo exterior o adaptadores (unión americana), pueden pegarse directamente a la línea usando adhesivo para PVC. Se recomienda usar uniones americanas en los dos extremos de cada válvula, para facilitar la mantención de las válvulas.

3. Instalación de cables

Con la energía apagada, conecte las válvulas a un programador WaterMaster® (o a otro programador que use como fuente de energía principal un transformador de clase 2 de 24 voltios). Use cable de colores múltiples aprobado para un sistema de aspersores. Asegúrese de que el cable tenga una conexión más que el número de válvulas requerida, para usarlo como "común". Deje algo de cable sobrante en el sector de válvulas. En áreas donde tenga que cavar con frecuencia se recomienda usar las cajas guarda válvulas de Orbit.

4. Conexión de cables

Conecte un cable de color a un cable de la válvula y un cable común al otro cable del solenoide. No importa cual cable se use como común. Conecte los cables de colores al terminal correspondiente de la zona del programador y el cable común a la conexión común del programador. Use cable normal o standard para el sistema de aspersores (calibre 20) para distancias menores de 800 pies (240 metros) y de calibre 18 para distancia mayores de 800 pies (240 metros). En cada conexión de válvulas use una cápsula de grasa Orbit y una tuerca (ver montaje múltiple abajo). Impermeabilice además cualquier empalme que hizo en el cable.

5. Cierre de las válvulas del sistema de aspersores

Asegúrese que el control de drenaje interno de la válvula este en la posición de cerrado (abajo). El sistema de control de flujo debe estar completamente abierta (de vuelta en sentido contrario a las manecillas del reloj).

6. Prueba del sistema

Tras haberse instalado todos los tubos y adaptadores (permitiendo que pase suficiente tiempo para que las uniones se hayan secado—24 horas), abrir el abastecimiento de agua y asegúrese de que no tenga escape cuando las válvulas estén cerradas. Es posible que las válvulas funcionen por unos momentos cuando se le añada presión a la tubería, pero se apagarán casi inmediatamente.

7. Válvulas abiertas y ajuste del control del flujo

Para abrir manualmente la válvula, dé vuelta al tornillo de drenaje interno en dirección contraria a las manecillas del reloj. Compruebe si en el tubo por donde corre el agua y los adaptadores se presentan algún escape, cerrando el tornillo de drenaje. La válvula se cerrará en pocos momentos. Ahora el sistema puede controlarse eléctricamente desde el programador o manualmente por medio del tornillo de drenaje. (PRECAUCION: No se recomienda la operación manual con frecuencia de la válvula usando control de drenaje interno. Esta clase de operación manual es en caso de reparación o para uso ocasional).

8. Ajustando el control de flujo

La manilla para el control de flujo es opcional y se puede ajustar para controlar el flujo de agua o presión. Esto es especialmente útil cuando la válvula es usada para regar flores, arbustos, en general, áreas del jardín de menor caudal y presión. Ajuste el flujo de agua dando vueltas la manilla encima de la válvula (a la derecha para limitar el corriente, a la izquierda para aumentar el corriente). Nota: la manilla para el control de flujo se debe usar solamente para controlar el flujo de agua. No se debe usar para cortar completamente el flujo de agua.

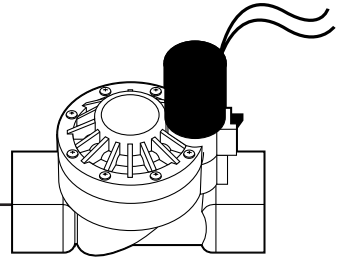
9. Drenaje o desagüe

En áreas donde la temperatura llega a nivel de congelamiento, se deben vaciar las válvulas y las cañerías. Para informarse de que es lo que se recomienda para el desagüe, refiérase a las instrucciones dadas por la compañía (Orbit Layout Guide) o comuníquese con el distribuidor local. Para asegurar que la válvula eléctrica quede completamente seca durante el otoño, cierre la válvula de interrupción del sistema principal y deje por unos minutos que cada válvula se seque accionando eléctricamente la apertura desde el programador. Apague el programador hasta la primavera.

Notes:

- Únicamente para uso al aire libre con agua fría. Las válvulas se deben instalar para que el desagüe salga hacia el lado opuesto de la casa. Si no va a utilizar agua potable, deberá utilizar un filtro que se coloca al comienzo de la válvula.
- Todo montaje múltiple debe hacerse con tubería hidráulica de Cloruro de Polivinilo (Schedule 40 PVC Pipe) o con adaptadores y tubos galvanizados. El uso de adaptadores Unifold de Orbit es un método fácil de hacer un ensamblaje múltiple y expandible con uniones ya incorporadas.
- Los códigos locales especifican el lugar y el tipo de válvulas que se requieren. Examine los códigos locales para saber cuáles son los requisitos para la instalación.
- Si la presión estática del agua excede 80 PSI (5,5 bar), se debe usar un programador para la presión.
- Donde sea posible, proteja la válvula con una caja para válvulas y en el fondo coloque arena, cascajo o gravilla.
- Antes de cubrir con tierra la tubería y el alambre del programador, pruebe la presión del agua de todas las tuberías y pruebe eléctricamente los conexiones.

Orbit WaterMaster®

* **Automatic in-line valve**
Instructions for operation① **Electrovanne automatique à branchement en ligne**
Mode d'emploi② **Válvula automática en línea**
Instrucciones para el funcionamiento y operación③ **Valvola automatica in linea**
Istruzioni per l'uso④ **Automatisches Inline-Steuerventil**
Betriebsanleitung

Orbit® Irrigation Products, Inc.
845 North Overland Rd.
North Salt Lake, Utah 84054
PN 94080-24 Rev B

www.orbitonline.com
1-801-299-5555
1-800-488-6156



* WATERMASTER® LIMITED 6 YEAR WARRANTY

Orbit® Irrigation Products, Inc. warrants to its customers that its WaterMaster® products will be free from defects in materials and workmanship for a period of six years from the date of purchase. We will replace, free of charge, the defective part or parts found to be defective under normal use and service for a period of up to six years after purchase; proof of purchase is required. We reserve the right to inspect the defective part prior to replacement. Orbit® Irrigation Products, Inc. will not be responsible for consequential or incidental cost or damage caused by the product failure. Orbit® Irrigation Products, Inc. liability under this warranty is limited solely to the replacement or repair of defective parts.

① GARANTIE LIMITÉE DE SIX ANS DE WATERMASTER®

Orbit® Irrigation Products, Inc. garantit à ses clients, et ce pendant une période de six ans à partir de la date d'achat, que ses produits WaterMaster® ne comportent aucun défaut de matériel ou de malfaçon. La société s'engage à remplacer, sans frais, toute pièce défectueuse, dans des conditions d'utilisation normales, au cours de six ans suivant l'achat (preuve d'achat requise). La société se réserve le droit d'inspecter la pièce défectueuse avant de la remplacer. Orbit® Irrigation Products, Inc. ne sera en aucun cas tenue responsable des dommages directs ou fortuits causés par une défaillance du produit. En vertu de la présente garantie, la responsabilité d'Orbit® Irrigation Products, Inc. se limite exclusivement au remplacement ou à la réparation des pièces défectueuses.

② WATERMASTER® SEIS AÑOS DE GARANTIA LIMITADA

Orbit® Irrigation Products, Inc. garantiza a sus clientes que sus productos WaterMaster® estarán libres de defectos en material y mano de obra por un periodo de seis años a partir de la fecha de compra. La compañía reemplazará, sin cargo alguno, la parte o las partes que se compruebe que se hayan deteriorado con un uso normal, por un periodo de seis años a partir del momento de efectuada la compra. Orbit® Irrigation Products, Inc. se reserva el derecho de inspeccionar la parte defectuosa antes de reemplazarla. La compañía no se hace responsable de ningún costo por daños causados por el defecto del producto. La responsabilidad de Orbit® Irrigation Products, Inc. dentro del marco de esta garantía se limita solo al cambio o reparación de las partes defectuosas.

③ WATERMASTER® SEI ANNI DI GARANZIA

La Orbit® Irrigation Products, Inc. garantisce all'acquirente i prodotti WaterMaster® contro i difetti di materiali e di lavorazione per sei anni dalla data d'acquisto, impegnandosi a sostituire senz'alcun addebito i particolari difettosi o guastati in condizioni d'uso normale entro il suddetto periodo di sei anni (è richiesta la prova d'acquisto), riservandosi inoltre il diritto di verificare i componenti prima della sostituzione. La Orbit® Irrigation Products, Inc. non potrà essere considerata responsabile per spese e danni indiretti o consequenziali provocati da guasti al prodotto. La responsabilità della Orbit® Irrigation Products, Inc. in base alla presente garanzia è limitata alla sostituzione e alla riparazione dei particolari difettosi.

④ WATERMASTER® EINGESCHRÄNKTE SECHS JÄHRIGE-GARANTIE

Orbit® Irrigation Products, Inc. garantiert seinen Kunden, daß seine WaterMaster® Produkte für einen Zeitraum von sechs Jahren ab Kaufdatum frei von Material- und Herstellungsschäden sind. Wir ersetzen ein defektes Teil oder Teile, die sich unter normalen Verwendungs- und Wartungsbedingungen als defekt erweisen, kostenlos für einen Zeitraum von sechs Jahren ab Kaufdatum. Der Kaufnachweis ist erforderlich. Wir behalten uns das Recht vor, das defekte Teil vor dem Ersatz zu prüfen. Orbit® Irrigation Products, Inc. übernimmt keine Verantwortung für Folge- oder Nebenkosten, bzw. -schäden, die durch den Produktausfall verursacht wurden. Die Haftung von Orbit® Irrigation Products, Inc. im Rahmen dieser Garantie beschränkt sich ausschließlich auf den Ersatz oder die Reparatur defekter Teile.

ITALIANO

1. Installare le valvole

Dopo aver liberato le tubazioni, installare la valvola sul collettore tramite un adattatore o un nipplo. Le versioni a saldare con solvente possono essere fissate direttamente al collettore tramite cemento solvente standard per PVC. Per le versioni con attacco filettato per tubazioni occorre applicare abbondante nastro frenafillette alle filettature. Non stringere eccessivamente. Non utilizzare mastice per raccordi tubolari. Tenere presente la direzione del flusso indicata dalle frecce.

2. Collegare le tubazioni d'irrigazione

Collegare le tubazioni d'irrigazione alla valvola tramite un adattatore o un nipplo. Le versioni a saldare con solvente possono essere fissate direttamente alla tubazione tramite cemento solvente standard per PVC. L'uso di raccordi all'ingresso e all'uscita delle singole valvole facilita la manutenzione delle valvole stesse.

3. Cablaggio

Dopo aver tolto l'alimentazione all'impianto, collegare le valvole ad un timer WaterMaster® (od altro modello che utilizzi come alimentatore un trasformatore di classe 2 a 24 volt omologato UL®). Utilizzare un cavo d'irrigazione multifilare e multicolore rivestito. Il cavo deve avere almeno un filo in più rispetto al numero di valvole del collettore. Interrare e stendere il cavo fino alle valvole. Nelle zone in cui viene praticata spesso la vangatura si raccomanda d'interrare il filo all'interno d'un tubo di protezione PVC.

4. Collegare il cavo

Collegare una fase ed il neutro rispettivamente ai due fili del solenoide. Non è importante quale dei due viene utilizzato come neutro. Collegare i fili colorati al terminale di zona corrispondente nel timer ed il neutro all'apposito morsetto nel timer. Per distanze inferiori ai 240 metri utilizzare un cavo d'irrigazione di tipo standard (sezione 20), mentre per distanze superiori ai 240 metri il cavo dev'essere di sezione 18. In corrispondenza dei singoli attacchi valvola utilizzare un cappuccio anticorrosione lubrificato Orbit ed un cappuccio di protezione (vedere sotto l'assieme collettore). Provvedere inoltre all'ermettazione delle eventuali giunzioni del cavo.

5. Chiudere le valvole d'irrigazione

Verificare che la valvolina di sfianto manuale interna sia in posizione abbassata (chiusa) e che lo stelo di comando del flusso si trovi in posizione completamente aperta (rotazione in senso antiorario).

6. Verificare l'impianto

Dopo aver installato le tubazioni e tutti gli accessori (ed aver lasciato asciugare a fondo le giunzioni PVC incollate per 24 ore), aprire l'alimentazione dell'acqua e verificare che non vi siano perdite nella tubazione a valvole chiuse. Quando la tubazione viene messa inizialmente in pressione le valvole possono entrare in funzione per alcuni istanti, per richiudersi subito dopo.

7. Aprire le valvole

Svitare la valvolina di sfianto manuale interna (girando in senso antiorario) per aprire manualmente la valvola. Verificare che nel tubo e negli accessori a valle non vi siano perdite. Richiudere la valvolina di sfianto manuale. La valvolina si chiude nel giro di alcuni istanti. A questo punto l'impianto è pronto per essere comandato elettronicamente dal timer o manualmente aprendo la valvolina di sfianto manuale interna. Attenzione: il ricorso frequente all'apertura manuale delle valvole tramite la valvolina di sfianto manuale interna è sconsigliato. Questa modalità di funzionamento dev'essere utilizzata solo per la ricerca dei guasti ed in casi eccezionali.

8. Regolazione della portata

Lo stelo di comando del flusso optional può essere utilizzato per regolare la portata d'acqua e la pressione d'uscita dalla valvola. Questo accessorio risulta particolarmente utile quando la valvola viene utilizzata per annaffiare fiori, arbusti e giardini. La regolazione della portata si ottiene agendo sull'estremità dello stelo (ruotando in senso orario per ridurre il flusso, in senso antiorario per aumentarlo). NOTA: lo stelo di comando del flusso non ha funzioni di organo d'intercettazione meccanico.

9. Drenaggio

Nelle zone soggette a congelamento le valvole e le tubazioni devono essere scaricate. Per installare idonei punti di drenaggio consultare la Guida all'installazione Orbit o rivolgersi al proprio rivenditore di fiducia. Per essere certi che le elettrovalvole siano state completamente scaricate nella stagione invernale chiudere la valvola d'intercettazione principale dell'impianto e far funzionare a secco ogni valvola per alcuni minuti. Portare il timer sulla posizione "off" fino al ritorno della buona stagione.

Nota:

- Solo per uso esterno con acqua fredda. Le valvole devono essere installate in modo tale che l'acqua defluisca dalla manichetta. Se non si utilizza acqua potabile, l'acqua dev'essere filtrata a monte delle valvole.
Tutti i collettori devono essere in tubo PVC Schedule 40 o in tubo ed accessori zincati. Per realizzare collettori funzionali ed espandibili con attacchi incorporati si possono utilizzare accessori Orbit Unifold™.
Per la posizione ed il tipo di valvole attenersi alle normative locali.
Se la pressione statica supera gli 5,5 bar (80 PSI) è necessario utilizzare un regolatore di pressione.
Se possibile, proteggere le valvole con un'apposita cassetta, cospargendone il fondo di ghiaia.
Prima di ricoprire la tubazione e il cavo di comando sottoporre la tubazione a prova di pressurizzazione e verificare elettricamente tutte le connessioni del timer.

DEUTSCH

1. Einbau der Ventile

Nach Ausspülen der Leitungen installieren Sie das Ventil mit einem Adapter oder Nippel am Verteiler. Klebenutter können direkt am Verteiler mit einem Standard-PVC-Lösungsmittelkleber angeklebt werden. Bei Rohrgewindeversionen ist darauf zu achten, daß alle Außengewinde reichlich mit Gewindeband versehen werden. Nicht zu fest ziehen. Kein Rohrverbindungs-Kompound verwenden. Den Pfeil, der die Wasserflüchtung angibt, beachten.

2. Installation der Regnerleitungen

Befestigen Sie die Regnerleitungen mit einem Adapter oder Nippel am Ventil. Klebenutter können direkt an den Leitungen mit einem Standard-PVC-Lösungsmittelkleber angeklebt werden. Die Verwendung eines Verbindungsstücks am Ein- und Auslauf jedes Ventils erleichtert die Wartung der Ventile.

3. Verlegen des Kabels

Verbinden Sie die Ventile bei ausgeschaltetem Strom mit einer WaterMaster® Zeitschaltuhr (oder einem anderen Zeitregler, der einen UL®-geprüften 24 Volt, Klasse 2 Transformator als Stromquelle verwendet) mit einem mehrfarbigen, mehradrigen Regner-Mantelkabel. Achten Sie darauf, daß das Kabel mindestens eine Ader mehr hat als die Anzahl der Ventile am Verteiler. Verlegen Sie das Kabel im Boden zu den Ventilen hin. In Bereichen, wo häufig gegraben wird, wird die Verwendung eines PVC-Rohrs als Schutzabdeckung empfohlen.

4. Kabelanschluß

Befestigen Sie einen farbigen Leitungsdraht an einem Ventildraht des Elektromagneten und einen Null-Volt-Leiter am anderen Draht des Elektromagneten, wobei es gleichgültig ist, welcher Magnetventildraht als Null-Volt-Leiter verwendet wird. Bringen Sie die farbigen Drähte am entsprechenden Zonenterminal an der Zeitschaltuhr und den Null-Volt-Leiter am Null-Volt-Anschluß an der Zeitschaltuhr an. Verwenden Sie bei Entfernungen von unter 240 m (800 Fuß) Standard-Regnerkabel 1,5 mm² / 2,5 mm² und bei Entfernungen darüber Kabelgröße 18. Verwenden Sie an jedem Ventilanschluß eine Orbit Schmierabdeckung und eine Drahtmutter (siehe Verteilerbaugruppe unten). Machen Sie auch alle Spleißungen in der Verlegung wasserdicht.

5. Schließen der Regnerventile

Stellen Sie sicher, daß der Stoßel für innere manuelle Entlüftung in der geschlossenen Position (d. h. unten) ist. Der Durchflußregelungsschaft sollte sich in der vollständig geöffneten Position (gegen den Uhrzeigersinn) befinden.

6. Testen des Systems

Nachdem alle Rohre und Fittings installiert sind (genügend lange—24 Stunden—warten, bis die PVC-Klebeverbindungen getrocknet sind), schalten Sie die Wasserzufuhr ein und überprüfen Sie bei geschlossenen Ventilen, daß keine undichten Stellen vorliegen. Die Ventile werden eventuell kurzfristig betätigt, während sie die Leitung erstmals unter Druck setzen, schalten sich aber in kurzer Zeit ab.

7. Öffnen der Ventile

Drehen Sie den Stoßel für innere manuelle Entlüftung nach oben (im entgegengesetzten Uhrzeigersinn), um das Ventil manuell zu öffnen. Überprüfen Sie das Auslaufrohr und die Fittings auf undichte Stellen. Schließen Sie dann den Stoßel. Das Ventil schaltet sich in wenigen Augenblicken ab. Nun kann das System elektrisch durch die Zeitschaltuhr oder manuell durch Öffnen des inneren manuellen Entlüftungsstößels geregelt werden. (Achtung: Eine häufige manuelle Betätigung des Ventils mit dem inneren manuellen Entlüftungsstößel wird nicht empfohlen. Diese Art manuelle Betätigung ist nur zur Fehlersuche und zur gelegentlichen Verwendung vorgesehen.)

8. Einstellung der Durchflußregelung

Der optionale Durchflußregelungsschaft kann zur Regelung der Wasserdurchflußmenge oder des Ventilausgangsdrucks eingestellt werden. Dies ist besonders nützlich, wenn das Ventil zur Bewässerung von Blumen, Sträuchern oder Gartenbereichen verwendet wird. Stellen Sie den Durchflußregelungsschaft des Ventils oben ein (im Uhrzeigersinn für eine geringere Durchflußmenge, gegen den Uhrzeigersinn für eine größere Durchflußmenge). HINWEIS: Der Durchflußregelungsschaft ist kein positiver Abschluß.

9. Entleerung

In Frostgebieten müssen die Ventile und Leitungen entleert werden. Beziehen Sie sich auf das Orbit Layout-Handbuch oder lassen Sie sich bei Ihrem Händler bezüglich geeigneter Ablaufstellen beraten. Um sicherzustellen, daß die Magnetventile im Herbst vollständig entleert sind, schalten Sie das Haupt-Regnerabschlußventil ab und lassen Sie jedes Ventil ein paar Minuten lang elektrisch trockenlaufen. Stellen Sie die Zeitschaltuhr bis zum Frühjahr in die "Aus"-Position.

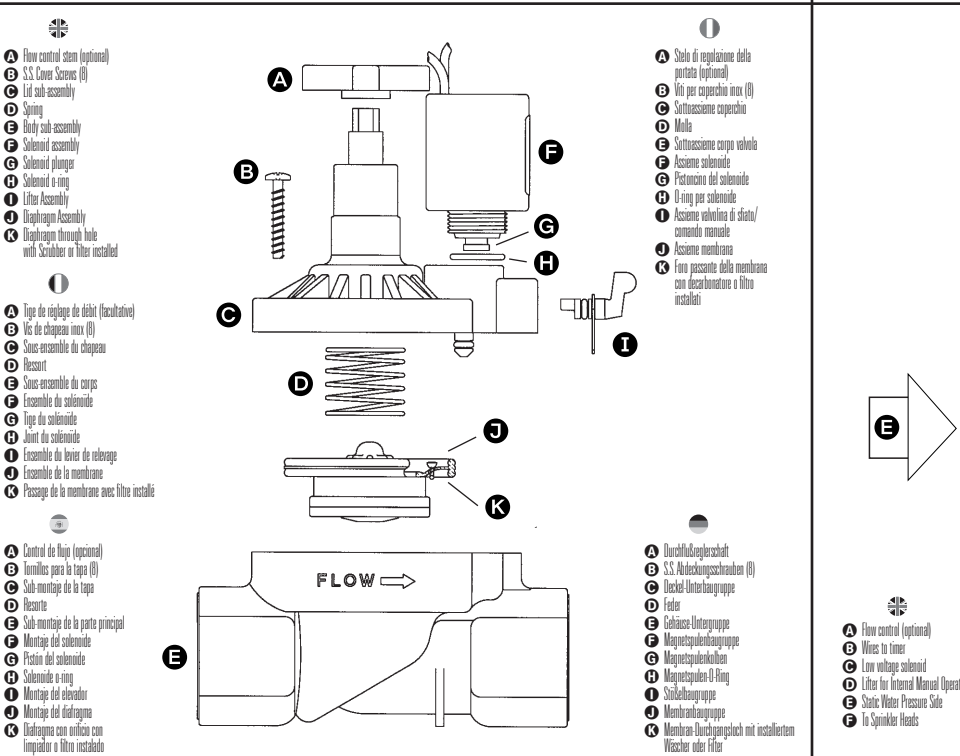
Hinweise:

- Nur zur Verwendung im Freien mit kaltem Wasser. Die Ventile sollten so installiert werden, daß das Wasser vom Haus weg abfließt. Wenn Sie kein Stadtwasser verwenden, müssen Sie flussaufwärts vom Ventil (bzw. von den Ventilen) einen Filter verwenden.
Alle Verteiler sollten aus Schedule 40 [US-Kennziffer zur Kennzeichnung der Wanddicke von Rohren] PVC-Rohr oder verzinkten Fittings und Rohr bestehen. Die Verwendung von Orbit's Unifold™ Fittings ist eine einfache Methode zum Aufbau einer erweiterungsfähigen und trotzdem einfach zu wartenden Verteilerbaugruppe mit integrierten Verbindungsstücken.
Standort und Art der erforderlichen Ventile hängen von den örtlichen Bestimmungen ab. Entnehmen Sie die Installationsanforderungen diesen örtlichen Vorschriften.
Wenn der Wassernenndruck über 80 PSI [5,6 kg/cm2] liegt, sollte ein Druckregler verwendet werden.
Wenn möglich, schützen Sie die Ventile mit einer Ventil-Box und füllen Sie Kies auf den Boden der Box.
Testen Sie den Druck aller Wasserleitungen und nehmen Sie eine elektrische Prüfung aller Zeitschaltuhrverbindungen vor, bevor Sie die Rohre und Zeitschaltuhrkabel abdecken.

FIGURES FIGURES FIGURAS FIGURE ABBILDUNGEN

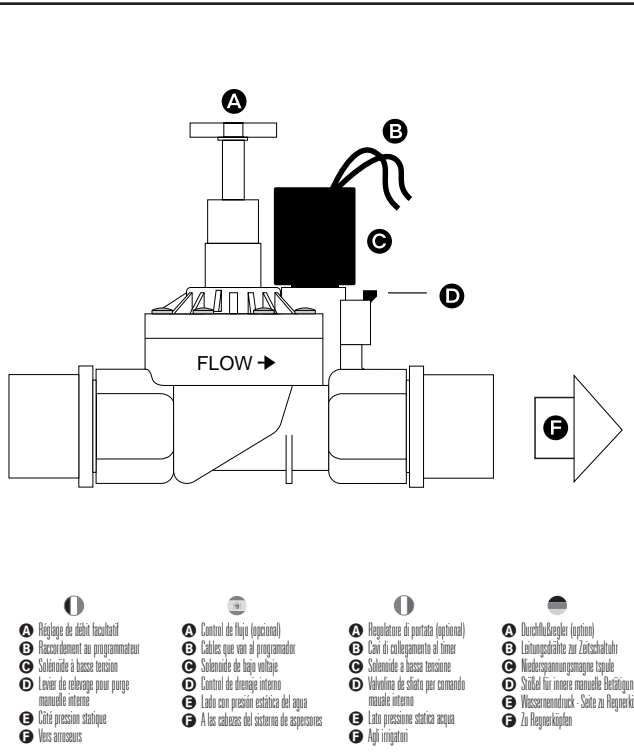
1 Parts listing

- Liste des pièces
Lista de partes
Distinta componenti
Teileliste



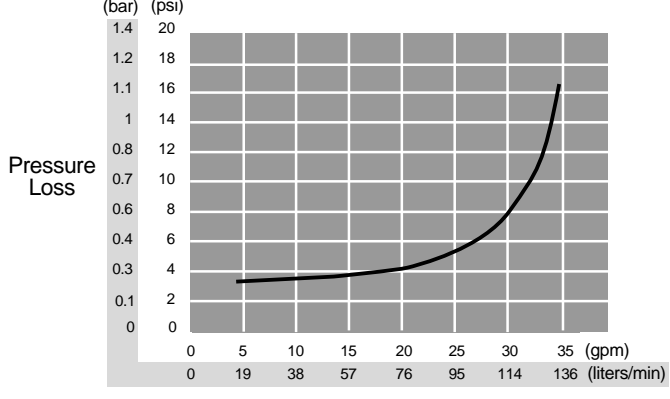
2 Product features

- Le produit comprend
Componentes
Il prodotto è completo
Produkt umfaßt



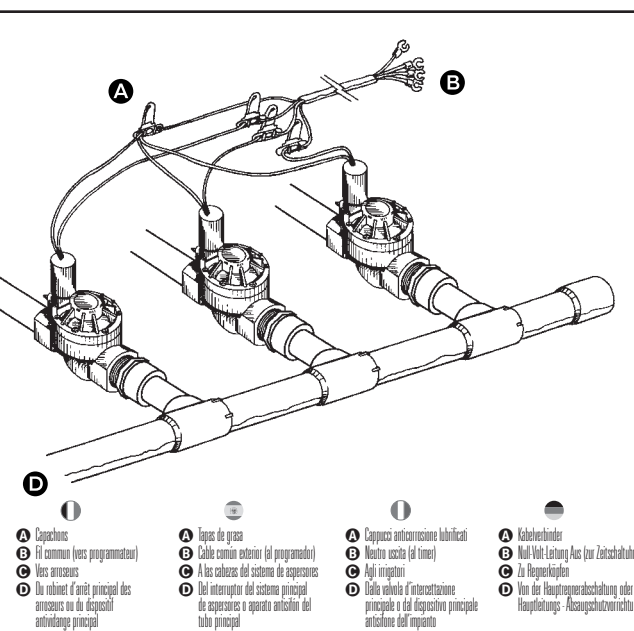
3 Friction Loss Chart

- Diagramme de perte de pression
Diagrama de pérdida de presión para válvula en línea
Tabella di perdita di pressione
Reibungsverlusttabelle für das Inline-Steuerventil



4 Manifold assembly

- Assemblage du collecteur
Ejemplo de un montaje multiple
Assieme collettore
Verteilerbaugruppe



TROUBLESHOOTING DÉPANNAGE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

RISOLUZIONE DI EVENTUALI PROBLEMI FEHLERBEHEBUNG

Table with 5 columns for different symptoms: 'the valve will not open', 'the valve will not open electrically', 'the valve will not close', 'external valve leaks', 'the valve will not open', 'the valve will not open electrically', 'the valve will not close', 'external valve leaks'. Each column contains 'CHECK IF', 'SOLUTION', and 'VERIFICO/SI/SOLUCIÓN' sections in multiple languages.