



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Ingeniería Mecánica

PROYECTO FIN DE CARRERA

CONTROL DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD CARLOS III EN LEGANÉS MEDIANTE BOLARDOS AUTOMÁTICOS

Autor: José Antonio Cobo Sánchez

Tutor: Cristina Castejón Sisamón

Leganés, 6 de Junio de 2011

EL TRIBUNAL

Presidente: Higinio Rubio Alonso

Secretario: Álvaro García Menéndez

Vocal: Ramón Barber Castaño

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCION.....	5
1.1 OBJETIVO.....	5
1.2 MOTIVACION DEL PROYECTO.....	5
CAPÍTULO 2. CONTEXTO TEORICO.....	6
2.1 QUÉ ES UN BOLARDO.....	6
2.2 POR QUÉ UN BOLARDO Y NO UNA BARRERA.....	7
2.3 POR QUÉ UN BOLARDO AUTOMÁTICO.....	10
2.4 TIPOS DE BOLARDOS.....	11
2.4.1 ACCIONAMIENTO MECANICO.....	11
2.4.2 ACCIONAMIENTO AUTOMÁTICO.....	12
2.4.2.1 SISTEMA HIDRÁULICO.....	13
2.4.2.2 SISTEMA NEUMÁTICO.....	28
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	54
3.1 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES GENERALES.....	54
3.1.1 NORMA ISO 14 001 DE SISTEMAS DE GESTION MEDIO AMBIENTAL.....	54
3.1.2 REGLAMENTO ELECTRÓNICO PARA BAJA TENSION: REAL DECRETO 842/2002.....	57
3.2 SISTEMA AUTOMÁTICO ELEGIDO.....	60
3.3 CALCULOS JUSTIFICATIVOS.....	62
3.4 ESQUEMA DE COLOCACIÓN.....	71

3.5 REPRESENTACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.....	79
3.6 SEGURIDAD PASIVA.....	82
3.7 SIMULACIÓN DE EL CONTROL DE ACCESO MEDIANTE PL7 JUNIOR.....	85
CAPÍTULO 4. PRESUPUESTO.....	91
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS.....	97
CAPÍTULO 6. BIBLIOGRAFÍA.....	99
CAPÍTULO 7. INDICE DE FIGURAS, TABLAS Y REFERENCIAS.....	100
7.1 FIGURAS.....	100
7.2 TABLAS.....	102
CAPÍTULO 8. ANEJO. CARPETA TÉCNICA DEL AUTOMATA.....	103

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO

El objetivo fundamental de este proyecto es el de analizar una nueva forma de controlar el acceso al parking de la Universidad Carlos III de Madrid, en su campus de Leganés, mediante bolardos retráctiles automáticos, en vez de las barreras existentes en la actualidad.

En base a ese objetivo se propone una metodología de trabajo mediante la cual se guía al lector de este proyecto:

- Una primera fase en la que se explicará la introducción del mismo y la motivación para llevar a cabo este proyecto.
- La segunda fase consistirá en un desarrollo teórico de los distintos tipos de tecnología automática mediante pilonas, que nos hace posible controlar el acceso al recinto privado antes mencionado.
- Un desarrollo de la tecnología elegida, donde se justifican las decisiones tomadas.
- Un presupuesto y ejecución de la misma, en la que se desarrollarán las actuaciones de obra e instalación.
- Una vez visto en conjunto todo el desarrollo y alcance del proyecto, se observarán las conclusiones y futuros desarrollos.

1.2 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

La idea de controlar el acceso a un recinto privado (en este caso la entrada al parking de la Universidad Carlos III en Leganés) y así conocer quien ha entrado y llevar un registro de las personas autorizadas a ello es la razón y motivación de este proyecto.

Otra de las motivaciones es ampliar conocimientos en el campo de la hidráulica y la neumática, para este tipo de instalaciones. Sin duda lo que en el presente documento se describirá no será más que pinceladas de lo amplia que llega a ser esta tecnología.

CAPÍTULO 2: CONTEXTO TEÓRICO

2.1 QUÉ ES UN BOLARDO

Un bolardo es un poste metálico de aluminio fundido, acero inoxidable o hierro que se ancla al suelo para impedir el paso o aparcamiento a los vehículos. Se usan principalmente para evitar que los coches usen las aceras para aparcar, o para que no penetren en una zona peatonal. Además, algunos comercios los instalan ante sus escaparates debido al peligro de robo por alunizaje. En definitiva su uso hoy en día está ligado a dirigir el tráfico en el sentido deseado.

Los modelos más antiguos se fabricaban en hierro fundido (como los de los muelles), pero la corrosión los atacaba con facilidad. El aluminio fundido es más usado actualmente por su mayor durabilidad y su resistencia a la corrosión.

Los primeros bolardos se atornillaban al suelo, sustituyéndose este anclaje por un empotramiento en hormigón. Además de los fijos existen variedades desmontables de manera manual y otras que se retraen hacia el suelo de manera automática.

El nombre está heredado del Inglés “bollard” y éste del Normando “boulard”. Por definición si atendemos a la RAE: “Poste de hierro colado u otra materia hincado en el suelo y destinado a impedir el paso o aparcamiento de vehículos” [ref 1].

Su uso y necesidad, sobre todo en las ciudades, es de vital necesidad para la circulación y control del tráfico sobre áreas específicas.

Es por ello que ha surgido alrededor de este instrumento toda una tecnología dedicada a las necesidades personales de controlar el acceso de vehículos.

[ref 1]: Definición de bolardo según el formato digitalizado de la Real Academia Española.

2.2 POR QUÉ UN BOLARDO Y NO UNA BARRERA

Varios factores son los que hacen de los bolardos los sustitutos de las barreras a nivel, que han existido hasta ahora.

Sin duda y a simple vista, los bolardos poseen un perímetro de “peligro” alrededor del mismo que es menor que las barreras. El movimiento de subida y bajada del bolardo solo afectará a lo que haya sobre él y su perímetro más próximo. En cambio las barreras a nivel afectarán a todo el ancho de vía de la calzada, teniendo precaución de ver si la barrera ha comenzado a descender.

De los anterior se deduce que gracias a los bolardos el “peligro” ya no viene de arriba, teniendo que alzar la cabeza y comprobar si la barrera empieza a bajar, sino que el “peligro” viene de abajo, posición natural de la vista para una persona que se encuentre andando por la zona.

Vista la ventaja anterior, se puede observar que las barreras están diseñadas para controlar accesos en los que el tráfico de vehículos es relativamente grande, y sin opción a viandantes de moverse libremente por la zona. Por otro lado los bolados están hechos para que el peatón sea el dueño de la calle por la que circule, pudiendo moverse libremente por el ancho de la vía sabiendo que el tráfico de vehículos es bajo. Esto se distingue claramente al ver que los accesos mediante bolardos se encuentran situados en calles que son peatonales pero que permiten el paso de vehículos autorizados.

Un ejemplo de ello es el casco antiguo del mismo Leganés, en el que las calles son peatonales y los vehículos que tienen acceso a ellas son los propios vecinos para aparcar sus coches en los garajes privados. Estas ideas se ilustran en las imágenes 1 y 2.

Las imágenes 1 y 2 han sido tomadas como ejemplo de lo que sería un control adecuado a las necesidades de los vecinos de las Calles Butarque y Madrid en Leganés, calles próximas al emplazamiento que nos interesa en la entrada Sur-Oeste al Campus de la Escuela Politécnica de la Universidad Carlos III de Madrid, en Leganés.



Figura 1. Control de acceso mediante bolardo retráctil en Leganés.

En ambas imágenes se distingue el bolardo automático, el semáforo y el hito de llamada de emergencia o aviso.



Figura 2. Acceso controlado por bolardo retráctil automático en Leganés.

Otra ventaja que poseen los bolardos es la seguridad que produce saber que en un área controlada por éstos, el vehículo no puede ser robado. Los bolardos están diseñados para soportar impactos de vehículos sin que el bolaro se descoloque del suelo. Es por esto que nuestro ladrón de coches no escogerá estas zonas para robar.

Otra ventaja de los bolardos es sin duda su estética y diseño. No ensucian el paisaje como las típicas barreras de color rojo y blanco, sino que la gran variedad en la gama de colores y acabados hacen que pasen inadvertidos para los peatones, en cambio los vehículos los pueden distinguir fácilmente gracias a los leds que poseen estratégicamente ubicados.

2.3 POR QUÉ UN BOLARDO AUTOMÁTICO

El parking de la Universidad ve incrementado y variado su parque de vehículos año tras año. La actividad que una Universidad lleva a cabo a lo largo del curso conlleva el movimiento interno del profesorado, generando un tráfico fluctuante, atraído por la misma.

Como es obvio se descarta la idea de una pilona fija ya que con ésta no se obtendría el control que se espera ya que restringe el tráfico sin posibilidad de controlar el acceso. Por ello la mejor idea para un control seguro sin necesidad de barreras que atraviesen la calzada es colocar una pilona escamoteable o retráctil.

Aquí encontramos la primera diferencia entre pilonas escamoteables. Existen dos tipos diferenciados: Mecánicas y Automáticas.

Las primeras son manuales para un uso esporádico. Se accionan directamente con una llave manual que permite que el hito baje para el paso del vehículo. Un vez pasado el límite de la pilona habría que subir, de nuevo manualmente, la misma.

Descartando por completo este tipo de instalación, de aquí en adelante nos centraremos en las pilonas automáticas, aunque su funcionamiento queda reflejado más adelante.

Estos bolardos llevan asociados la posibilidad de controlar el acceso al área del parking de manera, que por motivos de seguridad sepamos qué vehículos acceden al mismo llevando un control no solo del número de vehículos, sino de qué vehículo ha entrado. Esto se conseguirá teniendo una base previa de los vehículos autorizados.

Las pilonas instaladas para el control del acceso están gestionadas por una estación o puesto de control situado en el centro de seguridad y vigilancia de la Universidad, y controladas por el usuario (lector de matrícula) bajándose o alzándose permitiremos o restringiremos la entrada y salida.

La idea de colocar un semáforo junto a la pilona para saber el estado del acceso es fundamental para el usuario, permitiéndole saber el estado de su actuación. De manera que con solo dos colores (verde y rojo) éste sepa de qué forma actuar.

2.4 TIPOS DE BOLARDOS

La clasificación de los bolardos se hace atendiendo al tipo de accionamiento posible: Mecánico o Automático. Dentro del accionamiento automático se distinguen dos sistemas posibles de elevación, hidráulico o neumático.

2.4.1 ACCIONAMIENTO MECANICO

Este tipo de accionamiento por su sencillez y su poco interés para controlar un acceso con una gran intensidad media diaria, queda descartado por si mismo como candidato.

El mecanismo de funcionamiento es muy simple. La pila se eleva del suelo mediante la acción de un mecanismo con resorte que se encuentra encasquillado mediante una pestaña. La persona que desee acceder al recinto controlado por el bolardo deberá hacer bajar el mismo manualmente, de manera que por ello sea inviable en nuestra situación.

El mecanismo de desbloqueo descrito anteriormente se lleva a cabo mediante una llave que haría accionar o desactivar el casquillo de sujeción.

En la figura 3 se muestra una representación esquemática del sistema. Como se observa instalar este tipo de tecnología no es la solución a nuestro problema.



Figura 3. Sistema mecánico de elevación.

2.4.2 ACCIONAMIENTO AUTOMÁTICO

Este accionamiento es el que realmente nos atañe, ya que perseguimos que el usuario no necesite bajarse del vehículo para que el bolardo permita que se pueda pasar por encima de él. Esta idea viene reflejada en la figura 4, donde se puede ver la parte de bajada del bolardo que se esconde bajo tierra.

Se distinguen dos tipos de sistemas de elevación, hidráulico y neumático que se procederá a explicar.



Figura 4. Mecanismo de elevación automático.

2.4.2.1 SISTEMA HIDRÁULICO

Este sistema necesita de una bomba hidráulica para su funcionamiento. La idea es transmitir la presión de un fluido (aceite) desde dicha bomba hacia el cilindro interior de la pila. Esto se conseguirá haciendo circular la presión del aceite a través de una manguera que conecte la bomba en un extremo, con el cilindro de la pila en el otro.

Las pilas hidráulicas están construidas en acero de alta robustez, disponiendo de raíles de deslizamiento para asegurar el perfecto alineado y concentricidad de la pila.

La parte bajo tierra de la pila es el llamado cajón o cajón perdido. Será necesario abrir el terreno para introducirlo, mientras que el anclaje de la tapa exterior al suelo se realiza a través de 4 tornillos de acero inoxidable siendo el cajón también del mismo material. El esquema de la tapa exterior se representa en la figura 5.

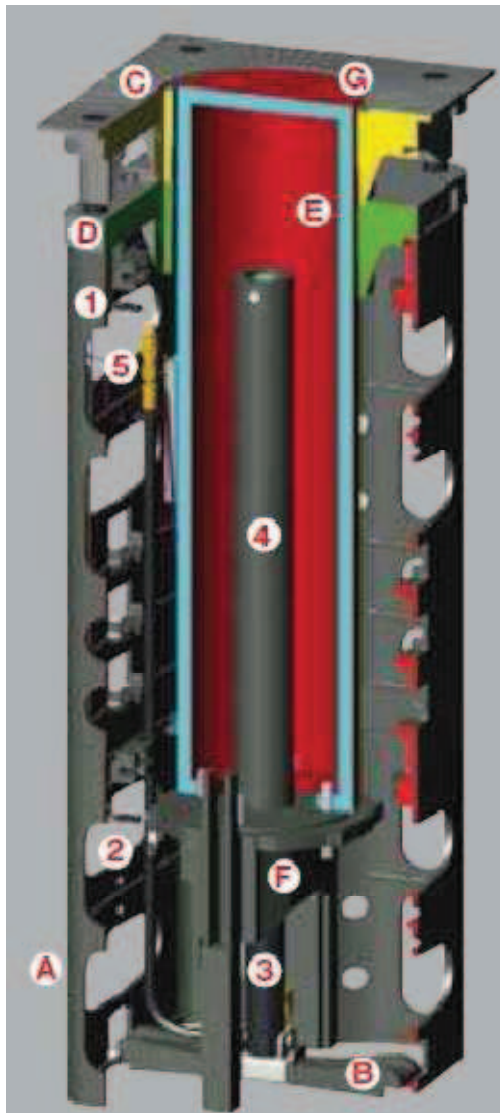


Figura 5. Vistas de una pila.

A continuación se muestran las distintas partes del mecanismo interno de la pila y más adelante se verán las características técnicas y parámetros de un sistema hidráulico.

Partes del mecanismo

Conocer lo que hay bajo tierra y distinguir cada una de las partes de una pila es importante para saber de qué estamos hablando. Esto viene representado en la figura 6 en la que se puede ver un esquema gráfico del equipamiento de una pila hidráulica.



- A. Cajón
- B. Barra final
- C. Tapa exterior
- D. Anclajes
- E. Cuerpo de la pila
- F. Empuje
- G. Anillo de deslizamiento

- 1. Final de carrera. Alto
- 2. Final de carrera. Bajo
- 3. Pistón hidráulico
- 4. Cilindro hidráulico
- 5. Distribución de aceite

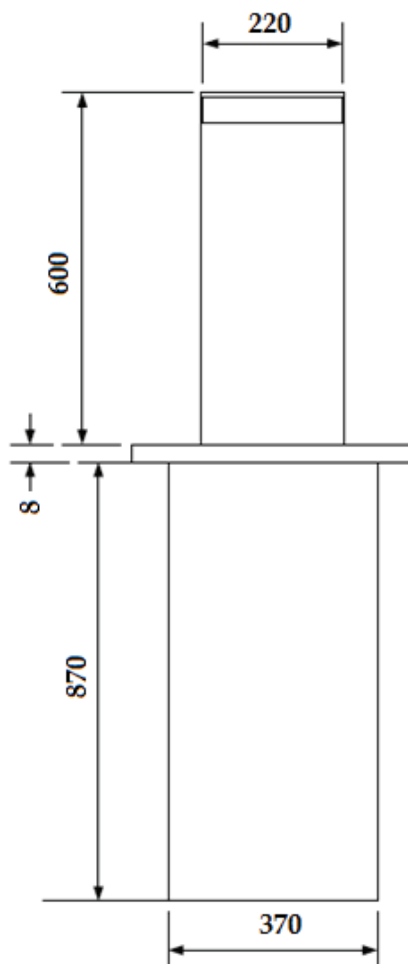
Figura 6. Equipamiento de una pila hidráulica.

Características técnicas

El régimen de temperaturas de trabajo de las pilonas hidráulicas oscila entre los -20°C a los 80°C , siendo la velocidad máxima de subida o bajada de 3 segundos.

La alimentación necesaria será de 230V a 50Hz. Esta alimentación irá bajo tierra hasta un armario de control que se encuentra próximo a la instalación. En él se encuentran elementos tan importantes como la bomba hidráulica, acometida eléctrica, depósito de almacenamiento de fluido y un control remoto del sistema. Éstos últimos se verán a continuación.

Otras características de gran importancia como las medidas de la pila, la duración, material, peso y espesor son las expresadas en la figura 7 y en la tabla 1.



Duración	Material
4.500.000 ciclos	Acero

Peso	Espesor
De 260 kg a 348 kg	De 10 mm o 20 mm

Tabla 1. Características de una pila hidráulica.

Figura 7. Dimensiones de una pila hidráulica.

Armario de control

Asociado a cada sistema de movimiento se encuentra el cajón o armario de control. No será más que un cajetín totalmente informatizado en el que el técnico pueda saber el estado del funcionamiento de la instalación ya que alberga el sistema de motorización.

Este dispositivo se coloca a una distancia prudencial de las pilonas, pudiendo ser controladas mediante un software. Este software controla la apertura o cierre de los parámetros para la subida y bajada de las pilonas, junto con el suministro de la energía necesaria para el movimiento de las mismas.

Nos sirve de apoyo y de gran ayuda para que el sistema se desarrolle con total normalidad ya que es una lógica programable la que controlará las entradas y salidas de vehículos. En la figura 8 se puede ver un armario por dentro. La alimentación se realiza a 230 V y consume una potencia de 500 W. Aguanta temperaturas extremas desde los -10° hasta los 55°. Por supuesto está revestido de una esponja aisladora de los posibles ruidos que se produzcan dentro.



Figura 8. Cajón tipo para un sistema hidráulico.

Dentro del desarrollo teórico en el que se encuentra esta sección se verán a continuación distintos parámetros a tener en cuenta en las instalaciones hidráulicas.

Estos son la potencia instalada, las distintas bombas que hay, el diseño de un sistema hidráulico, las características nominales del cilindro hidráulico, las tuberías hidráulicas, los fluidos hidráulicos, los depósitos, los controladores de dirección y caudal, junto con unas recomendaciones de instalación.

Potencia hidráulica

En un sistema hidráulico, la bomba convierte la energía mecánica de rotación en energía hidráulica (potencia hidráulica) impulsando fluido al sistema.

Las bombas funcionan generando un volumen que va aumentando en el lado de la entrada y disminuyendo en el lado de salida. Así la potencia hidráulica vendrá dada por:

$$Potencia\ hidráulica\ (Kw) = \frac{Caudal\ Nominal * Presion}{600}$$

El caudal nominal vendrá expresado en l*min (litros por minuto), mientras que la presión vendrá expresado en bar (bares).

Tipos de bombas hidráulicas

Hay dos tipos básicos de bombas. Las bombas de desplazamiento positivo y las de desplazamiento no positivo.

Las bombas de desplazamiento no positivo se utilizan para transferir fluidos donde la única resistencia que se encuentra es la creada por el peso del mismo fluido y el rozamiento. Suministran un caudal uniforme y continuo, disminuyendo su desplazamiento cuando aumenta la resistencia, siendo el desplazamiento el volumen de fluido transferido en una revolución. Este tipo de bombas se utilizan para bombas de agua de vehículos, para lavavajillas, lavadoras,...

Las bombas de desplazamiento positivo son las más utilizadas en los sistemas de hidráulicos industriales, aparte de ser la bomba de nuestro sistema. Suministran una cantidad determinada de fluido, en cada carrera, revolución o ciclo.

En ciertas bombas el desplazamiento puede variarse desde cero hasta el máximo, pudiendo llegar a invertir su caudal.

La figura 9 muestra como el fluido entra en la bomba atravesando una válvula anti retorno en la carrera de entrada. En la salida, la válvula anti retorno se cierra, obturando la entrada. Cuando el pistón se mueve hacia delante, el fluido desplazado debe pasar por el orificio de salida.

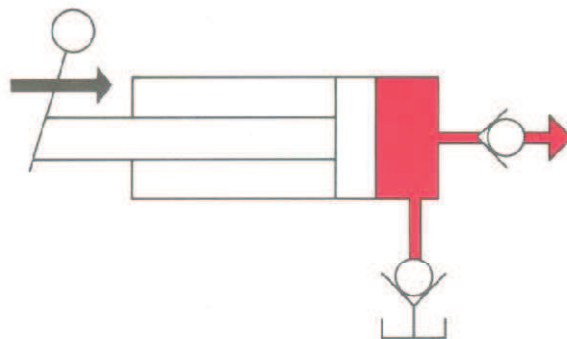


Figura 9. Sentido del fluido en una bomba anti retorno.

La presión viene determinada por la carga de trabajo, y exceptuando las fugas, el caudal de salida es independiente de la presión de trabajo y esto hace que la bomba de desplazamiento positivo sea la más adecuada para utilizarse en la transmisión de potencia.

Diseño del sistema hidráulico

Para diseñar un circuito, la primera consideración es sobre el trabajo que se debe realizar. Este trabajo será el de levantar un peso, el peso de la pila.

Este trabajo determinará el tipo de actuador que hay que realizar. Para nuestro caso un cilindro hidráulico servirá.

La longitud de carrera del cilindro será, por lo menos, igual a la distancia de desplazamiento de la carga (altura máxima de la pila). Su superficie se determinará

mediante la fuerza requerida para elevar la carga (peso de la pilona) y la presión de funcionamiento deseada. Esto se representa en el esquema de la figura 10.

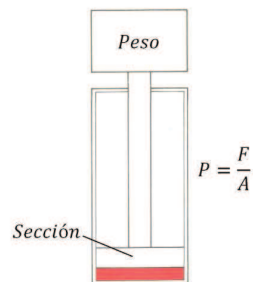


Figura 10. Presión sobre un cilindro hidráulico.

El cilindro transformará la energía hidráulica en mecánica, siendo este un actuador lineal, con una sola dirección de movimiento. Una representación esquemática simple de las partes que componen un cilindro hidráulico viene representada en la figura 11.

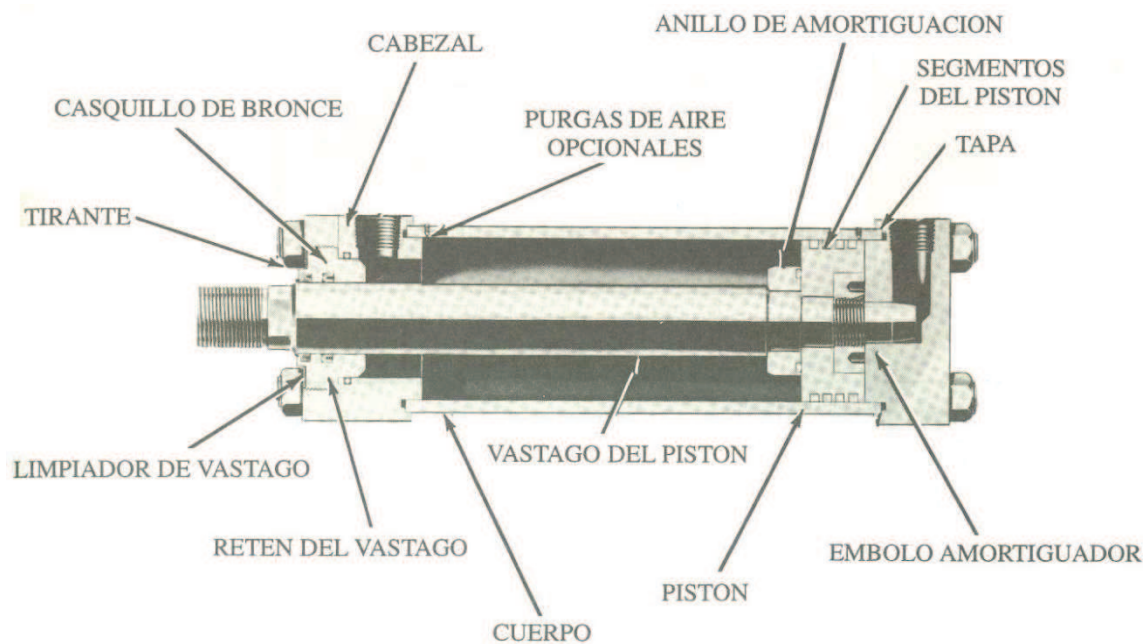


Figura 11. Partes de un cilindro hidráulico.

Características nominales

Las principales características de un cilindro son el diámetro del pistón, el diámetro del vástago (o guía) y la longitud de carrera.

Para determinar la velocidad de un cilindro necesitamos saber su tamaño y el caudal de la bomba:

$$Velocidad \left(\frac{mm}{s} \right) = Caudal * \frac{16667}{Area\ efectiva\ del\ pistón\ (mm^2)}$$

El caudal nominal vendrá expresado en l*min (litros por minuto).

Para determinar la fuerza de salida correspondiente a una presión dada:

$$Fuerza(N) = \frac{Presión\ (bar) * Area\ efectiva\ del\ pistón\ (mm^2)}{10}$$

La tabla 2 representa un esquema de los efectos originados en aplicaciones de cilindros al variar los parámetros.

SUPONIENDO QUE LA CARGA ES CONSTANTE			
CAMBIO	VELOCIDAD	EFEECTO SOBRE LA PRESION DE TRABAJO	FUERZA DISPONIBLE
AUMENTO DE PRESIÓN	SIN EFECTO	SIN EFECTO	AUMENTA
DISMINUCION DE PRESION	SIN EFECTO	SIN EFECTO	DISMINUYE
AUMENTO DE CAUDAL	AUMENTA	SIN EFECTO	SIN EFECTO
DISMINUCION DE CAUDAL	DISMINUYE	SIN EFECTO	SIN EFECTO
AUMENTO DE ϕ DEL CILINDRO	DISMINUYE	DISMINUYE	AUMENTA
DISMINUCION DE ϕ DEL CILINDRO	AUMENTA	AUMENTA	DISMINUYE

Tabla 2. Efectos producidos al variar los parámetros de un cilindro.

Tuberías hidráulicas

Este tipo de tuberías son las llamadas mangueras flexibles, normalizadas según SAE J517. Esta norma contiene los requerimientos de construcción, dimensiones, presión y compatibilidad con los fluidos y la temperatura. Las conexiones de los extremos de estas mangueras flexibles se recomienda que se haga mediante tuercas giratorias, de forma que estas mangueras no se giren o retuerzan. Un ejemplo del esquema de una manguera flexible es el mostrado en la figura 12.

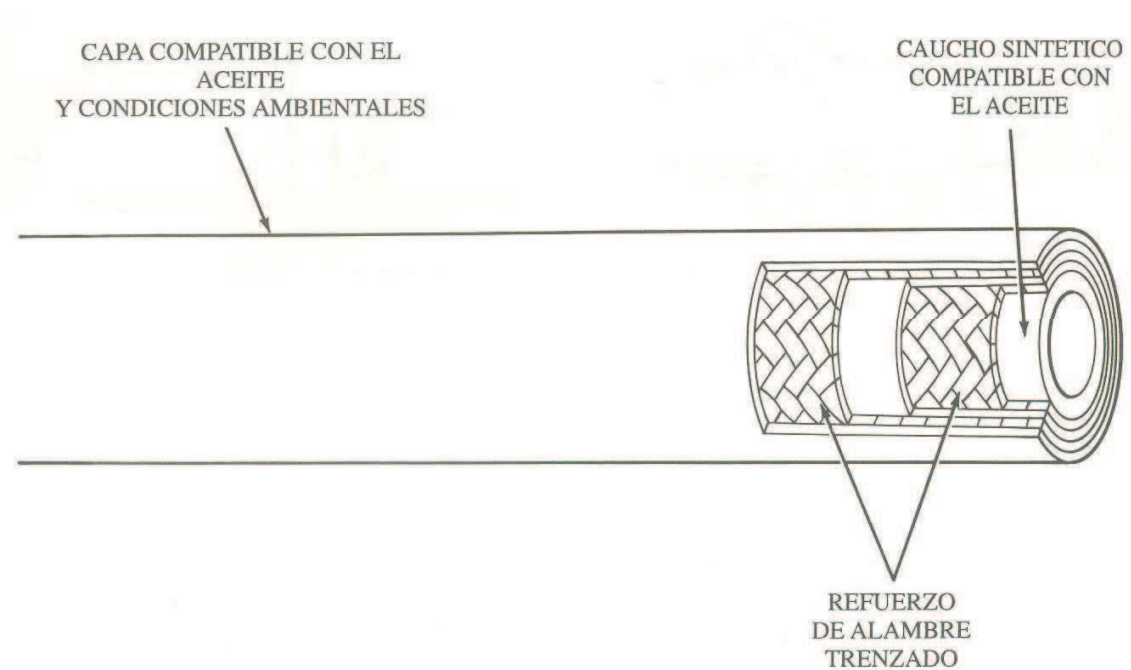


Figura 12. Capas de una manguera flexible.

Es necesario comprobar que el diámetro de la manguera está bien elegido para que el caudal circule a la velocidad recomendada, así como un espesor de pared suficiente para suministrar capacidad de presión. Para ello la figura 13 puede utilizarse para seleccionar el diámetro interno adecuado la manguera si se conoce el caudal y para determinar exactamente cuál será la velocidad si se conocen el caudal y las dimensiones de la tubería. Para utilizar esta gráfica hay que colocar una regla que una los dos valores conocidos y leer el valor desconocido en la tercera columna.

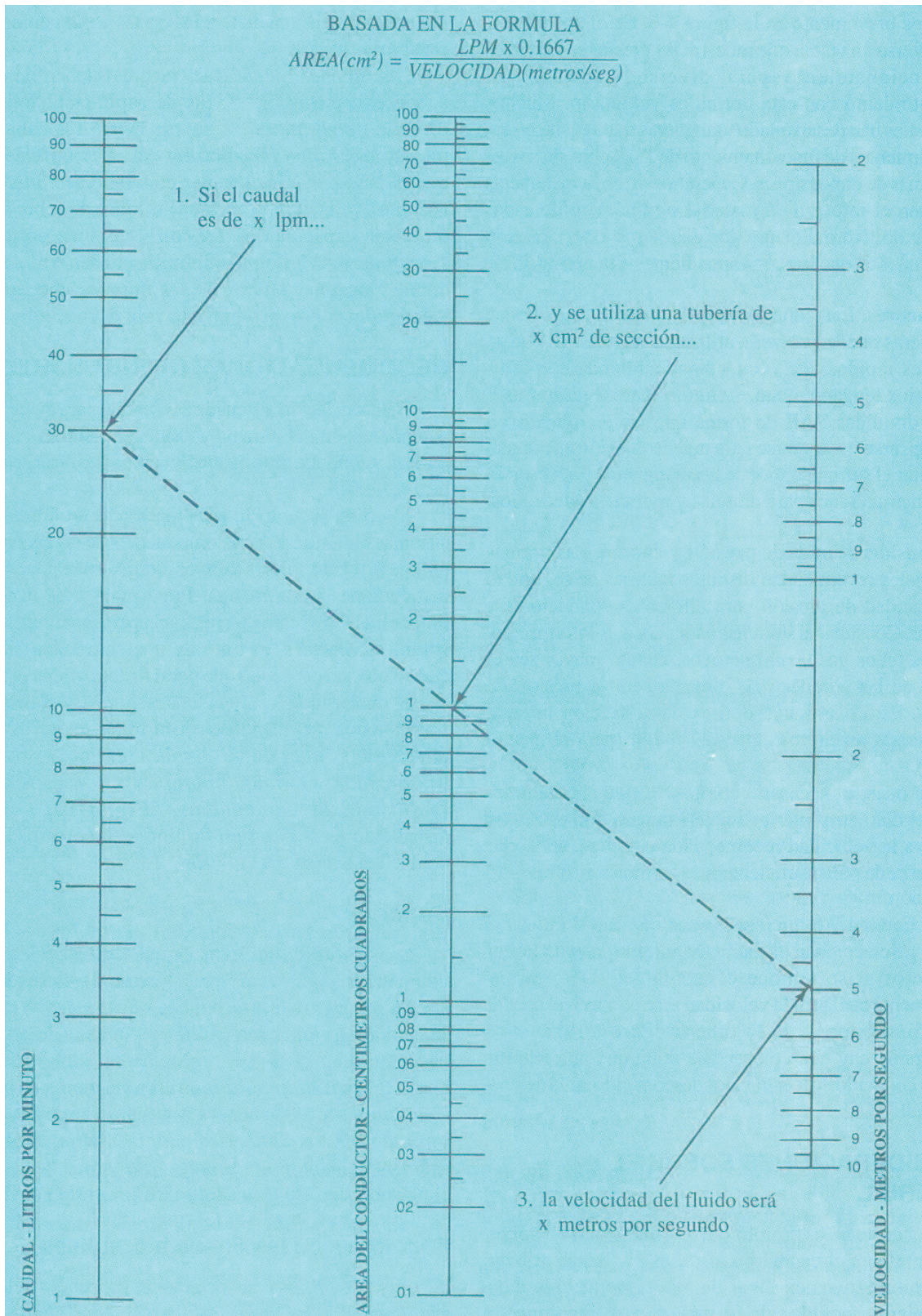


Figura 13. Tabla de selección del diámetro interior de una tubería.

Fluidos hidráulicos

Los fluidos hidráulicos tienen 4 objetivos principales: transmitir potencia, lubricar las piezas móviles, minimizar las fugas y enfriar o disipar el calor. El fluido debe ser también lo mas incompresible posible, de forma que cuando se ponga en marcha una bomba la acción sea instantánea.

Las propiedades de los fluidos hidráulicos que les permiten realizar sus funciones y cumplir con los requerimientos de calidad son:

- Viscosidad.
- Punto de fluidez.
- Capacidad lubricadora.
- Resistencia a la oxidación.
- Protección contra la corrosión.

La viscosidad es la medida de la resistencia del fluido a la circulación del mismo. Si un fluido circula con facilidad, su viscosidad es baja. Un fluido que circula con dificultad tiene una viscosidad alta.

Una viscosidad elevada es deseable para mantener la estanqueidad entre superficies adyacentes, sin embargo, una viscosidad demasiado alta aumenta la fricción. Habría que buscar una solución intermedia que satisfaga los requerimientos del sistema.

El punto de fluidez es la temperatura más baja a la que un líquido puede fluir. Es una especificación muy importante si el sistema hidráulico está expuesto a temperaturas extremadamente bajas.

Es deseable que las piezas móviles del sistema hidráulico tengan una holgura suficiente para que puedan deslizarse sobre una película de fluido. Esta condición se llama lubricación. Si el fluido tiene una viscosidad adecuada, las pequeñas imperfecciones de las superficies de las piezas metálicas no se tocarán. Sin embargo, en equipos de alta precisión, las altas presiones y velocidades, originan que la película de fluido se haga muy delgada, originándose entonces una condición límite de lubricación.

La oxidación es un factor importante que reduce la vida o duración de un fluido. Existen los catalizadores que acelerarán el proceso de oxidación en el sistema hidráulico: calor, presión, contaminantes, agua y las superficies metálicas. Todos ellos aceleran la oxidación una vez que esta empieza. Los fabricantes de aceite hidráulico añaden aditivos para resistir a la oxidación. Estos aditivos impiden que la oxidación continúe una vez iniciada y reducen el efecto de los catalizadores de oxidación.

La corrosión es una reacción química entre un metal y un ácido. Los ácidos resultan de la combinación química del agua con ciertos elementos. Puesto que es casi imposible impedir que el aire atmosférico y la humedad que contiene, penetren en el sistema hidráulico, habrá siempre posibilidades de corrosión.

Tanto la oxidación como la corrosión contaminan el sistema y originan un desgaste. También originan fugas y puede ocurrir que los componentes se agarroten.

Depósitos

La función principal de un depósito en un sistema hidráulico es almacenar y suministrar el fluido. Al transferir calor a través de sus paredes, el depósito también actúa como un intercambiador de calor enfriando el fluido. Como un desaireador, permite que el aire atrapado se eleve y escape mientras que los contaminantes sólidos se depositan en el fondo del depósito, convirtiéndolo en un acondicionador del fluido.

Dentro de los depósitos, éstos están divididos en dos partes por una placa desviadora. Esto es porque el fluido que regresa está más caliente que el aspirado por la bomba y contendrá burbujas de aire. La placa desviadora se instala longitudinalmente a través del centro del depósito, obligando a que el fluido se desplace a lo largo de las paredes de éste. La figura 14 sintetiza esta idea.

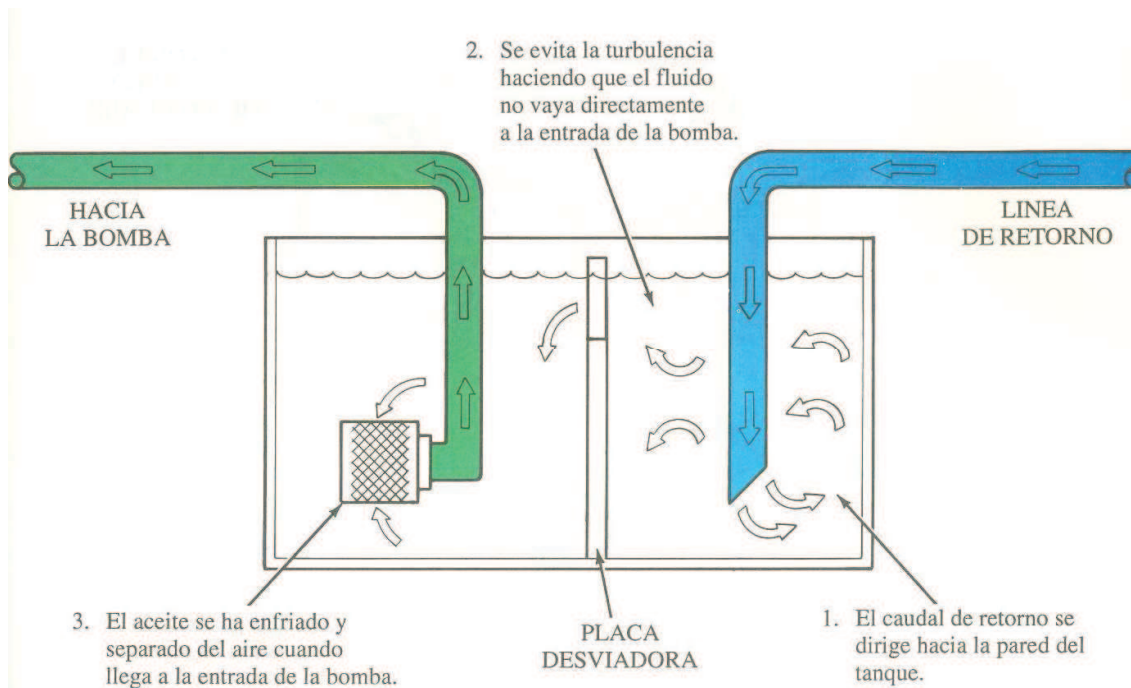


Figura 14. La placa desviadora controla la dirección del caudal de retorno.

Siempre es deseable un depósito grande para promover la refrigeración y la separación de contaminantes. Como mínimo el depósito debe almacenar todo el fluido que el sistema pueda requerir y mantener un nivel de fluido lo suficientemente elevado para impedir el efecto de torbellino a la entrada de la bomba y la consiguiente entrada de aire con el fluido. Para un uso industrial se utiliza:

$$\text{Tamaño del depósito (litros)} = \text{Caudal} * 3$$

El caudal nominal vendrá expresado en l*min (litros por minuto).

Controles de dirección y caudal

Las válvulas direccionales serán utilizadas para controlar la dirección del caudal. Estas válvulas permitirán el paso de fluido en el sentido que se desee, ya sea cuando la pisona sube o cuando baja. Así en la dirección de paso, el obturador se abre a una presión equivalente a la de la manguera, permitiendo que el fluido pase por la válvula.

Las válvulas reguladoras de caudal se utilizan para regular la velocidad de los cilindros o motores en un circuito hidráulico. Mediante una regulación a la entrada y a la salida de la bomba se conseguirá que el cilindro hidráulico deslice sin tirones y de forma progresiva. La forma de controlar el caudal será mediante la presión que el circuito necesita para mover el cilindro, aumentándola o disminuyéndola según sea necesario. El exceso de caudal suministrado por la bomba será desviado al tanque, de forma que el sistema hidráulico quede completamente controlado.

Recomendaciones de instalación

Una instalación adecuada es esencial para evitar fugas, contaminación del sistema y funcionamiento ruidoso.

El aceite sucio es la principal causa de fallos en los sistemas hidráulicos. Los componentes de precisión están particularmente sujetos a daños, debidos a residuos en las instalaciones con tuberías.

Las líneas hidráulicas están sometidas a vibraciones y puntas de presión cuando el fluido que circula por las mismas se detiene bruscamente o cambia su sentido. El aflojamiento o endurecimiento de las juntas puede originar fugas. Por consiguiente, a intervalos, las líneas deben tener soportes con abrazaderas o con bridas. Generalmente se aconseja que estos soportes estén separados de los accesorios para facilitar el montaje y desmontaje.

Las mangueras flexibles deben de instalarse de forma que no se tuerzan durante el funcionamiento de la máquina. Debe dejarse siempre una holgura que las permita moverse libremente y facilite la absorción de las puntas de presión.

Las fugas en cualquier parte de un circuito hidráulico reducen el rendimiento y originan pérdidas de potencia, haciendo que el trabajo se realice más lentamente y generando calor. El elemento de estanqueidad utilizado con mayor generalidad en los equipos hidráulicos es la llamada junta tórica “O”. Es un elemento dinámico actuado tanto por presión como por compresión. La presión fuerza la junta contra uno de los lados de su ranura y hacia afuera en ambos diámetros. La representación esquemática de este sistema viene detallado en la figura 15.

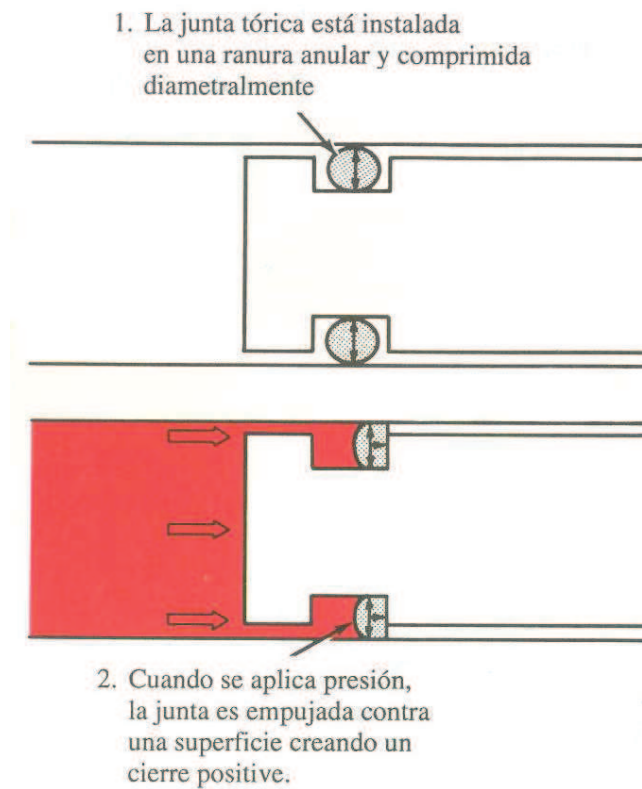


Figura 15. El anillo tórico impide las fugas.

Las tres consideraciones generales para evitar las fugas son:

- Diseño que disminuya esta posibilidad.
- Instalaciones adecuadas.
- Control de las condiciones de funcionamiento.

2.4.2.2 SISTEMA NEUMÁTICO

Este sistema utilizará para ejercer presión el aire comprimido por un compresor que se encontrará en el cajón de control próximo a la pila. Es una instalación más simple que la anterior puesto que trabajamos con aire en vez de fluido y en caso de impacto de un vehículo con la misma no se derrama el fluido.

El sistema neumático aprovecha la presión y volumen del aire comprimido y lo transforma por medio de actuadores (cilindros) en un movimiento rectilíneo. Los actuadores se controlan por una serie de válvulas de dirección y control de presión.

La motorización se lleva a cabo por aire comprimido a unos 6 bares de presión (esto dependerá de cada instalación) con unos gastos de mantenimiento bajos. Este aire a presión conseguirá la subida y bajada del bolardo de manera que se puede controlar y regular el periodo de subida y bajada.

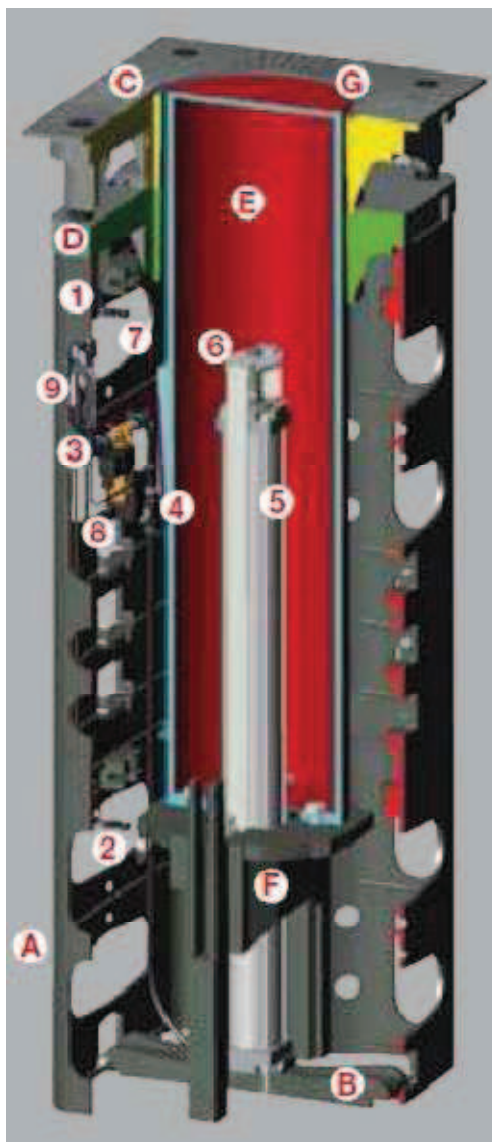
Cabe destacar que el dimensionado de este tipo de pilas será ligeramente distinto al de las pilas hidráulicas. Esto se debe a la variación de peso entre los dos tipos de tecnologías. Siendo la más pesada la hidráulica.

El mecanismo de funcionamiento se podría decir que es idéntico al hidráulico. Se necesita de una bomba que comprima el aire para que éste pase a través de las tuberías del circuito y llegue al cilindro neumático. Por la acción de dicha presión se elevará el cilindro del suelo, permitiendo que la pila asome del suelo colocándose en la posición que impide el paso de vehículos.

Para un mejor análisis, a continuación se expresarán las partes del mecanismo interno, junto con sus características técnicas. Más adelante se verán los parámetros de un sistema neumático.

Partes del mecanismo

Conocer lo que hay bajo tierra y distinguir cada una de las partes de una piona es importante para saber de qué estamos hablando. Esto viene representado en la figura 16 en la que se puede ver un esquema gráfico del equipamiento de una piona neumática.



- A. Cajón
- B. Barra final
- C. Tapa exterior
- D. Anclajes
- E. Cuerpo de la piona
- F. Empuje
- G. Anillo de deslizamiento

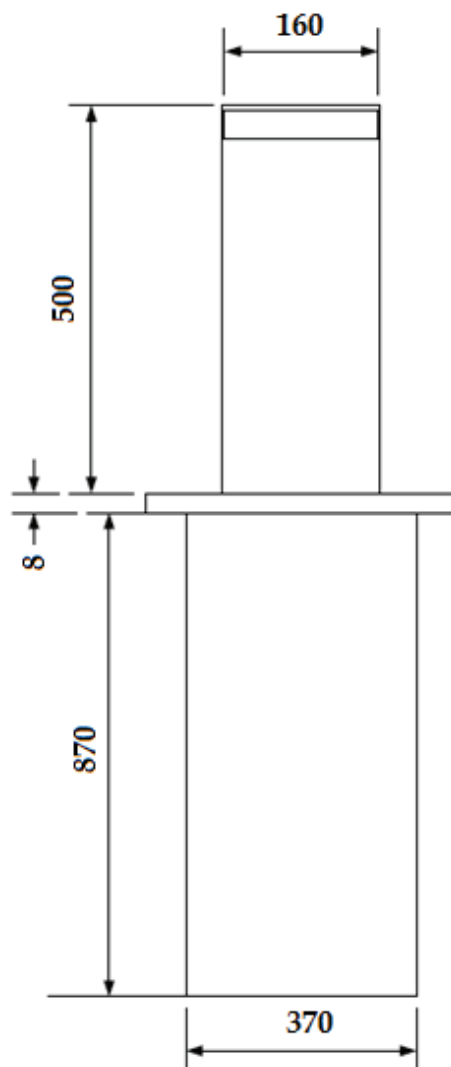
- 1. Final de carrera. Alto
- 2. Final de carrera. Bajo
- 3. Electroválvula
- 4. Regulador de caudal
- 5. Pistón neumático
- 6. Soporte de cierre de pistón
- 7. Dispositivo anticongelante
- 8. Contra-Electroválvula
- 9. Válvula anti retorno

Figura 16. Equipamiento de una piona neumática.

Características técnicas

La alimentación necesaria será de 230V a 50Hz. Esta alimentación irá bajo tierra hasta un armario de control que se encuentra próximo a la instalación, en nuestro caso en la posición del guardia jurado. En él se encuentran elementos tan importantes como el compresor, el cilindro o incluso el mecanismo de control remoto del sistema. Éstos últimos se verán a continuación.

Otras características de gran importancia como las medidas de la pila, la duración, material, peso y espesor son las expresadas en la figura 17 y en la tabla 3.



Duración	Material
4.500.000 ciclos	Acero

Peso	Espesor
De 260 kg a 278 kg	De 10 mm

Tabla 3. Características de una pila neumática.

Figura 17. Dimensiones de una pila neumática.

Armario de control

Como se vio para el sistema hidráulico el cajón o armario de control es necesario para el correcto funcionamiento del sistema ya que este controla todo el proceso, por lo que para el sistema neumático también existirá dicho armario, pero con las diferencias propias de cada sistema.

Este dispositivo nos sirve de apoyo y de gran ayuda para que el sistema se desarrolle con total normalidad ya que es una lógica programable la que controlará las entradas y salidas de vehículos. En la figura 18 se puede ver un armario por dentro. La alimentación se realiza a 230 V y consume una potencia de 500 W. Aguanta temperaturas extremas desde los -10° hasta los 55° . Por supuesto está revestido de una esponja aisladora de los posibles ruidos que se produzcan dentro.

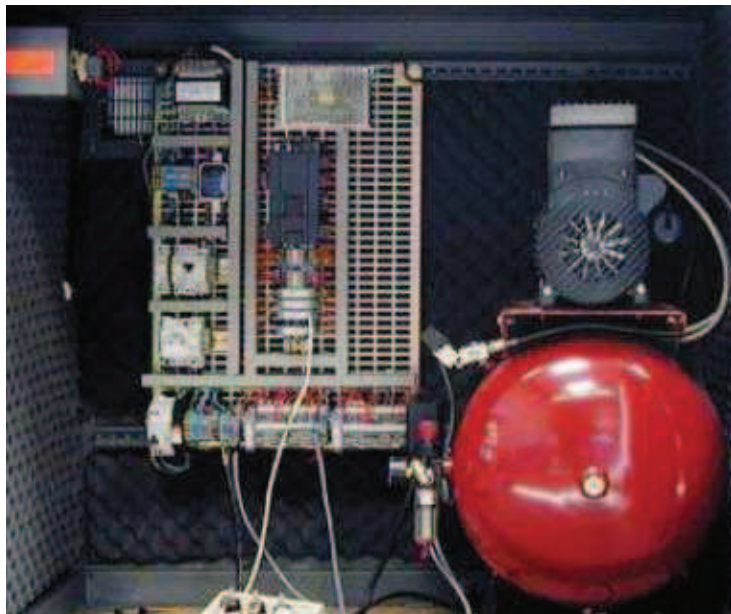


Figura 18. Interior de un armario de un sistema neumático.

Dentro del desarrollo teórico en el que se encuentra esta sección se verán a continuación distintos parámetros a tener en cuenta en las instalaciones neumáticas.

Estos son los compresores, la alimentación y distribución del aire comprimido, el tratamiento del aire comprimido (reguladores y lubricadores) junto con los actuadores o cilindros.

Compresores

La neumática necesita de un motor eléctrico que transforme la energía eléctrica en energía mecánica, que es transformada en energía (neumática) en el compresor o bomba, y que posteriormente se vuelve a transformar en energía mecánica mediante los actuadores.

La compresión del aire se puede conseguir mediante dos formas:

- Disminuyendo el volumen del aire de un recinto cerrado. Compresores de reducción de volumen.
- Comunicando aire a una elevada energía cinética, que se transforma en energía de presión al ser frenado. Compresores centrífugos.

Todo compresor se caracteriza por los siguientes valores:

- Caudal de aire en condiciones normales que es capaz de suministrar. Atendiendo a las condiciones normales de 1 atm y 20°C.
- Presión máxima que es capaz de soportar para que tenga una vida económica.

En base a las características de consumo y presión de la instalación, se realiza la selección del compresor de la siguiente forma:

- El caudal que debe suministrar el compresor es igual, al consumo de los sistemas neumáticos a él conectados, más el consumo estimado en función de las

previsiones de futuro, más un suplemento del orden del 20% para compensar las pérdidas por fugas.

- La presión de trabajo del compresor deber ser del orden de 1 a 1,5 atm superior a la necesaria para el funcionamiento de los circuitos neumáticos, pues de este modo se evita el funcionamiento continuo del motor y se garantiza el funcionamiento correcto de los circuitos. Pero tampoco deber ser superior al valor señalado porque la presión cuesta dinero.

El compresor se debe instalar siempre a la sombra, para que el aire esté lo más fresco posible (la compresión conlleva un aumento de la temperatura, disminuyendo el rendimiento) y es accionado por un motor eléctrico.

Compresores de reducción de volumen

Compresor de pistones

La figura 19 muestra el esquema de funcionamiento del compresor de una etapa. Consta de un cilindro con una válvula para la admisión y otra para la impulsión. Por el interior del cilindro desliza un pistón que va unido a un mecanismo biela-manivela, el cual tiene la misión de transformar el movimiento de rotación del eje motor, en movimiento rectilíneo alternativo.

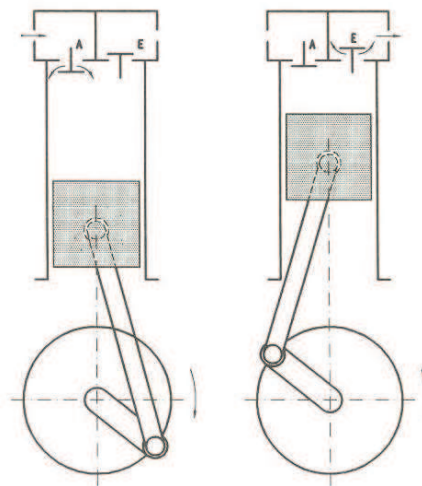


Figura 19. Representa un compresor de una etapa.

Los compresores de pistones pueden ser de una o varias etapas. Los primeros se utilizan para presiones de 6 a 10 atm. Los de dos etapas se utilizan para presiones de 6 a 15 atm y con los de tres etapas se pueden conseguir presiones del orden de 250 atm.

Los cilindros por efecto de la compresión se calientan, lo que lleva consigo un aumento de la temperatura del aire de admisión y por tanto una reducción del volumen admitido, que hace disminuir el rendimiento de la instalación. Por ello, a parte de la refrigeración del aire al final de cada etapa, se realiza una refrigeración del cilindro, figura 20, que puede llevarse a cabo de forma natural, mediante aletas dispersoras.

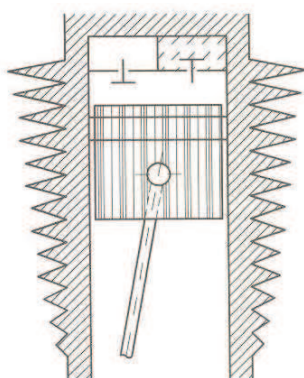


Figura 20. Representa la refrigeración mediante aletas.

Compresor de paletas

Está formado por un rotor que gira de forma excéntrica en el interior de un cilindro, figura 21. El rotor dispone de unas ranuras, en cuyo interior deslizan unas paletas, que por efecto de la fuerza centrífuga aseguran la estanqueidad entre el rotor y el cilindro. Las paletas dividen el juego existente entre el rotor y el cilindro en cámaras de capacidad creciente con el giro en la zona de aspiración. Posteriormente dichas cámaras decrecen de volumen, dando lugar a la compresión del aire, hasta que alcanzan la tubería de impulsión.

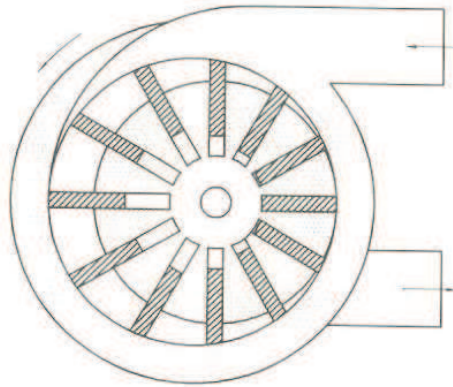


Figura 21. Representa un rotor excéntrico.

Estos compresores no pueden alcanzar presiones tan altas como los de pistones y son los que ofrecen los caudales menores. Sin embargo respecto a los de pistones presentan las ventajas de poder acoplar directamente el eje del motor sin ningún tipo de reducción intermedia, son de dimensiones más reducidas, de funcionamiento más silencioso y dan un caudal prácticamente uniforme.

Compresor de tornillo

Está formado por dos o tres tornillos helicoidales que se ajustan entre sí, figura 22. Uno de los tornillos está unido al eje motor y el otro u otros, giran por el engrane con el tornillo conductor. Los tornillos deben ser de 1,5 a 2 veces de longitud superior al paso de la hélice, ya que solo de este modo se asegura la estanqueidad de todos los vanos.

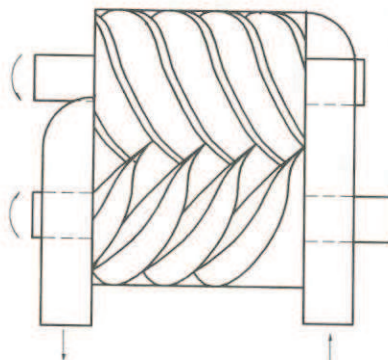


Figura 22. Representa un compresor de tornillo.

Estos compresores son muy fiables, baratos, económicos, silenciosos y fáciles de mantener, motivos por los que están adquiriendo una gran aplicación en la industria. Con ellos se pueden conseguir presiones de hasta 20 atm.

Almacenamiento y distribución de aire comprimido

El acumulador es un dispositivo que dispone de dos tomas de aire, una de entrada y otra de salida, dispuestas a la máxima distancia posible para favorecer el reposo y enfriamiento del aire. La toma de salida se hace siempre por la parte superior del depósito con el fin de no arrasar el vapor de agua condensado y las partículas sedimentadas. En la parte inferior se coloca una válvula de purga para eliminar las condensaciones.

La acumulación de comprimido, en un sistema neumático, es necesaria para:

- Estabilizar los tirones de presión procedentes del compresor.
- Servir de depósito de reserva en aquellos instantes en los que el consumo de la instalación es superior al caudal del compresor, o para realizar maniobras de emergencia en caso de fallo de la instalación de compresión.
- Compensar las fluctuaciones de presión que se producen en el interior de la red con el fin de mantener la presión lo más uniforme posible.
- Evitar que el mecanismo de regulación del motor entre en funcionamiento con demasiada frecuencia.
- Debido a la gran superficie de los acumuladores se contribuye a la refrigeración del aire comprimido.
- También contribuye a la limpieza del aire, ya que con la acumulación se consigue un cierto reposo que favorece la sedimentación de las partículas en suspensión.

La capacidad de aire a acumular, se puede determinar mediante la fórmula:

$$C = \frac{15 * Q}{Z * \Delta P}$$

Donde:

C es la capacidad del acumulador en m^3

Q el consumo de aire en m^3/min

Z numero de ciclos del motor por hora

ΔP pérdida de presión en atm

En el diseño de la red de distribución de aire comprimido, las pérdidas de carga, hasta los puntos de toma de la red, deben ser inferiores al 5% del valor de la presión de trabajo y dependen fundamentalmente de la velocidad de circulación del aire, que en todo caso de ver ser inferior a 10 m/seg. Ahora bien, la velocidad de circulación depende del consumo de aire y del diámetro interior de la tubería, por lo que el problema se centrará en el cálculo del diámetro que haga que las pérdidas estén dentro de los límites expuestos.

Para el cálculo del diámetro interior del tubo, se utilizan los ábacos de las figuras 23 y 24. En el primero de ellos se calculará el diámetro directamente mientras que en el segundo habrá que corregir el valor anterior con los elementos de pérdidas de carga (siempre y cuando el primer diámetro sea inferior a 25 mm).

Entrando con la presión de trabajo y el consumo de aire en condiciones normales se obtiene un punto. Por dicho punto se traza una paralela a las líneas inclinadas, hasta cortar con la vertical (pérdida de carga dada por 10 m de tubería), obteniendo un segundo punto de intersección. Por este punto se traza la horizontal obteniéndose en el eje de ordenadas el diámetro interior de la tubería.

La figura 24 representa las longitudes que habrá que sumar a la longitud de la tubería y así recalcular el valor del diámetro interior con la misma figura 23.

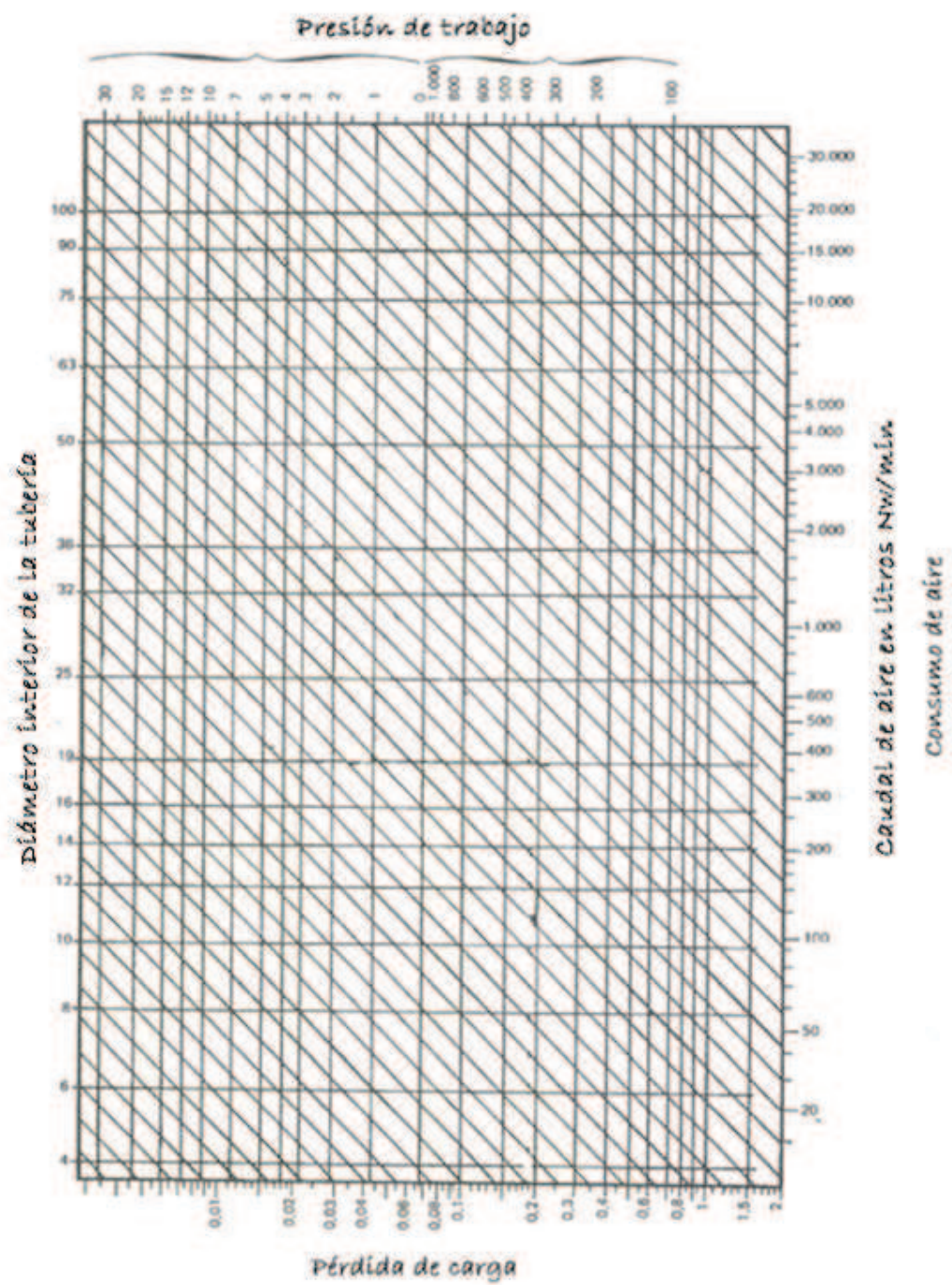


Figura 23. Ábaco para calcular el diámetro interior.

		LONGITUD DE TUBERÍA EQUIVALENTE EN M.											
		Diámetro interior de la tubería en mm.											
			25	40	50	80	100	125	150	200	250	300	400
Válvula de compuerta	abierta		0,3	0,5	0,6	1	1,3	1,6	1,9	2,6	3,2	3,9	5,2
	semi cerrada		5	8	10	16	20	25	30	40	50	60	80
Válvula de diafragma	Totalmente abierta		1,5	2,5	3	4,5	6	8	10	-	-	-	-
Válvula acodada	Totalmente abierta		4	6	7	12	15	18	22	30	36	-	-
Válvula esférica	Totalmente abierta		7,5	12	15	24	30	38	45	60	-	-	-
Válvula antirretorno pivotante	Totalmente abierta		2	3,2	4	6,4	8	10	12	16	20	24	32
Codo curvado R= 2d			0,3	0,5	0,6	1	1,2	1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,8
Codo curvado R= d			0,4	0,6	0,8	1,3	1,6	2	2,4	3,2	4	4,8	8,4
Angulo a 90º	1,5		2,4	3	4,8	6	7,5	9	12	15	18	24	
Te, lado recto	0,5		0,8	1	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	
Te, salida angular			1,5	2,4	3	4,8	6	7,5	9	12	15	18	24
Reductor:			0,5	0,7	1	2	2,5	3,1	3,6	4,8	6	7,2	9,6

Figura 24. Pérdidas de los elementos intermedios.

Aclaración: Las pérdidas de carga dadas por 10 m de tubería se calcularán de la forma:

$$Perdidas = 10 * \frac{5\% \text{ de la presión de trabajo (bar)}}{Longitud total de tubería}$$

Tratamiento del aire comprimido

El aire atmosférico contiene impurezas en suspensión y una cierta cantidad de agua, en forma de vapor, que depende de la temperatura y del grado de humedad. El agua corroe los elementos de la red y del circuito, elimina el lubricante y por tanto aumenta el rozamiento entre los elementos móviles, y en invierno puede llegar a congelarse, provocando la obturación de tuberías y elementos de la instalación. Las impurezas obturan los orificios capilares de las válvulas y dañan las juntas de estanqueidad, lo que da lugar al desgaste y gripado de los elementos, así como al aumento de pérdidas por fugas. Por tanto, para conseguir un buen funcionamiento y duración de los elementos de una instalación neumática, se hace necesario proceder a la limpieza y secado del aire.

El aire llega a la toma del circuito sin ser apto para su utilización, por lo que habrá de ser tratado. Este tratamiento se llevará a cabo en la unidad de mantenimiento, compuesta por un filtro, un regulador de presión y un lubricador.

Filtro de aire

La figura 25, representa un filtro de purga manual. La separación de las impurezas sólidas y líquidas es obtenida por la acción conjunta del efecto de choque, debido a un cambio de sección, seguido de un centrifugado y finalmente por el paso a través de un elemento filtrante.

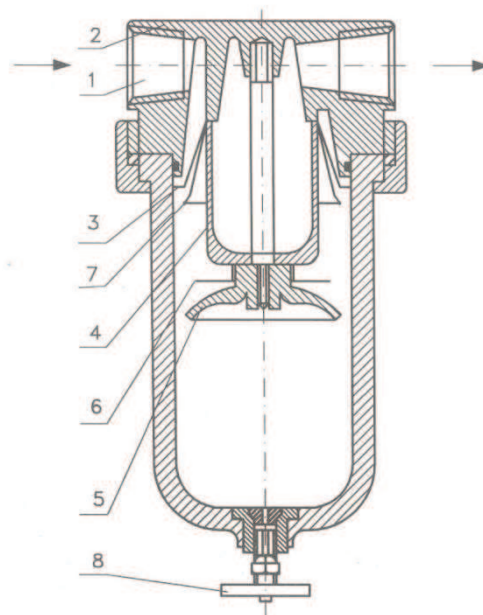


Figura 25. Filtro de purga manual.

El aire llega por el orificio (1). Se produce una primera separación de condensaciones por efecto del choque contra la pared (2), que desvía el aire hacia la parte inferior.

Este pasa seguidamente a través de un deflector de aletas (3), que le comunica un efecto de torbellino. Bajo el efecto de la fuerza centrífuga, las partículas pesadas, sólidas y líquidas, son despedidas contra la pared de la cuba, y deslizándose a lo largo de ella van a depositarse al fondo.

Al final, el flujo de aire atraviesa un elemento filtrante (4), fácilmente desmontable para su limpieza. Las impurezas depositadas al fondo de la cuba no corren riesgo de ser agitadas gracias a una zona de calma creada por el separador (5), reforzando la acción de los retenes 6 y 7.

El sedimento, líquido y sólido, se puede evacuar fácilmente bajo el efecto del aire comprimido y maniobrando la llave de purga (8). Deben evacuarse al llegar el nivel a una determinada altura, a partir de la cual los sedimentos son arrastrados por el aire.

Existen filtros de purga automática, figura 26, en los que la depuración se obtiene por efecto del choque a la entrada, paso por un cartucho filtrante y finalmente por centrifugación.

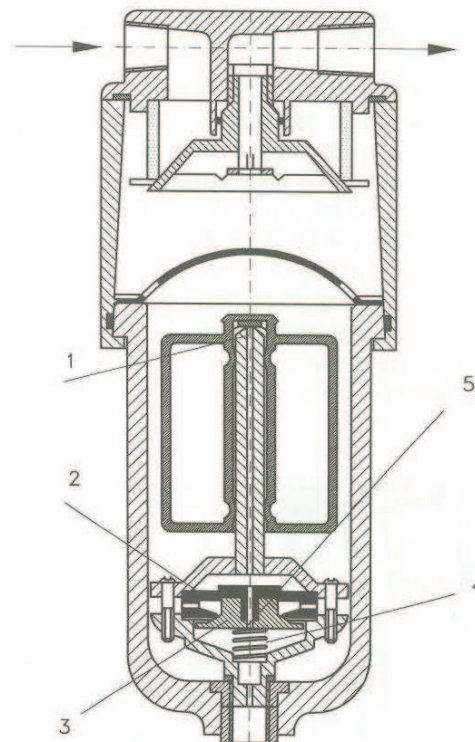


Figura 26. Representa un esquema de los filtros de purga automáticos.

El sistema de purga automática funciona en todo momento en que sea necesario, sin necesidad de personal e incluso sin caudal de aire. Cuando el nivel del líquido alcanza cierta altura en la cuba, el flotador se levanta y abre la válvula piloto (1). El aire a presión acciona el diafragma (2) que abre la válvula de purga (3). Los sedimentos son expulsados a presión. El flotador desciende cerrando la válvula piloto (1). El diafragma al no estar alimentado, asciende por efecto del resorte (4), lo que es posible gracias al orificio de descompresión (5) perforado en el fondo de la válvula (3). El orificio (5) debe ser bastante pequeño para mantener la presión sobre el diafragma (2) durante la purga.

Regulador de presión

Con el fin de alargar la vida del motor que acciona el compresor, el sistema de regulación del motor se tara a una presión máxima a la cual el motor se para, y a una presión mínima a la cual se produce el arranque del motor, lo que hace que la presión de la red fluctúe entro los valores tarados.

Con el regulador se consigue una presión prácticamente uniforme e independiente de la presión de entrada, siempre que ésta sea superior a la de salida, y con ello el funcionamiento uniforme del circuito, menor consumo del mismo y un menor desgaste de sus elementos.

El regulador de presión de la figura 27, es un regulador con escape, cuyo funcionamiento es el siguiente. Si el resorte (1) está completamente destensado la válvula de cierre (2) permanece sobre el asiento, impidiendo el paso del aire del orificio (3) de entrada al orificio (4) de salida.

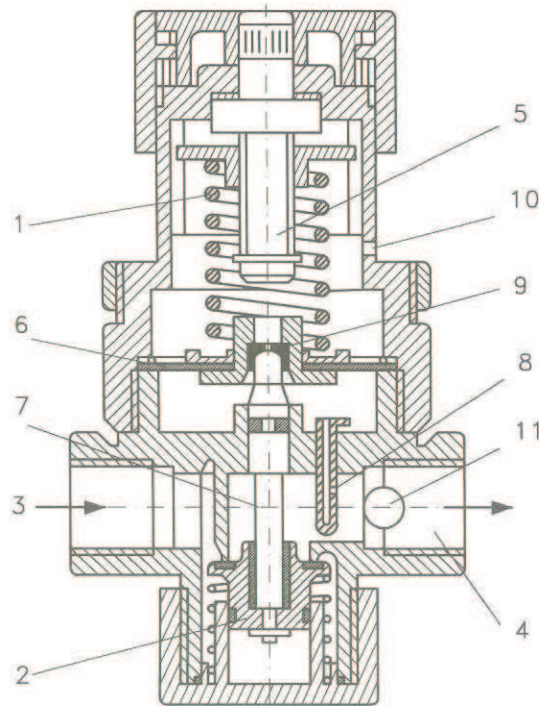


Figura 27. Regulador de presión con escape.

Si se actúa sobre el tornillo de regulación (5), el resorte (1) presiona contra la membrana (6) y ésta desplaza la varilla (7), abriendo la válvula (2) que permite el paso del aire del orificio de entrada al de salida. La presión de salida se transmite a través del orificio (8) bajo la membrana (6) hasta alcanzar el equilibrio con la fuerza del resorte (1), momento en el cual se interrumpe la circulación.

Cuando por consumo se produce un descenso de la presión de salida, el resorte (1) reacciona sobre la membrana (6) produciendo el ciclo descrito anteriormente.

Si por efecto de una acción externa sobre el actuador o calentamiento del circuito, la presión de salida tiende a aumentar por encima del taraje del resorte (1), la membrana (6) se eleva, despegándose el apoyo (9) de la varilla (7), permitiendo entonces, la evacuación del aire al exterior a través del orificio (10), hasta que se produzca el equilibrio entre la presión de servicio y el resorte (1).

Lubricador

La lubricación tiene por objeto disminuir el desgaste de las partes móviles del sistema, introduciendo una película de aceite entre las mismas, que evite el rozamiento entre sus superficies.

El mejor sistema para lubricar una instalación neumática consiste en introducir el aceite en forma de niebla en el propio aire comprimido, pues éste llega a todos los puntos de la instalación.

Para conseguir una buena lubricación la niebla de aceite tiene que ser muy fina y la instalación tiene que tener un buen diseño, que asegure que el aceite no se precipite antes de llegar a los consumidores más alejados.

Los lubricantes son los elementos encargados de producir la nebulización del aceite y de introducirla en el aire comprimido. El funcionamiento de todos ellos está basado en el efecto de Venturi.

En la figura 28, se representa un lubricador de aceite. El aire que llega por el orificio (1) pasa a través de una reducción y sale por el orificio (2). El estrechamiento de sección creado por el tubo vertical (3), produce un aumento de la velocidad en la vena fluida suficiente para engendrar una depresión en el estrechamiento e inmediatamente después del mismo. La caída de presión en este lugar es transmitida a la cabeza del lubricador por el orificio (4).

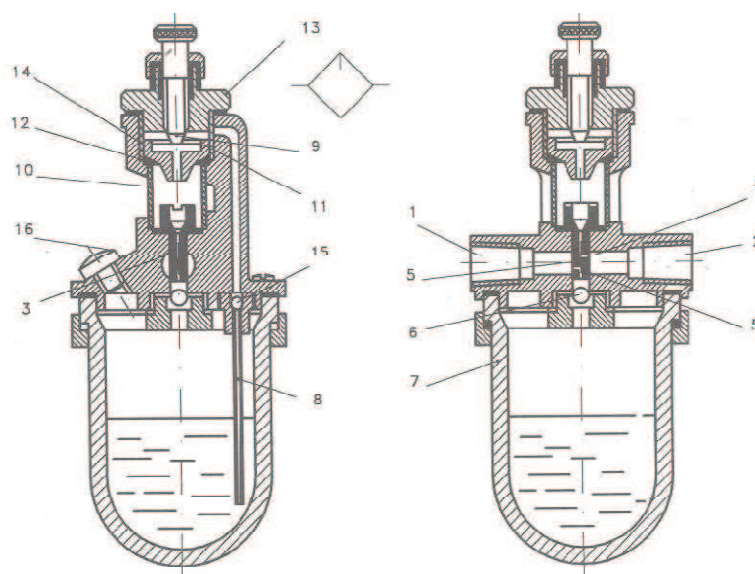


Figura 28. Lubricador de aceite

Por el contrario, la presión mayor que existe antes del estrechamiento es transmitida por el orificio (5) a través de la válvula (6) a la cuba (7). En consecuencia, el aceite de la cuba asciende por el tubo (8) sometido a una diferencia de presión entre sus extremidades. Este aceite fluye lentamente mediante el tornillo (9) que regula el caudal. El número de gotas que caen al tubo (3) se puede controlar a través del tubo (10). A nivel del agujero (4), el aceite es aspirado por la vena de aire y pulverizado en finas gotas, formando una niebla que empaña las superficies metálicas asegurando la lubricación de todos los elementos del circuito neumático de la máquina.

Para aumentar la presión de la regulación del cuentagotas, está previsto un disco intermedio de presión (11) debajo del tornillo de reglaje, apoyado sobre un disco de filtro (12). Este juega el papel de una esponja, ya que el aceite embebido en este disco fluye por capilaridad por el tubo (4).

El clapet anti retorno (15) evita que se descebe el tubo (8) durante las paradas. Gracias a este clapet y al clapet (6) es posible llenar la cuba sin interrumpir el flujo de aire. Al retirar el tapón de llenado (16), se descomprime la cuba. La presión entonces oprime las dos bolas en los asientos inferiores impidiendo salir el aire de la cuba. El clapet (6) tiene una pequeña muestra que deja pasar un fino caudal del aire a la atmósfera mientras se llena la cuba. Con ello se consigue restablecer la presión en la misma después del llenado.

El reglaje debe ser realizado de forma que el aceite nebulizado empañe las superficies a engrasar, pero que no se escurra en ellas en forma de gotas gruesas. Como norma general se hará un reglaje proporcionando una gota por minuto por cada 300 lN/min de consumo de aire.

Actuadores

Los actuadores son los elementos encargados de transformar la energía neumática de presión en energía mecánica. Estos actuadores serán los llamados cilindros.

Los cilindros son actuadores neumáticos que transforman la energía de presión en un movimiento rectilíneo alternativo. Dependiendo de que los cilindros puedan

desarrollar trabajo en un sentido del movimiento, o en ambos, se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Cilindros de simple efecto: Son aquellos en los que una carrera se produce por la acción del aire comprimido y la otra por la acción de una fuerza externa o por un resorte. Estos cilindros solo pueden realizar trabajo en la carrera producida por la acción del aire comprimido.
- Cilindros de doble efecto: Son aquellos en los que ambas carreras se producen por la acción del aire comprimido, pudiendo realizar trabajo en ambos sentidos del movimiento.

Puesto que la acción del peso de la pilona producirá el descenso de la misma, los cilindros de simple efecto serán los necesarios para el desarrollo del proyecto, de aquí en adelante.

En los cilindros de simple efecto el aire comprimido sólo realiza la carrera de salida o de entrada del vástago del cilindro. La carrera no realizada por la acción del aire comprimido, se realiza por la acción de una carga o de un resorte, en nuestro caso, el propio peso de la pilona.

En la figura 29, se representa un cilindro de simple efecto con retorno por muelle. Consta fundamentalmente del cilindro o camisa (1), el émbolo o pistón (2), la culata o cabeza anterior o delantera (3), la culata o cabeza posterior o trasera (4), el vástago (5) y el resorte (6). El émbolo divide al cilindro en dos cámaras, anterior (7), y posterior (8), que se encuentran incomunicadas por la estanqueidad conseguida mediante las juntas (9). La culata posterior dispone de la vía (10) para la entrada y salida del aire comprimido en la cámara posterior. En la culata anterior se encuentra el orificio de fuga (11), para la entrada y salida del aire atmosférico en la cámara anterior, y el casquillo (12) para el guiado del vástago. Los espárragos permitirán el anclaje del cilindro al piso.

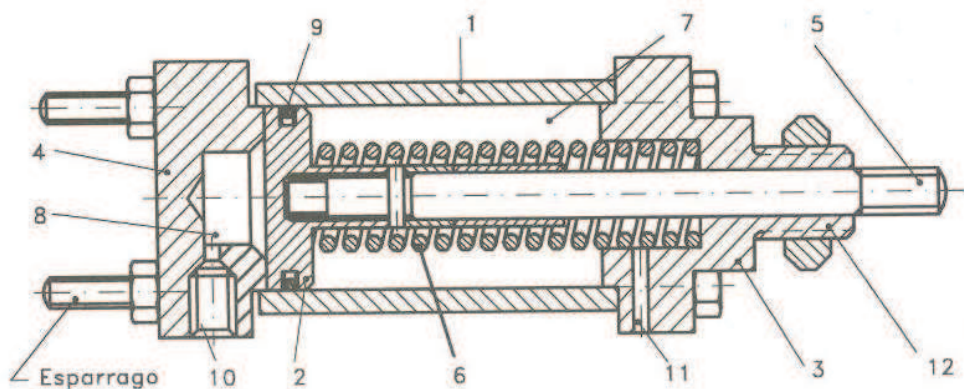


Figura 29. Cilindro de simple efecto con retorno por muelle.

El funcionamiento del cilindro de simple efecto se produce de la siguiente forma: Al accionar el distribuidor (señal de funcionamiento), el aire comprimido llega por la vía de entrada (10) a la cámara posterior. La presión del aire ejerce una fuerza sobre el pistón que provoca su avance, comprimiendo el resorte y expulsando el aire atmosférico de la cámara anterior por el orificio de fuga (11). Cuando la vía (10) se conecta a la atmósfera (deja de haber presión), el muelle que se encuentra comprimido, se expande, haciendo que el pistón retorne.

De acuerdo con la figura 30, la fuerza (F) que se puede vencer mediante el cilindro de simple efecto, se obtiene por equilibrio de fuerzas actuantes sobre el pistón, de la siguiente forma:

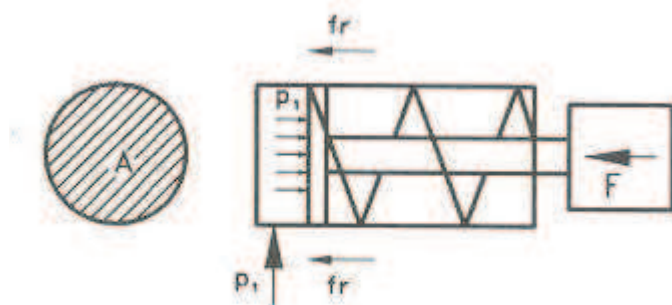


Figura 30. Esquema de fuerzas sobre un cilindro.

$$P_1 * A > fr + Fm + F$$

$$\text{Por tanto: } F < P_1 * A - fr - Fm$$

En ella:

- F_m , es la fuerza del muelle, que aumentará al contraerse.
- fr , es la fuerza de rozamiento, que se estima entre el 3 y el 10 % de la fuerza del émbolo a 6 atm.

Características de los cilindros

Los cilindros se caracterizan fundamentalmente por el diámetro interior, por el diámetro del vástago y por la amplitud de la carrera. Una serie de medidas normalizadas serían las de la tabla 4:

ϕ émbolo en mm	6	12	16	25	35	40	50	70	100	140	200
ϕ vástago en mm	-	4	6	10	12	16	18	22	25	30	40
Fuerza neta a P=6 bar [N]	15	60	106	260	509	665	1039	2037	4156	8146	16625

Tabla 4. Medidas normalizadas de los diámetros y secciones del cilindro y vástago, junto con la Fuerza neta para 6 bar.

La fuerza que puede ejercer un cilindro que trabaja en las condiciones de la figura 31, viene dada mediante la fórmula:

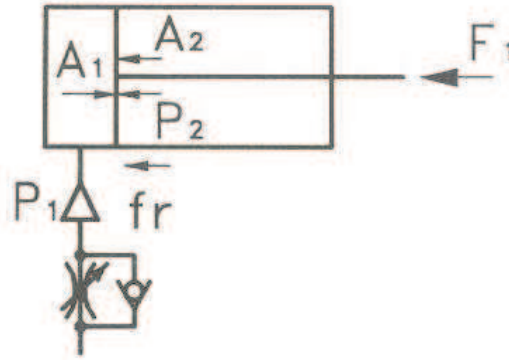


Figura 31. Equilibrio de fuerzas sobre un cilindro.

$$F_1 = P_1 * A_1 - fr - P_2 * A_2$$

De donde se deduce que dicha fuerza depende de las secciones del cilindro, del rozamiento y de las presiones de sus cámaras.

De donde:

$$F_{teórica} = \eta * P_1 * A_1 = P_1 * \frac{\pi * D^2}{4}$$

Siendo η el rendimiento de la instalación, 0.95.

Para el cálculo del diámetro del vástago se tendrá en cuenta el tipo de fijación del cilindro y la longitud de pandeo. La carga crítica (P_E) de Euler se calculará según el tipo de apoyo que tengamos:

- Viga biarticulada:
$$P_E = \frac{\pi^2 * E * I_{min}}{L^2}$$



Figura 32. Viga biarticulada

- Viga empotrada en un extremo y articulada en el otro:

$$P_E = 2 * \frac{\pi^2 * E * I_{min}}{L^2}$$



Figura 33. Viga empotrada en un extremo y articulada en el otro.

- Viga empotrada en un extremo y libre en el otro:

$$P_E = \frac{\pi^2 * E * I_{min}}{4 * L^2}$$

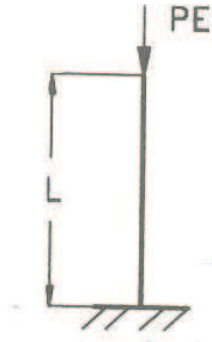


Figura 34. Viga empotrada en un extremo y libre en el otro.

- Viga biempotrada:

$$P_E = 4 * \frac{\pi^2 * E * I_{min}}{L^2}$$



Figura 35. Viga biempotrada.

Donde:

E es el módulo de elasticidad del material en kg/cm².

I_{min}. es el momento de inercia mínimo en cm⁴. El momento de inercia es mínimo cuando el eje pasa por el centro de gravedad. En nuestro caso el momento de inercia será mínimo, siendo éste, $I = \frac{\pi * R^4}{2}$

L es la longitud de la viga en cm.

La carga crítica admisible viene dada por el cociente entre la carga crítica y el coeficiente de seguridad:

$$P_{E adm} = \frac{P_E}{V}$$

Límites de la formula de Euler

$$P_E = \frac{\pi^2 * E * I_{min}}{L^2}$$

Si la longitud (L) es pequeña, entonces, la carga crítica de Euler se ve aumentada, por lo que la barra pandearía con valores superiores a las tensiones de fluencia y rotura del material, y por tanto, incompatibles con la resistencia del mismo.

En el caso de barra biarticulada, si S es la sección de la barra, la tensión a la que estará sometida será:

$$\sigma_E = \frac{P_E}{S} = \frac{\pi^2 * E * I_{min}}{S * L^2} = \frac{\pi^2 * E}{\left(\frac{L}{\sqrt{\frac{I_{min}}{S}}}\right)^2} = \frac{\pi^2 * E}{\left(\frac{L}{i_{min}}\right)^2} = \frac{\pi^2 * E}{\lambda^2}$$

donde: i_{min} = radio de giro de la sección = $\sqrt{\frac{I_{min}}{S}}$

$\lambda = \frac{L}{i_{min}}$ es el grado de esbeltez

Para que sea válida la fórmula de Euler se tiene que cumplir: $\sigma_E \leq 0.8 * \sigma_F$ siendo σ_F la tensión de fluencia del material.

Por tanto igualando las expresiones se obtiene la esbeltez límite que define si el fallo se produce por pandeo o por resistencia del material:

$$0.8 * \sigma_F = \frac{\pi^2 * E}{\lambda^2}$$

de donde: $\lambda_{lim} = \sqrt{\frac{\pi^2 * E}{0.8 * \sigma_F}}$

- Si $\lambda > \lambda_{lim}$, el fallo se produce por pandeo.
- Si $\lambda < \lambda_{lim}$, el fallo se produce por compresión.

El consumo de aire de un cilindro depende de su diámetro y de la carrera. Así el volumen de la cámara posterior en condiciones normales será:

$$V_1 = \frac{\pi * D^2}{4} * c$$

donde c es el valor de la carrera del cilindro.

El volumen de la cámara anterior será: $V_2 = \frac{\pi * (D^2 - d^2)}{4} * c$ con lo que el volumen consumido por un ciclo de trabajo será $V = V_1 + V_2$, a este volumen hay que añadirle el de las tuberías comprendidas entre el cilindro y el distribuidor de potencia que lo gobierna.

CAPÍTULO 3: DESARROLLO DEL PROYECTO

En base al desarrollo teórico anterior junto con el objeto del presente proyecto, se redactará a continuación el desarrollo del mismo desde un punto de vista práctico. Analizando la normativa reguladora de los sistemas automáticos de las pilonas, cálculos justificativos y simulación del control del mismo mediante programa informático, entre otros.

3.1 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES GENERALES

Este punto pretende dar una visión de la reglamentación necesaria a cumplir. Sin duda alguna la implantación de una reglamentación efectiva y eficaz se conseguiría con un manejo íntegro de la normativa a continuación detallada.

3.1.1 NORMA ISO 14 001 DE SISTEMAS DE GESTION MEDIO AMBIENTAL

La norma ISO 14001 es norma más conocida dentro de la familia de normas ISO 14000. El conjunto de normas ISO 14000 constituyen un modelo para un sistema de gestión medioambiental donde se tratan muchas cuestiones relacionadas con el medio ambiente. Ésta hace posible que la organización adopte un método sistemático para evaluar las interacciones que presentan sus actividades, productos y servicios en el medio ambiente (AENOR, 1999)

La ISO 14001 es la norma que especifica los requisitos para la certificación/registro y/o autoevaluación de un sistema de gestión medioambiental. Contiene todos los requisitos actuales de un sistema de gestión medioambiental. Se ha escrito, y puede aplicarse, para todo tipo de empresas, independientemente de su tamaño y condiciones geográficas, culturales y sociales.

El objeto de todos los sistemas de gestión medioambiental es asegurar el cumplimiento de los objetivos y metas medioambientales establecidos por la empresa. La gestión medioambiental no se puede abordar como algo independiente de la gestión

general de la empresa sino que debe entenderse como parte de la misma. En este aspecto la Norma ISO 14001 es uno de los modelos de gestión más utilizados.

Es imprescindible conocer el concepto de Sistema de Gestión Medioambiental, por lo que se expone a continuación la definición recogida por la Norma ISO 14001: “La parte del sistema general de gestión que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día la política medioambiental” [ref 2].

[ref 2]: Definición recogida por la Norma ISO 14001 de Sistema de Gestión Medioambiental.

Ventajas y motivaciones para la implantación de un sistema de gestión medioambiental en una empresa

La implantación de un sistema de gestión medioambiental mejora la posición competitiva de la empresa. Entre las principales ventajas y motivaciones para la implantación de un sistema de gestión medioambiental se pueden encontrar las siguientes:

- Conformidad con las regulaciones legales: reduce los riesgos de incumplimiento de la normativa legal, por lo que evitará sanciones, multas, demandas judiciales, etc.
- Conformidad con las exigencias de los consumidores, introduciendo las exigencias medioambientales.
- La compañía será más vendible: refuerza las estrategias de diferenciación de productos, como por ejemplo obtención de etiquetas ecológicas.
- Puede facilitar el aumento de la cuota de mercado.
- Mejora la imagen interna y externa de la empresa.

- Mejor utilización de los recursos: estos recursos pueden ser las materias primas que procesa, recursos humanos, el tiempo que necesita para producir sus productos o el entorno físico de la organización.
- Mejor comunicación entre departamentos: un sistema de gestión cuenta con políticas, procedimientos e instrucciones de trabajo desarrolladas por escrito, por lo que será fácil saber las responsabilidades de cada miembro de la organización y a quién dirigirse en cada caso.
- Niveles de seguridad superiores.
- Demostración de capacidad: el objetivo principal de la ISO 14000 es el mismo que el de la mayoría de las normas nacionales e internacionales, demostrar la capacidad de su compañía de ajustarse a un determinado modelo.

El proceso de certificación

La norma ISO 14001 sirve de base a sistemas de certificación/registro. La norma ISO 14001 permite la auto certificación. La certificación por tercera parte exige la participación de una entidad independiente para la realización de auditorías externas de certificación de acuerdo con procedimientos reconocidos.

La auditoría de certificación o verificación tendrá lugar cuando el auditor tenga plena confianza en que el sistema se basa en una sólida evaluación de los aspectos medioambientales. Durante la auditoría se discutirán las no conformidades y sólo cuando éstas se hayan corregido se procederá a recomendar la certificación según ISO 14001.

La adhesión a ISO 14001 da derecho a utilizar el logotipo en informes, correspondencia, declaraciones o publicidad, pero nunca en productos o envases.

En España AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) ha sido acreditada por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) para certificar sistemas de gestión medioambiental conforme a la norma ISO 14001.

3.1.2 REGLAMENTO ELECTRÓNICO PARA BAJA TENSION: REAL DECRETO 842/2002

El reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión, con la finalidad de:

- Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

El reglamento se aplica a las instalaciones que distribuyan la energía eléctrica, a las generadoras de electricidad para consumo propio y las receptoras, en los siguientes límites de tensiones nominales:

- Corriente alterna: igual o inferior a 1000 Voltios.
- Corriente continua: igual o inferior a 1500 Voltios.

Atendiendo por instalación eléctrica a todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

A efectos de aplicación de las prescripciones del reglamento presente, las instalaciones eléctricas de baja tensión se clasifican, según las tensiones nominales que se les asignen, ver tabla 5:

	Corriente alterna (Valor eficaz)	Corriente continua (Valor medio)
Muy baja tensión	$U_n \leq 50 \text{ V}$	$U_n \leq 75 \text{ V}$
Tensión usual	$50 < U_n \leq 500 \text{ V}$	$75 < U_n \leq 750 \text{ V}$
Tensión especial	$500 < U_n \leq 1000 \text{ V}$	$750 < U_n \leq 1500 \text{ V}$

Tabla 5. Clasificación de las tensiones eléctricas de baja tensión.

Puesta en servicio

Según lo establecido en el artículo 12.3 de la Ley 21/1992, de industria, la puesta en servicio y utilización de las instalaciones eléctricas se condiciona al siguiente procedimiento:

- Deberá elaborarse, previamente a la ejecución, una documentación técnica que defina las características de la instalación y que, en función de sus características, contendrá la forma del proyecto o memoria técnica.
- La instalación deberá verificarse por el instalador, con la supervisión del director de obra en su caso, a fin de comprobar la correcta ejecución y funcionamiento seguro de la misma.
- A la terminación de la instalación y realizadas la verificaciones pertinentes y, en su caso, la inspección inicial, el instalador autorizado ejecutor de la instalación, emitirá un certificado de instalación, en el que se hará constar que la misma se ha realizado de conformidad con lo establecido en el Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias y de acuerdo con la documentación técnica. En su caso, identificará y justificará las variaciones que en la ejecución se hayan producido con relación a lo previsto en dicha documentación.
- El certificado, junto con la documentación técnica y, en su caso, en certificado de dirección de obra y el de inspección inicial, deberá depositarse ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, con objeto de registrar la referida instalación, recibiendo las copias diligenciadas necesarias para la constancia de cada interesado y solicitud de suministros de energía.

La empresa suministradora no podrá conectar la instalación receptora a la red de distribución si no se le entrega la copia correspondiente del certificado de instalación debidamente diligenciado por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Mantenimiento e inspecciones

Los titulares de las instalaciones deberán mantener en buen estado de funcionamiento sus instalaciones, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, estas deberán ser efectuadas por un instalador autorizado.

Instaladores autorizados

Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad según lo establecido en la correspondiente instrucción técnica complementaria, sin perjuicio de su posible proyecto y dirección de obra por técnicos titulados competentes.

Según lo establecido en el artículo 13.3 de la Ley 21/1992, de Industria, las autorizaciones concedidas por los correspondientes órganos competentes de las Comunidades Autónomas a los instaladores tendrán ámbito estatal.

Equivalencia de normativa del Espacio Económico Europeo.

A los efectos del presente Reglamento y para la comercialización de productos provenientes de los Estados miembros de la Unión Europea o del Espacio Económico Europeo, sometidos a las reglamentaciones nacionales de seguridad industrial, la Administración pública competente deberá aceptar la validez de los certificados y marcas de conformidad a normas y las actas o protocolos de ensayos que son exigibles por las citadas reglamentaciones, emitidos por organismos de evaluación de la conformidad oficialmente reconocidos en dichos Estados, siempre que se reconozca, por la mencionada Administración pública competente, que los citados agentes ofrecen garantías técnicas, profesionales y de independencia e imparcialidad equivalentes a las exigidas por la legislación española y que las disposiciones legales vigentes del Estado en base a las que se evalúa la conformidad comporten un nivel de seguridad equivalente al exigido por las correspondientes disposiciones españolas.

Infracciones y sanciones

Las infracciones a lo dispuesto en el presente reglamento se clasificarán y sancionarán de acuerdo con lo dispuesto en el Título V de la Ley 21/1992, de Industria.

3.2 SISTEMA AUTOMÁTICO ELEGIDO

Analizando con detenimiento las características descritas en cada uno de los posibles sistemas de accionamiento (hidráulico y neumático) se determina la posición de escoger como único sistema de accionamiento para el presente proyecto el neumático. No obstante se detallarán a continuación una serie de características que concreten bien la posición anterior.

- El aire puede circular por las tuberías a una velocidad de 10 m/sg sin grandes pérdidas de presión, mientras que el aceite de las tuberías hidráulicas tiene una velocidad de entre los 2 a 5 m/sg.
- Todos los circuitos neumáticos pueden ser alimentados, mediante tuberías, desde la estación central de compresión, mientras que cada una de las máquinas hidráulicas necesitan de su propia estación de bombeo.
- El aire de escape (en el caso de que lo hubiera) va directamente a la atmósfera, mientras que en la hidráulica se necesitan tuberías para retornar el aceite al depósito una vez que ha cumplido su misión.
- Una instalación neumática es limpia, pues las fugas no provocan suciedad ni deterioro de los productos. Los escapes no son nocivos.
- La energía neumática se puede transportar mediante tuberías hasta unos 1000 m sin grandes pérdidas de presión, mientras que la energía hidráulica solo se puede transportar hasta unos 100 m sin necesidad de bombas intermedias.
- El aire comprimido es fácil de transportar y no es combustible, evitando las explosiones.

No vamos a pasar de alto los inconvenientes de las instalaciones neumáticas, que como es lógico existen y son reales, pero no son tan importantes a juicio del proyectista como los presentados por la hidráulica.

- No se puede utilizar el aire a elevadas presiones ya que para ello necesitaríamos una reducción de volumen muy grande. Este proceso sería caro y de escaso rendimiento. Éste se ve disminuido al aumentar la relación de compresión, tal y como se muestra en la figura 36.

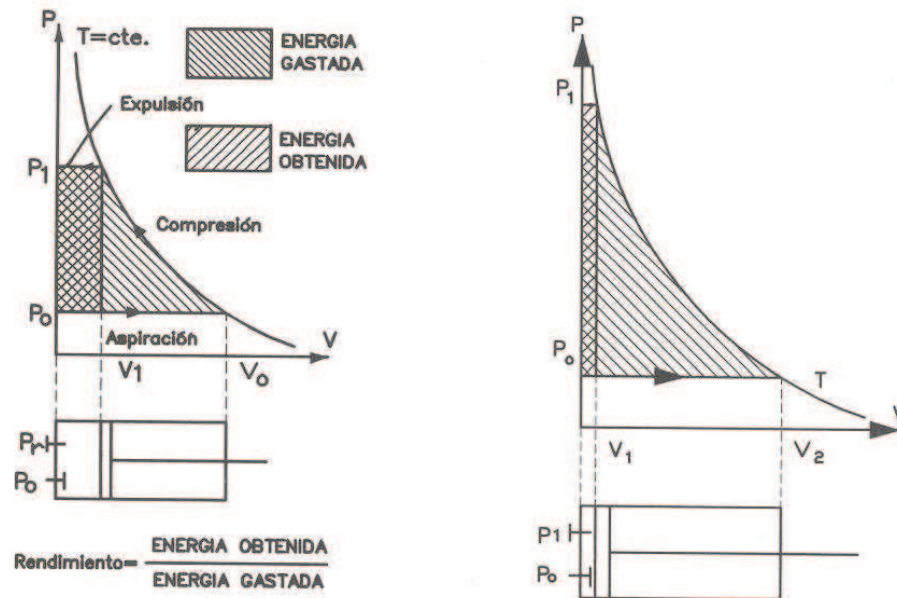


Figura 36. Relaciones de compresión entre energía obtenida y energía gastada.

- La estanqueidad de la instalación disminuye con el aumento de presión por las pérdidas.
- La viscosidad del aire aumenta con la presión, lo que lleva consigo un aumento de las pérdidas por rozamientos.
- La compresión del aire hace que sea difícil obtener movimientos lentos y uniformes.
- Debido a la limitación en la presión del aire, para un mismo esfuerzo, el volumen ocupado por los elementos neumáticos es muy superior al de los elementos hidráulicos.
- La relación entre el coste de energía neumática e hidráulica es de 10/4.

Resumiendo, la neumática tiene su aplicación principal en instalaciones en las que se necesita una gran versatilidad de movimientos (subida y bajada del bolardo), en las que las variaciones de velocidad no sean críticas y en las que los esfuerzos a vencer no sean elevados (unos 30 KN como máximo).

3.3 CALCULOS JUSTIFICATIVOS

Atendiendo al sistema de accionamiento elegido, sistema neumático, se realizarán a continuación los cálculos que nos llevarán a describir la instalación.

Compresor

Como se vio en el desarrollo teórico que las características de un compresor son la presión y el caudal de aire.

La presión podrá ser de hasta 1.5 veces la presión necesaria en la instalación, pero nunca superando ese valor ya que la presión cuesta.

El caudal de aire será la suma de tres factores: consumo de aire en la instalación, consumo de las previsiones futuras y un aumento del 20% por posibles fugas.

Haciendo el equilibrio de fuerzas en el cilindro (figura 37) y utilizando la tabla 4, donde se recogen los diámetros normalizados de los cilindros para 6 bar de Fuerza neta, calculamos la presión real de trabajo.

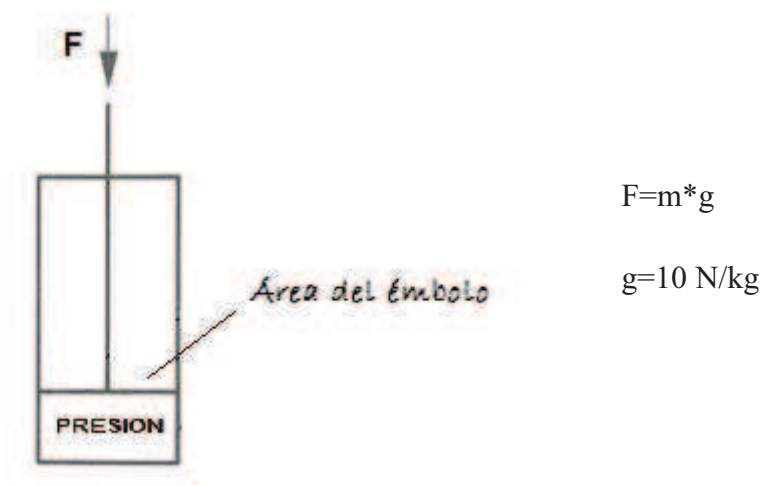


Figura 37. Equilibrio de fuerzas.

$$AREA = \frac{F}{\eta * P} = \frac{m * g}{\eta * P} = \frac{278 \text{ kg} * 10 \text{ N/kg}}{0.95 * 6 \text{ bar}} = 0.0048134 \text{ m}^2$$

Siendo el área $AREA = \frac{\pi}{4} * \phi \text{ émbolo}^2$

Se calcula el diámetro del émbolo $\phi \text{ émbolo} = \frac{4}{\pi} * 0.0048134 = 78.28 \text{ mm}$

Puesto que ese diámetro no está normalizado según la tabla 4, elegimos el próximo superior para garantizar el funcionamiento del cilindro hidráulico. El nuevo diámetro elegido será el de 100 mm.

Así la presión de trabajo quedará.

$$P = \frac{F}{\eta * AREA} = \frac{m * g}{\eta * \left(\frac{\pi}{4} * \phi \text{ émbolo}^2\right)} = \frac{278 \text{ kg} * 10 \text{ N/kg}}{0.95 * \left(\frac{\pi}{4} * 100 \text{ mm}^2\right)} = 3.67 \text{ bar}$$

Luego la presión de trabajo será de 3.67 bar para las condiciones más desfavorables, peso máximo a levantar por el cilindro 278 kg.

A continuación se calcula el diámetro de la tubería necesario para los 3.67 bar de presión del sistema.

Es necesario conocer el caudal de aire y para ello se necesita saber la velocidad de subida y bajada del cilindro. En la figura 38 se representa el esquema de colocación y distancias tanto de la pila como de la central de control, junto con los elementos intermedios (válvulas, ángulos,..).

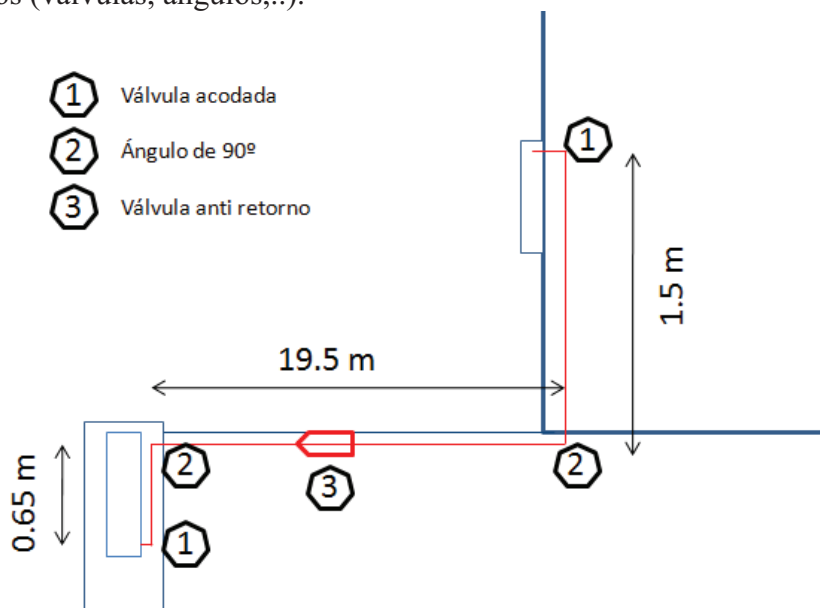


Figura 38. Esquema de colocación.

Primero se estima el diámetro de la tubería sin elementos intermedios (válvulas y ángulos) y posteriormente se reajusta dicho valor.

$$Q = AREA * Velocidad$$

Como se quiere que la pisona suba y baje en tres segundos y la distancia a recorrer es de medio metro, la velocidad vendrá dada por:

$$e = v * t \quad v = \frac{e}{t} = \frac{0.5 \text{ m}}{3 \text{ s}} = 0.1666 \text{ m/s}$$

Puesto que el caudal es la suma de tres elementos:

- Caudal.
- Caudal de las previsiones futuras: 50% del caudal inicial.
- Fugas de caudal: 20%.

$$Q_f = Q + 0.5Q + 0.2 * (Q + 0.5Q) = 1.8 * Q$$

Puesto que se conoce el diámetro del émbolo calculado anteriormente, 100 mm, se calcula el caudal de la siguiente manera.

$$Q_f = 1.8 * AREA * Velocidad = 1.8 * \pi * R^2 * 0.1666 = 9.424^{-3} m^3/s$$

$$\text{Luego } Q_f = 9.424^{-3} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} * \frac{1000 \text{ dcm}^3}{1 \text{ m}^3} * 9.81 = 5654.64 \text{ l N/min}$$

Para poder entrar en la figura 23 (vista en el desarrollo teórico) y poder encontrar el diámetro, se necesita las pérdidas de carga para 10m.

$$Perdidas = 10 * \frac{5\% \text{ de la presión de trabajo (bar)}}{\text{Longitud total de tubería}} = 10 * \frac{0.05 * 3.67}{21.65 \text{ m}} = 0.0847$$

Entrando en el ábaco de la figura 23 obtenemos un diámetro de la tubería de valor 35 mm.

Éste será el valor del diámetro de la tubería sin tener en cuenta las pérdidas por elementos intermedios, figura 24. Dicha figura representa las longitudes que habrá que sumar a la longitud de la tubería y así recalcular el valor del diámetro interior.

En esta segunda parte será necesario reajustar el valor del diámetro calculado anteriormente ya que los elementos intermedios (válvulas, codos, ...) varían sutilmente dicho valor. Al variar la longitud de la tubería se verá disminuido el valor de las pérdidas de carga para 10 m.

Según la figura 24, las longitudes de tubería equivalente, será:

	Número de elementos	Longitud (m)	Longitud equivalente (m)
Válvulas acodadas	2	4	8
Ángulo de 90°	2	2.4	4.8
Válvula antiretorno	1	2	2
		SUMA	14.8

La longitud de tubería quedará, $L = 14.8 + 21.65 = 36.45 \text{ m}$

Las pérdidas de carga serán,

$$Perdidas = 10 * \frac{5\% \text{ de la presión de trabajo (bar)}}{\text{Longitud total de tubería}} = 10 * \frac{0.05 * 3.67}{36.45 \text{ m}} = 0.0503$$

Con el diámetro del émbolo de 100 mm, se calcula el caudal, que será el mismo que antes ya que no se ve influido por el cambio de la longitud equivalente.

$$Q_f = 1.8 * AREA * Velocidad = 1.8 * \pi * R^2 * 0.1666 = 9.424^{-3} m^3/s$$

$$\text{Luego } Q_f = 9.424^{-3} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} * \frac{1000 \text{ dcm}^3}{1 \text{ m}^3} * 9.81 = 5654.64 \text{ l N/min}$$

Entrando en el ábaco de la figura 23 obtenemos un diámetro de la tubería de valor 40 mm.

El valor final del diámetro de tubería necesario será de 40 mm.

Vástago

El vástago permitirá el levantamiento de la pilona desde el suelo hasta la altura de control, proporcionando un estado de seguridad ante vehículos ajenos al recinto. La idea de calcular el peso máximo que este vástago es capaz de soportar (carga crítica P_E) en las diferentes situaciones en las que es posible que se encuentre el mismo, es la realidad de este punto.

El vástago puede encontrarse en las cuatro disposiciones explicadas en el desarrollo teórico: viga biarticulada, viga empotrada en un extremo y articulada en el otro, viga empotrada en un extremo y libre en el otro y viga biempotrada.

Se comprobará que la carga crítica soporta el peso máximo a levantar por la pilona, su propio peso. De manera que para cada caso se tiene, suponiendo válida la teoría de Euler:

- Viga biarticulada:

$$P_E = \frac{\pi^2 * E * I_{min}}{L^2} = \frac{\pi^2 * 2100000 kg/cm^2 * \frac{\pi * R^4}{2}}{L^2} * \frac{9.81 N}{kg} = 311.9 \text{ KN}$$

- Viga empotrada en un extremo y articulada en el otro:

$$P_E = 2 * \frac{\pi^2 * E * I_{min}}{L^2} = 2 * \frac{\pi^2 * 2100000 kg/cm^2 * \frac{\pi * R^4}{2}}{L^2} * \frac{9.81 N}{kg} = 623.8 \text{ MN}$$

- Viga empotrada en un extremo y libre en el otro:

$$P_E = \frac{\pi^2 * E * I_{min}}{4 * L^2} = \frac{\pi^2 * 2100000 kg/cm^2 * \frac{\pi * R^4}{2}}{4 * L^2} * \frac{9.81 N}{kg} = 77.97 \text{ MN}$$

- Viga biempotrada:

$$P_E = 4 * \frac{\pi^2 * E * I_{min}}{L^2} = 4 * \frac{\pi^2 * 2100000 kg/cm^2 * \frac{\pi * R^4}{2}}{4 * L^2} * \frac{9.81 N}{kg} = 1247.6 MN$$

Siendo válido para todos los casos:

E: módulo de elasticidad del acero, 2100000 kg/cm²

I_{min}: Momento de inercia mínimo: $\frac{\pi * R^4}{2}$

L: Longitud de carrera: 0.5 m

R: Radio del vástago, 12.5 mm, para émbolo de 100 mm. Tabla 4.

Comparando los resultados anteriores se deduce que la sollicitación con mayor carga crítica P_E , es la viga biempotrada (1247.6 MN), seguida de la viga empotrada en un extremo y articulada en el otro (623.8 MN), nuestra sollicitación.

Si tenemos en cuenta que la carga que va a tener que soportar el actuador es la de la pila (278 kg), se obtuvo como carga.

$$F = M * G = 278 kg * \frac{10 N}{kg} = 2780 N$$

Ello desvela que nuestra disposición de construcción (viga empotrada en un extremo y articulada en el otro) es válida para los requerimientos especificados.

$$623.8 MN > 2780 N$$

Se comprobará a continuación si el fallo se produce por pandeo o por compresión del material (acero). Como se vio en el desarrollo teórico, para que sea válida la fórmula de Euler se tiene que cumplir: $\sigma_E \leq 0.8 * \sigma_F$ siendo σ_F la tensión de fluencia del acero, 420 MPa.

Por tanto igualando las expresiones se obtiene la esbeltez límite que define si el fallo se produce por pandeo o por resistencia del material, para nuestro caso, viga empotrada en un extremo y articulada en el otro:

$$0.8 * \sigma_F = \frac{P_E}{S} = 2 * \frac{\pi^2 * E}{\lambda^2}$$

Siendo: $\lambda_{lim} = \sqrt{\frac{2 * \pi^2 * E}{0.8 * \sigma_F}}$

Valor que ha de ser comparado con: $\lambda = \frac{L}{i_{min}}$ que es el gado de esbeltez.

donde: $i_{min} = \text{radio de giro de la sección} = \sqrt{\frac{I_{min}}{S}}$

- Si $\lambda > \lambda_{lim}$, el fallo se produce por pandeo.
- Si $\lambda < \lambda_{lim}$, el fallo se produce por compresión.

$$\lambda_{lim} = \sqrt{\frac{2 * \pi^2 * E}{0.8 * \sigma_F}} = \sqrt{\frac{2 * \pi^2 * 2100000 \text{ kg/cm}^2}{0.8 * 420000000 \text{ N/m}^2}} = 0.011$$

$$\lambda = \frac{L}{i_{min}} = \frac{L}{\sqrt{\frac{I_{min}}{S}}} = \frac{0.5 \text{ m}}{\sqrt{\frac{\frac{\pi * R^4}{2}}{\pi * R^2}}} = \frac{0.5 \text{ m}}{\sqrt{\frac{R^2}{2}}} = \frac{0.5}{\sqrt{\frac{0.0125^2}{2}}} = 56.56$$

A la vista de los resultados, se deduce que el fallo (en caso de ocurrir) se producirá por pandeo, ya que $\lambda > \lambda_{lim}$. Puesto que esto ocurre así, la teoría de Euler es válida y así lo hemos supuesto hasta este momento en que ha pasado de ser una suposición a una realidad.

Analizando un poco más en detalle se ve claramente que si la longitud (L) es pequeña (como en nuestro caso), la carga crítica de Euler (P_E) se ve aumentada, por lo que la barra pandearía con valores superiores a las tensiones de fluencia y rotura del acero, y por tanto incompatibles con la resistencia del mismo.

Consumo de aire de un cilindro

Conocer el consumo de aire de un cilindro es de gran utilidad para hacerse una idea del volumen de fluido que mueve dicho cilindro. Se reconocen dos volúmenes, el de la cámara anterior (figura 39) y el de la cámara posterior (figura 40).

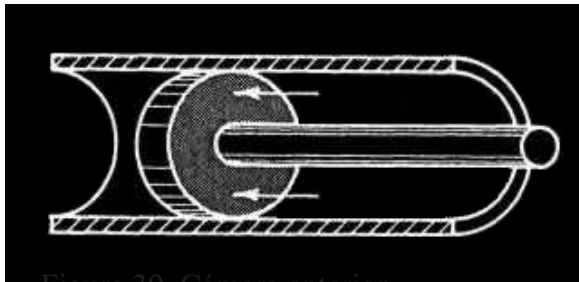


Figura 39. Cámara anterior.

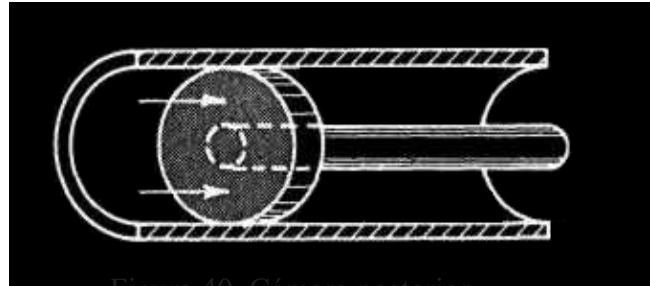


Figura 40. Cámara posterior.

El volumen de aire de la cámara posterior vendrá definido por:

$$V_1 = \frac{\pi * D^2}{4} * c = \frac{\pi * (0.1)^2}{4} * 0.5 = 0.00392 m^3 = 3.92 l$$

Donde c es el valor de la carrera del cilindro.

El volumen de la cámara anterior será:

$$V_2 = \frac{\pi * (D^2 - d^2)}{4} * c = \frac{\pi * ((0.1)^2 - (0.025)^2)}{4} * 0.5 = 0.00368 m^3 = 3.68 l$$

Con lo que el volumen consumido por un ciclo de trabajo será

$$V = V_1 + V_2 = 7.6 \text{ litros}$$

A este volumen hay que añadirle el de las tuberías comprendidas entre el cilindro y el distribuidor de potencia que lo gobierna.

$$V_{tub} = L * Area = (\pi * R^2) = 36.45 * (\pi * (0.02)^2) = 0.0458 m^3 = 45.8 l$$

Como conclusión se estima que el consumo de aire en un ciclo de trabajo, por parte de la instalación será de $45.8 + 7.6 = 53.4 l$

Potencia instalada

Se calculará la potencia instalada del conjunto de elementos dispuestos para el control del acceso. Estos elementos se pueden dividir en dos: las propias pilonas y los armarios de regulación. En estos últimos se puede encontrar el sistema de indicación visual de la maniobra de paso, almacenamiento y distribución de datos, lector automático de matrícula, espiras magnéticas,...

Teniendo en cuenta la potencia de los armarios de regulación de maniobra, así como la carga correspondiente a las pilonas, se tiene:

Unidades	Elemento	Wattios
1	Pilona entrada	700
1	Pilona salida	700
1	Armario pilona entrada	250
1	Armario pilona salida	250

La potencia total instalada asciende a 1900 W.

3.4 ESQUEMA DE COLOCACIÓN

Una vez visto el desarrollo teórico y dentro del desarrollo del proyecto, sería interesante saber de qué forma va a quedar nuestro sistema instalado. Para ello nos ayudaremos de imágenes y representaciones del modo en que se realiza esta instalación en el suelo, que elementos necesita, cómo quedaría la instalación una vez terminada y por último se verán imágenes de aplicaciones reales.

El esquema de la situación actual con medidas aproximadas del acceso al recinto es el representado en la figura 41. Como se ve, la mejor elección para colocar el nuevo sistema de acceso es el mismo que el presente ya que detrás de él se encuentra a mano izquierda un parking que habría que trasladar.

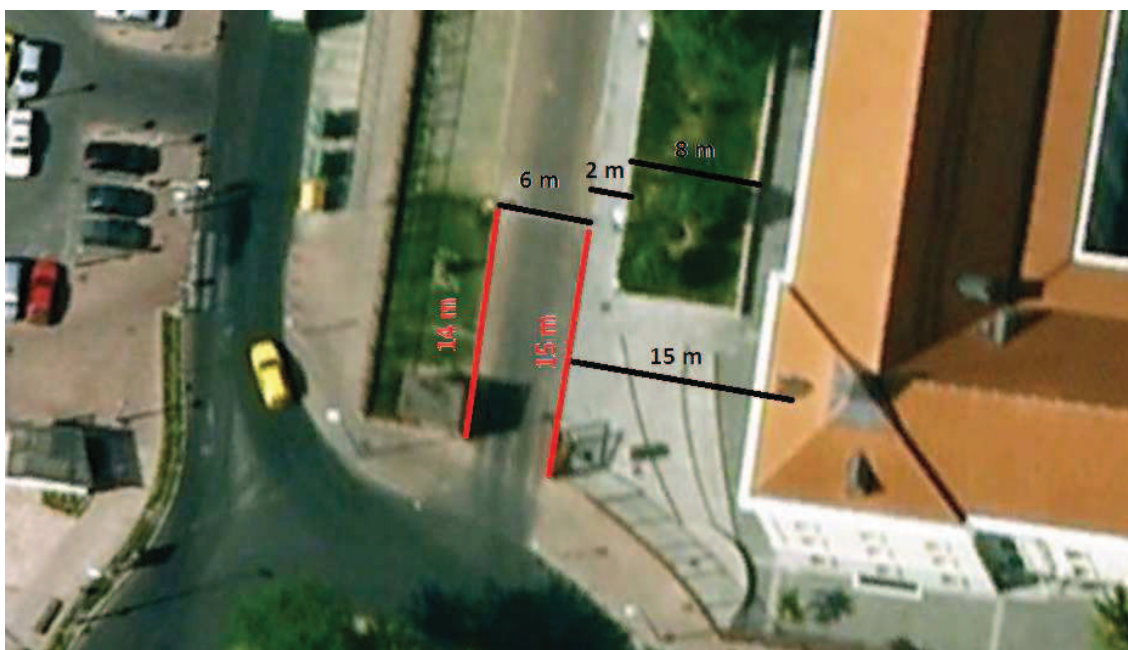


Figura 41. Esquema situación con medidas.

A lo ancho de la vía, de 6 m, se colocarán dos pilonas separadas 3 m cada una. De esta forma se conseguirá abarcar la anchura adecuada para el paso de vehículos, que será de 2.8 m por calzada (permitiendo el paso de autobuses), quedando en la zona central una pequeña isleta donde se colocará un semáforo en cada sentido de

circulación. Esta apreciación se observa en la figura 42. También se aprecia en la misma figura la arqueta de registro en la que irá la derivación y toma a tierra del circuito eléctrico de las pilonas y semáforo. La cámara lectora de matrícula se colocará de cara al sentido de acceso y a mano derechas del mismo.

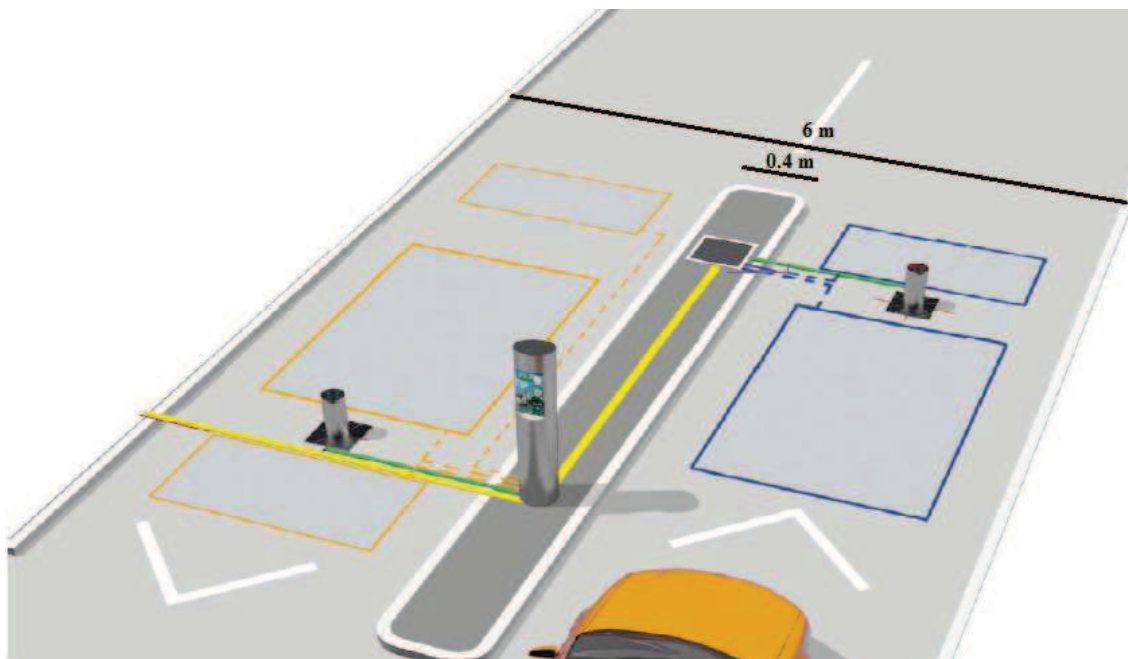


Figura 42. Esquema de colocación.

Se colocarán las pilonas a la misma altura a la que se encuentra la barrera actual de acceso al recinto, permitiendo que haya varios coches en línea esperando a entrar sin tener que invadir la rotonda o la acera próxima.

La instalación necesita de un acondicionamiento del terreno, ya que éste no tiene porqué poder soportar el peso de la pila (incurriendo en deslizamientos bajo tierra). En este acondicionamiento es necesario un drenaje bajo la pila para así permitir que el agua que se ha podido filtrar por lluvia no afecte al sistema de funcionamiento. Todo ello se representa en las figuras 43 y 44, donde se pueden apreciar las medidas y distancias necesarias para su construcción.

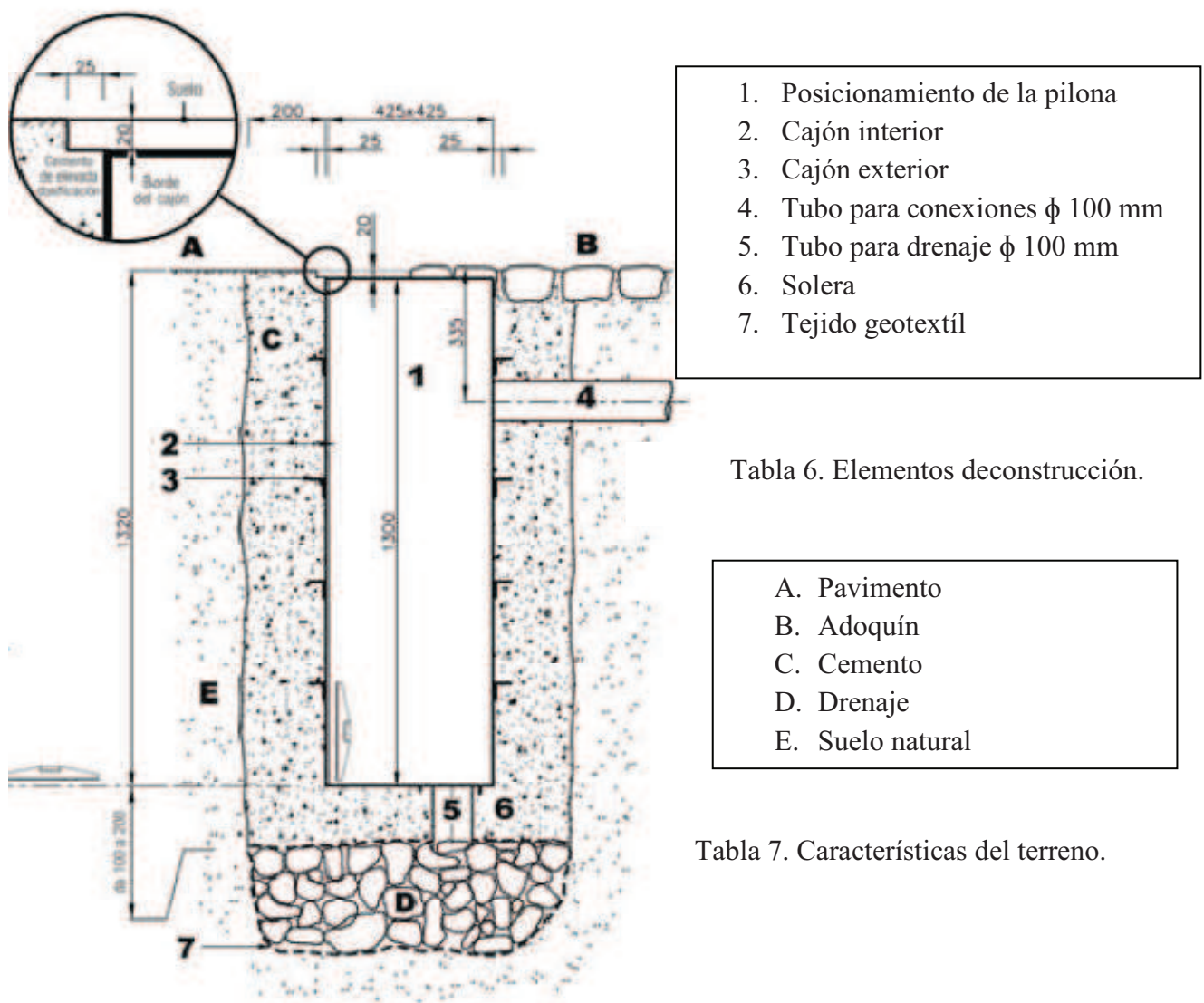


Tabla 6. Elementos de construcción.

Tabla 7. Características del terreno.

En esta instalación el operario debe tener presente que la correcta linealidad de la pilona con la vertical del suelo es fundamental para el buen funcionamiento. Para ello la pilona va forrada de lo que se denomina cajón perdido. Este elemento permitirá que se pueda realizar obra alrededor de él y así acondicionar el terreno para su posterior posicionamiento. Este cajón permite resguardar el sistema de accionamiento de la pilona del mismo terreno y así impedir la entrada de agua por los laterales. Viene a representar un “abrigo” para la pilona. La figura 45 y la tabla 8 muestran otra vista de la instalación, complementaria a la anterior.

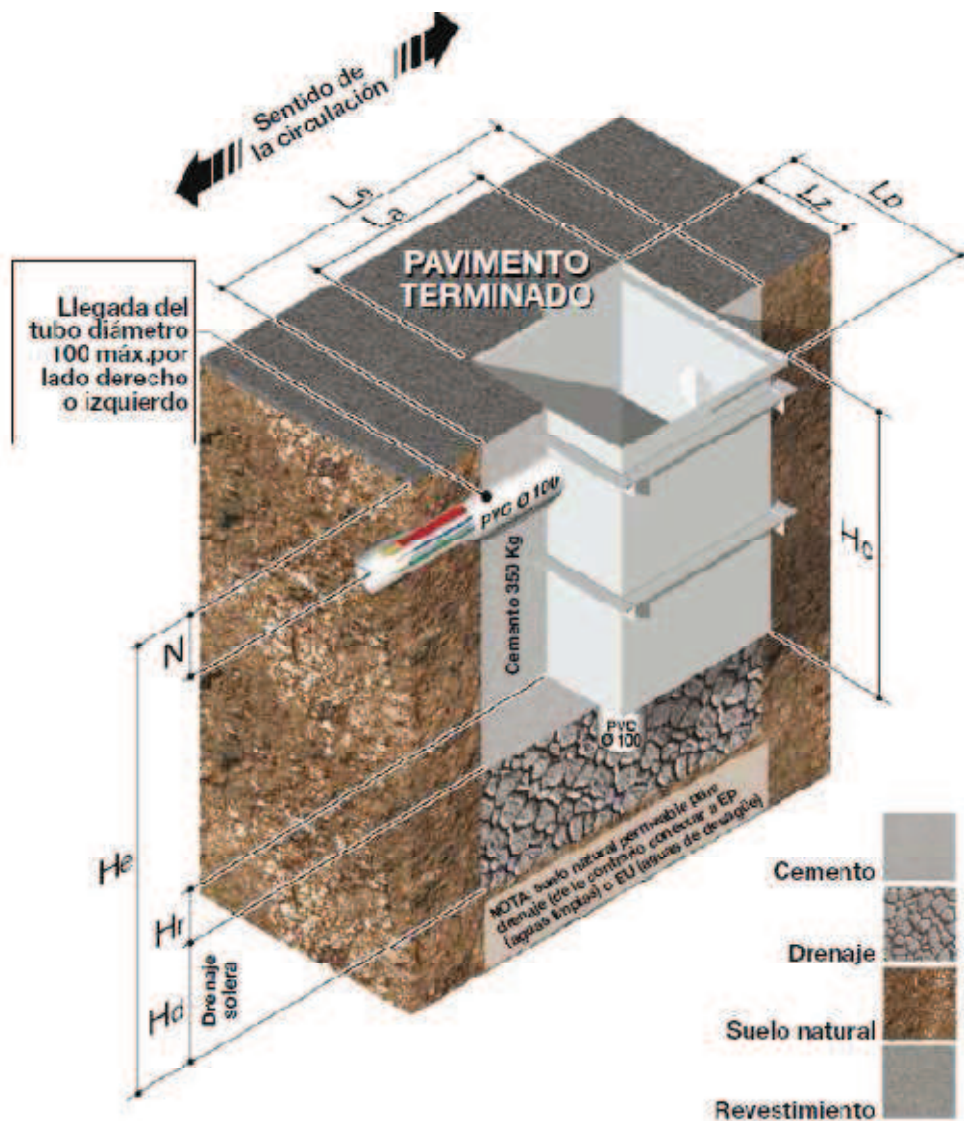


Figura 45. Visión del acondicionamiento del terreno.

	La (m)	Lb (m)	Le (m)	Lz (m)	He (m)	Hr (m)	Hc (m)	Hd (m)	N (m)
Medidas	0.425	0.425	0.825	0.212	1.32	0.2	0.82	0.3	0.335

Tabla 8. Dimensiones la construcción y acondicionamiento del terreno.

Sin duda la correcta instalación del cajón es primordial, tal y como se aprecia en la fotografía tomada en el proceso de construcción de la figura 46 y tabla 9.



La fotografía representa la instalación de una pila escamoteable. En él se pueden distinguir los diferentes elementos de obra.

También se ve el drenaje necesario como la posición del cajón perdido.

Tabla 9. Detalle de la colocación del cajón perdido.

Figura 46. Detalle del proceso de construcción.

La espira metálica es necesaria para que el sistema detecte que se aproxima un vehículo y así poder iniciar el descenso de la pilona (no sin antes comprobar si dicho vehículo está autorizado). El funcionamiento de la misma es muy sencillo, detección de masas metálicas.

Como la espira se encuentra próxima a la superficie del terreno y debajo del pavimento vial, cuando se aproxima un vehículo creará un campo magnético en la espira permitiendo el paso de corriente eléctrica, permitiendo que el sistema se inicie. En la figura 47 viene dibujado el método de funcionamiento.

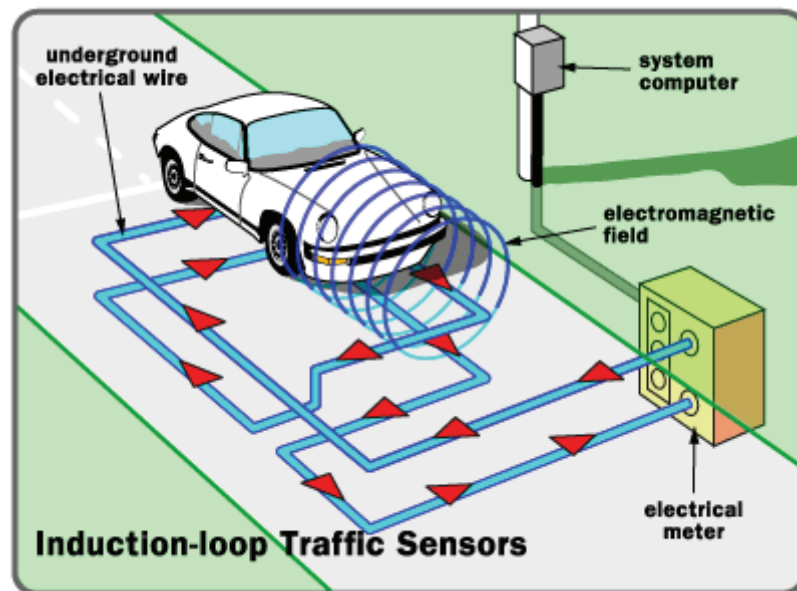


Figura 47. El vehículo creará un campo magnético sobre la espira.

Algunos ejemplos finales en los que la instalación se ha llevado a cabo correctamente son los vistos en las figuras 48 y 49.



Figura 48. Pilona terminada.



Figura 49. Ejemplo de puesta en servicio.

Sin duda la mejor explicación visual de las pilonas automáticas es ver este tipo de instalaciones en situaciones reales en los que cualquier persona se puede quedar con la idea de lo necesarias que pueden llegar a ser este tipo de mecanismos de control de tráfico. Dos ejemplos claros de estas aplicaciones reales son la embajada de EEUU. en Berlín (Figuras 50 y 51) y la sede del Comité Olímpico Internacional en Lausana (Suiza) (Figura 52).



Figura 50. Vista de la embajada de EEUU en Berlín.



Figura 51. La entrada a la embajada se encuentra en una calle cortada al tráfico en sus dos extremos por una línea de pilonas.



Figura 52. Entrada del COI en Lausana, Suiza.

3.5 REPRESENTACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

El proceso se inicia cuando un vehículo desea entrar en el recinto privado de la Universidad. El vehículo en cuestión se deberá colocar a una distancia prudente de el control de acceso de manera que la espira metálica colocada debajo de el mismo detecte su presencia, iniciándose el proceso de entrada. La figura 53 representa el estado de espera del el vehículo, con los bolardos en alto.

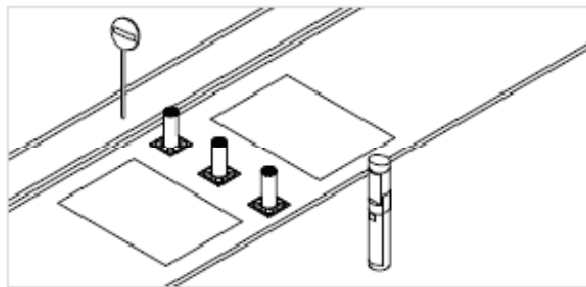


Figura 53. Espera del vehículo con los bolardos en alto.

Para ello será imprescindible saber qué vehículo entra en nuestro recinto privado, y eso lo conseguiremos permitiendo solo en acceso de vehículos autorizados, previamente inscritos en la base de datos. Los vehículos no autorizados tendrán la posibilidad de comunicarse con la seguridad del recinto mediante un pulsador que envíe una señal de llamada al hombre de seguridad. La figura 54 refleja el momento en el que un vehículo se aproxima al recinto y se coloca sobre la espira metálica, momento en el cual el lector de matrícula permitirá o negará el paso.

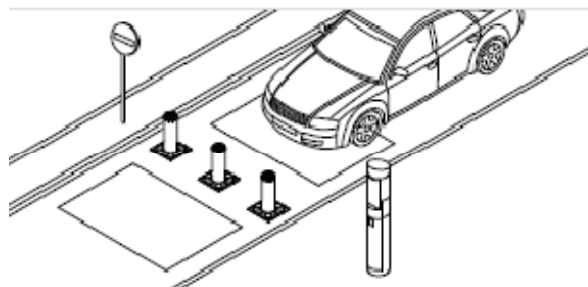


Figura 54. Vehículo en el momento de llegada al control de acceso.

Una vez aceptada la matrícula comenzará la bajada del control de acceso. El usuario deberá esperar a que el semáforo que controla los bolardos se sitúe en la posición de verde. En la figura 55 se ve como el vehículo espera a que los bolardos bajen para poder pasar.

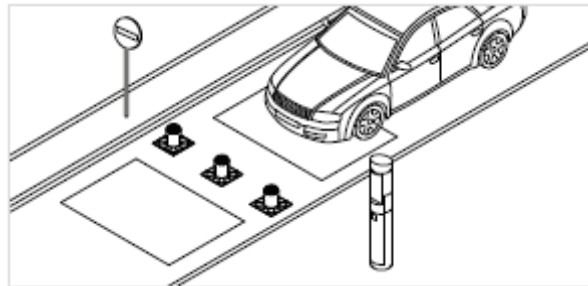


Figura 55. Bolardos en retroceso.

Una vez bajados los bolardos el semáforo se posicionara en verde para que pase el vehículo. Una vez cruzada la frontera de acceso la segunda espira metálica nos dirá si en vehículo a accedido al recinto, iniciándose la subida de los bolardos. En la figura 56 se ve como el vehículo pasa la frontera del control de acceso.

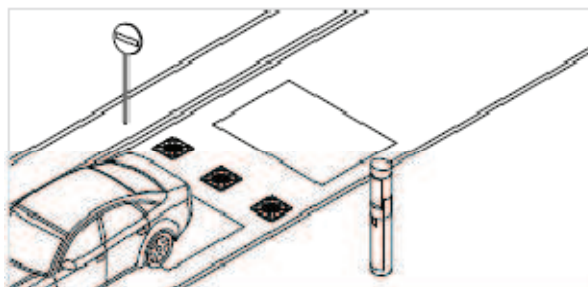


Figura 56. Vehículo cruzando la frontera del control de acceso.

La salida del recinto se hará de forma casi idéntica a la entrada, salvando unas pequeñas diferencias.

La detección del vehículo se hará mediante otra espira metálica colocada justo antes del control de acceso. Ésta detectará la presencia de una masa metálica, iniciando la bajada de los bolardos destinados a la salida. Recordando que la gestión de entrada es distinta que la de salida. En la figura 57 se observa como los bolardos descenderán para

la salida del vehículo, sin necesidad de controlar la matrícula que sale, solo con su presencia sobre la espira.

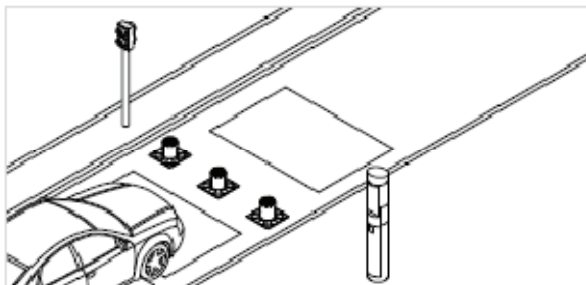


Figura 57. Vehículo saliendo del recinto.

Una vez cruzado la frontera de salida se inicia el ascenso de los bolardos, controlados de nuevo por otra espira metálica que detecta la salida del vehículo. La figura 58 detalla dicha situación.

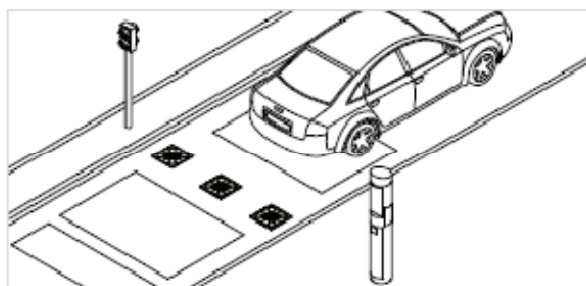


Figura 58. Los bolardos comenzarán a subir una vez pasa el vehículo.

3.6 SEGURIDAD PASIVA

Respuesta del dispositivo ante un vehículo

Ante la proximidad de un vehículo a un acceso controlado mediante pilonas automáticas en movimiento ascendente, un dispositivo de seguridad detectará la presencia del vehículo, e invertirá la maniobra y descenderá. La pila no empezará a subir de nuevo hasta que la zona de seguridad de la pila esté libre de vehículos. El elemento que detectará la presencia de un vehículo será la espira metálica bajo el asfalto.

Respuesta del dispositivo ante un peatón

Cuando una pila o bolardo automático empieza a extenderse (subiendo) y detecta la presencia encima de su corona a un peatón u obstáculo que supere los 20kg, desestimará el intento de subir, y si la maniobra ya ha empezado, esta se desconecta, bajando inmediatamente, evitando así un accidente, en la medida de lo posible, por caída de personas. La pila mediante un tiempo de espera intentará subir de nuevo, así hasta en tres intentos, y si el obstáculo persiste quedará en estado de espera durante 5 minutos, dando así un tiempo prudencial a que desaparezca el obstáculo o persona.

Esa seguridad también es válida para vehículos, que sumada a la seguridad antes descrita nuestros accesos cuentan con doble protección frente a vehículos.

Rearme automático en caso de fallo de energía

En caso de fallo de suministro eléctrico, contamos con dos modalidades que en función del objetivo de la instalación se instalará una modalidad u otra.

En caso de falta de energía:

- Seguridad positiva: La pila en posición extendida (arriba) inicia en retroceso (bajando).

- Seguridad negativa:
 - o La pila en posición extendida (arriba) se queda en la posición (arriba).
 - o La pila se podrá recoger con una llave especial suministrada.
 - o La seguridad negativa se suele utilizar para instalaciones de seguridad y anti alunizajes.

Test de conformidad frente a impactos

Las pruebas de resistencia a los choques sufridos por las pilonas escamoteables se realizan en un laboratorio homologado para ello. Para el certificado de conformidad dentro del marco de la unión Europea realizan este tipo de ensayos el Laboratoire des Essais De la Ciudad de París. Un ejemplo de ensayo es el mostrado por la figura xxx, en el que se observa que después del impacto la pila queda en su sitio sin romperse.

Los test de resistencia a los choques efectuados en pilonas escamoteables automáticas, dentro de lo que los fabricantes desarrollan, deben resistir:

- Pila de diámetro 220 mm y altura 500 mm, resiste al choque de un automóvil de 1.2 toneladas a la velocidad de 50 km/h.
- Pila de diámetro de 220 mm y altura 600 mm, resiste al choque de un automóvil de 2.5 toneladas a la velocidad de 45 km/h.

Las figura 59, 60 y 61, representan tres momentos recogidos antes, durante y después del test de ensayo.



Figura 59. Antes de impacto el vehículo alcanzará la velocidad de impacto.



Figura 60. Momento de impacto.



Figura 61. Vehículo y pila tras el impacto.

3.7 SIMULACIÓN DE EL CONTROL DE ACCESO MEDIANTE PL7 JUNIOR

El objetivo de este punto será la simulación mediante un programa informático (PL7 Junior) del control de acceso a un parking privado, siendo este el de la Universidad Carlos III en el Campus de Leganés como aplicación real del mismo, adecuando las necesidades diarias del mismo al autómata.

Se realizará una simulación mediante PL7 Junior del control de acceso que ocurre cada día en la entrada de nuestra Universidad. Este se hará controlando la subida y bajada de dos bolardos.

Los bolardos tendrán asociados un par de semáforos que funcionaran de forma independiente según entre o salga un vehículo del parking. Ambos bolardos necesitan 3 segundos para subir/bajar desde la posición en la que se encuentren, por lo que será necesario un temporizador de subida y otro de bajada para ambas entradas y salidas.

Para ello tendremos en cuenta que los vehículos que entren estén aceptados en una base de datos para que puedan entrar sin ningún problema al parking. Los vehículos que salgan no necesitaremos controlar su matrícula ya que si fueron aceptados a la entrada no habría problema en que salieran. Mediante un sensor de proximidad controlaremos el bolaro que da acceso a la salida de vehículos.

Se implantará nuestro programa mediante un sensor de luz que controlara la luminosidad que habrá en cualquiera de las dos situaciones posibles, vehículo entrando o vehículo saliendo. Con ello se iluminarán los carriles que van desde los bolardos hasta el parking subterráneo. Esto se hará durante 30 segundos, tiempo suficiente para recorrer la distancia que hay desde donde se encuentran los bolardos hasta la entrada del parking, y viceversa.

Gracias a un estado de alarma que podrá ser activado en cualquier momento de la secuencia de etapas se conseguirá que ambos bolardos bajen, asociando la salida de semáforo en verde para que circulen libremente y en ambos sentidos los vehículos en el caso de que dicho estado se active. Este estado simula una caída de tensión en la red, por la cual no hay corriente eléctrica que alimente el circuito o por un caso de emergencia ya sea por llamada a bomberos, terrorismo,...

También habrá asociados dos contadores, uno para cada bolardo. La idea es controlar el número de vehículos que salen y entran diariamente para datos estadísticos del uso del parking.

Explicación del autómata

Como se ha sacado en .pdf desde el mismo programa PL7 Junior el autómata que se encuentra en el anexo 1 de esta memoria, se explicara a continuación cada uno de los etapas a los que representan, que se hace en ellos, cuales son las transiciones y por qué ocurren, las entradas asociadas, así como las salidas que hay.

ETAPAS: Se necesitan un total de 22 etapas para el desarrollo del autómata. De estas 22 etapas un total de 15 hacen referencia a los vehículos que entran junto con el estado de alarma y las 7 restantes son para definir las etapas de los vehículos que salen. En las tablas 10 y 11 se enumeran cada una de ellas.

Etapas para los vehículos que entran	
0	Inicio del diagrama para los vehículos que entran
1	Lector de matrícula
2	Bajar bolardo de entrada
3	Llamada a garita
4	Bolardo debajo de entrada
5	Subida de bolardo de entrada
6	Iluminación
7	Bolardo arriba de entrada
8	Etapas virtual
9	Subir bolardo de entrada
10	Contador
19	Espera a contestación desde la garita
20	Estado de alarma
21	Bajar todos los bolardos para estado de alarma
22	Subir todos los bolardos después de la alarma

Tabla 10. Etapas de los vehículos que entran junto con el estado de alarma.

Etapas para los vehículos que salen	
12	Inicio del diagrama para los vehículos que salen
13	Etapas virtual
14	Iluminación
15	Bajar bolardo para la salida
16	Bolardo abajo
17	Subir bolardo para la salida
18	Contador

Tabla 11. Etapas de los vehículos que salen.

TRANSICIONES: Para que se produzcan los cambios de etapas se necesitan las transiciones entre ellas. Con eso se conseguirá que el autómata deje una etapa para avanzar a la siguiente. El camino seguido en las transiciones debe seguir las líneas de unión entre etapas, siendo estas:

Para los vehículos que entran

0 – 1: Sensor de entrada. Inicialización del autómata para los vehículos que entran.

0 – 21: Puesta de la alarma

1 – 2: Matricula aceptada

1 – 19: Matricula no aceptada

2 – 4: Temporizador de 3 sg

4 – 5 y 6: Iluminación insuficiente y sensor de que el vehículo a pasado

4 – 9: Iluminación suficiente y sensor de que ha pasado

3 – 0: Respuesta negativa de entrada desde la garita

3 – 2: Respuesta positiva de entrada desde la garita

19 – 3: La garita ha recibido la solicitud de entrada

5 -7: temporizador de 3 sg

6 – 8: Temporizador de 30 sg

9 – 10: Temporizador de 30 sg

10 – 0: Contador

21 – 20: Temporizador de 3 sg

20 – 22: Subida de bolardos

20 – 0: Restablecimiento de el sistema

Para los vehículos que salen

12 – 13: Iluminación suficiente y sensor de salida de el parking

12 – 14: Iluminación insuficiente y sensor de salida de el parking

13 – 15: Sensor de proximidad a la salida

14 – 15: Sensor de proximidad a la salida

15 – 16: Temporizador de 3 sg

16 – 17: Sensor de salida

17 – 18: Temporizador de 3 sg

18 – 12: Contador

ENTRADAS: Las entradas asociadas a los estados serán un total de 11. Con éstas permitiremos las transiciones al ser aceptadas o negadas. En la tabla 12 se observa para que sirve cada una.

%I1.0	Sensor de entrada
%I1.1	Matricula aceptada
%I1.2	Aceptación desde la garita
%I1.3	Sensor de que el coche ha entrado
%I1.4	Iluminación adecuada
%I1.5	Sensor de salida del parking
%I1.6	Sensor de proximidad para la salida
%I1.7	Sensor de que el coche ya ha salido
%I1.8	Sensor llamada a garita
%I1.9	Rechazo desde la garita
%I1.10	Alarma
%I1.11	Reset de los contadores

Tabla 12. Las entradas permitirán el cambio de etapa.

SALIDAS: Las salidas representan las acciones asociadas a cada etapa, es decir, las cosas que ocurrirán en el proceso de entrada y salida de los vehículos. En la tabla 13 se pueden ver cada una de ellas.

%Q2.0	Leer matricula
%Q2.1	Bajar bolardo
%Q2.2	Semáforo en verde para la entrada
%Q2.3	Subir bolardo
%Q2.4	Iluminación
%Q2.5	Llamada a garita
%Q2.6	Alarma
%Q2.7	Semáforo en rojo para la salida
%Q2.8	Semáforo en verde para la salida

%Q2.9	Semáforo en rojo para la etapa de alarma
%Q2.10	Bajar bolardo para la etapa de alarma
%Q2.11	Subir bolardo para la etapa de alarma

Tabla 13. Las salidas del proceso de control.

En la figura 62 hace referencia a una representación gráfica del estado final que se obtendría en el caso de llevar a cabo la instalación. La idea es conseguir un acceso cómodo y sencillo, que no interrumpa el tránsito peatonal y que esté acorde con el medio que le rodea.

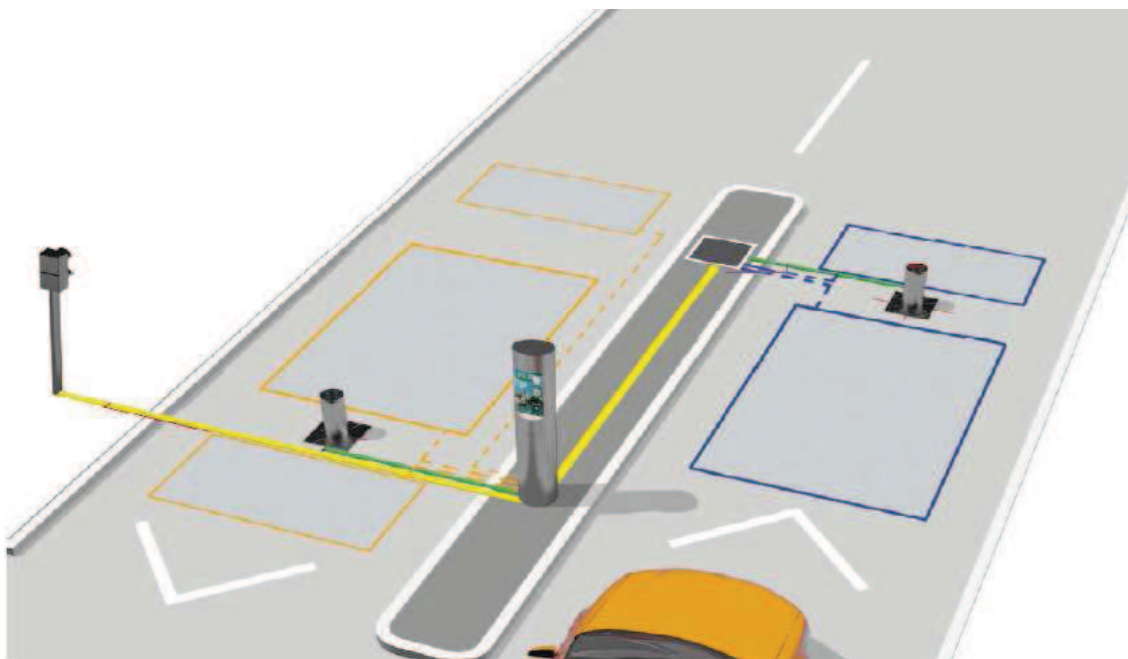


Figura 62. Representación gráfica del estado final de la instalación.

CAPÍTULO 4: PRESUPUESTO

En el presente punto se atenderá los gastos derivados de la puesta en servicio de la instalación redactada en el documento, junto con el tiempo previsto de ejecución del mismo.

Estos gastos se atenderán en cuatro partes bien diferenciadas: La obra civil, la acometida eléctrica, el control de acceso automático y por último los costes de personal y medios.

Obra civil

Atendiendo a las necesidades de transformar el terreno, para la instalación de las pilonas y el sistema de video cámara, y su posterior puesta en servicio, se tiene:

- Canalización de acera: Canalización de acera con tubo de PVC de 100 mm de diámetro. Incluso corte y demolición, excavación, transporte de sobrantes y reposición de pavimento similar al existente.
- Arquetas de registro de 400x400x600 mm: Arqueta para derivación y toma de tierra, con paramentos de hormigón, cerco y tapa de fundición. Incluso excavación, carga y transporte de tierras a vertedero.
- Arqueta de hormigón para cajón perdido de 825x825x1320 mm: Arqueta de hormigón para instalación de pilona escamoteable, con drenaje a terreno. Incluso excavación, carga y transporte de tierras a vertedero.
- Basamento para armario de equipo de control: Cimentación para armario regulador, incluido codos de PVC, pernos de anclaje. Incluso excavación, carga y transporte de tierras a vertedero.
- Basamento para columna de 4 metros: Cimentación para columna soporte de cámara lectora de matrícula, incluido codos de PVC, pernos de anclaje. Incluso excavación, carga y transporte de tierras a vertedero.

Acometida eléctrica

Atendiendo a las necesidades de cableado eléctrico que permita el funcionamiento del sistema, se tiene:

- Cable de acometida de 2x6: Cable tendido de forma subterránea, incluido conexión y bornas.

Control de acceso automático

Atendiendo a las necesidades de control del acceso como software necesario, pilonas, lector de matrícula, semáforo y otros, se tiene:

- Paquete de software de control + 1 licencia: Software, panel sinóptico incluido el desarrollo de gestión y control de acceso mediante lector de matrículas, instalaciones de control de tráfico, supervisión remota de los puntos de control de acceso, visionado mediante matriz integrada de hasta 16 CCTV, sistema de gestión de altas y bajas para autorizaciones totalmente integrado y personalizado.
- Ordenador: Ordenador dedicado para la aplicación de control incluyendo licencia de Windows XP, ratón y teclado.
- Equipo controlador de entrada/salida: Equipo de control en armario para control de maniobra de 1 unidad de pila neumática. Dotado de módulos de seguridad de protecciones para vehículos. Incluidos sistemas de control de elevación mediante programación de software. Totalmente instalado y en servicio.
- Lector de matrículas: Lector de matrículas para su integración en el armario regulador. Incluye su p.p. de mano de obra y configuración del sistema.
- Pila neumática automática de acero: Pila neumática automática de 160 mm de diámetro y 500 mm de altura de emersión. Fabricada en acero inoxidable AISI 304 de resistencia a impacto con banda reflectante personal. Se incluye tubería de 40 mm, para transmisión de la presión. Totalmente instalado y en servicio.
- Cajón perdido: Cajón perdido o cavidad para alojamiento de pila en chapa de acero galvanizada de 3 mm, incluido drenaje de pluviales y marco para asentamiento de la pila.

- Semáforo de led's: Señal luminosa de una dirección con dos colores de 200 mm, para led's con focos Rojo/Verde. Totalmente instalado y en servicio.
- Soporte brazo: Soporte brazo.
- Espira metálica: Espira electromagnética para detección de vehículos a base. Totalmente instalado y en servicio.
- Cable bicolor 1x16: Cable bicolor para toma a tierra, incluyendo conexionado y bornas. Totalmente instalado y en servicio.
- Placa toma de tierra: Placa de toma de tierra con grapa. Totalmente instalada y en servicio.

Personal y medios

Es necesario señalar los costes derivados de la ejecución del proyecto. Estos se verán implicados por el tiempo empleado en la ejecución del proyecto, así como los costes de personal y las horas empleadas en la realización. Dicho proyecto ha tenido una duración de 8 meses y se ha considerado una tasa de costes indirectos del 20%.

Presupuesto por partes

Cada una de las partes del presupuesto posee los precios recogidos en las tablas 14 (presupuesto para obra civil), 15 (presupuesto para acometida eléctrica), 16 (presupuesto para control de acceso automático), 17 (medios), 18 (personal) y 19 (presupuesto total).

OBRA CIVIL			
	UNIDADES	PRECIO (€)	SUMA (€)
CANALIZACIÓN DE ACERA	25 m	217,00	5.425,00
ARQUETAS DE REGISTRO 400X400X600	2,00	334,00	668,00
ARQUETA DE HORMIGÓN 825X825X1320	2,00	350,70	701,40
BASAMENTO PARA ARMARIO DE CONTROL	2,00	384,10	768,20
BASAMENTO PARA COLUMNA SOPORTE	1,00	317,30	317,30
		TOTAL	7.879,90

Tabla 14. Presupuesto de obra civil.

ACOMETIDA ELÉCTRICA			
	UNIDADES	PRECIO (€)	SUMA (€)
CABLE DE ACOMETIDA DE 2X6	10 m	3,63	36,30
		TOTAL	36,30

Tabla 15. Presupuesto de acometida eléctrica.

CONTROL DE ACCESO AUTOMÁTICO			
	UNIDADES	PRECIO (€)	SUMA (€)
PAQUETE DE SOFTWARE + 1 LICENCIA	1,00	5.891,22	5.891,22
ORDENADOR	1,00	1.085,18	1.085,18
EQUIPO CONTROLADOR DE ENTRADA/SALIDA	2,00	4.856,43	9.712,86
LECTOR DE MATRÍCULAS	1,00	5.590,31	5.590,31
PILONA NEUMÁTICA	2,00	3.404,02	6.808,04
CAJÓN PERDIDO	2,00	467,47	934,94
SEMÁFORO DE LED'S	2,00	400,59	801,18
SOPORTE BRAZO	2,00	45,81	91,62
ESPIRA METÁLICA	4,00	453,12	1.812,48
CABLE BICOLOR 1X16	30 m	2,52	75,60
PLACA TOMA DE TIERRA	2,00	67,23	134,46
		TOTAL	32.937,89

Tabla 16. Presupuesto para control de acceso automático.

MEDIOS UTILIZADOS					
DESCRIPCIÓN	COSTE (€)	% USO DEDICADO PROYECTO	DEDICACIÓN (MESES)	PERIODO DE DEPRECIACIÓN	COSTE IMPUTABLE
ORDENADOR	737,2	100	8	60	98,3
AUTÓMATA TSX PREMIUM	3.742,6	100	3	60	187,1
MICROSOFT OFFICE	0	100	8	60	0,0
				TOTAL	285,4

Tabla 17. Presupuesto de medios necesarios utilizados.

Fórmula de cálculo de la amortización:

A: Número de meses desde la fecha de facturación en que el equipo es utilizado.

B: Periodo de depreciación (60 meses).

C: Coste del equipo (sin IVA).

D: % del uso que se dedica al proyecto.

PERSONAL			
CATEGORÍA	DEDICACIÓN MENSUAL	COSTE (HOMBRE/MES)	COSTE (€)
INGENIERO SENIOR	0,2	3.857,6	771,52
INGENIERO	1	2.693,8	2.693,8
TOTAL			3.465,32

Tabla 18. Presupuesto de personal.

PRESUPUESTO TOTAL	PRECIO (€)
OBRA CIVIL	7.879,9
ACOMETIDA ELÉCTRICA	36,30
CONTROL DE ACCESO AUTOMÁTICO	32.937,8
MEDIOS UTILIZADOS	285,42
PERSONAL	3.465,3
TOTAL	44.605

Tabla 18. Presupuesto total.

El presupuesto total para la instalación descrita en el presente documento asciende a CUARENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS CINCO EUROS.

El tiempo de validez del presente proyecto no excederá de los 3 meses desde la presentación del mismo al tribunal.

Plazo de ejecución

Para la realización del conjunto de las instalaciones y su puesta en servicio, se prevé una duración de una semana para las actuaciones de obra civil: apertura de zanjas para el cableado, construcción de espiras y de huecos para la introducción de las pilonas y obras accesorias y una semana más para la programación de autómatas, conexiones y pruebas de funcionamiento.

El tiempo total para la instalación descrita en el presente documento será por tanto de 2 (dos) semanas.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS

Ya acabada la memoria del proyecto y con una visión global del mismo, se atenderán las conclusiones derivadas del objetivo fundamental, el análisis de una nueva forma de controlar el acceso al parking de la Universidad Carlos III de Madrid, en su campus de Leganés.

Esta forma de controlar el acceso es mediante la neumática, en su campo de aplicación a bolardos retráctiles controlados por la entrada y salida de usuarios. De aquí deriva la síntesis que se ha tenido que hacer para dar un enfoque que permita distinguir en poco espacio el concepto fundamental que permite su funcionamiento, el aire comprimido.

Desde el inicio del proyecto hasta su final se ha intentado mantener un hilo que permita describir la idea que se quería llevar a cabo, la implantación de bolardos retráctiles automáticos en vez de barreras, y esto se ha conseguido mediante una explicación teórica de los conceptos fundamentales de la neumática.

Luego este desarrollo ha continuado describiendo la normativa y reglamentos generales para su puesta en uso, junto con una serie de cálculos y esquemas de colocación que justifiquen la instalación elegida. De aquí se puede concluir que no son engorrosos ni excesivos las normativas ni los cálculos necesarios.

También se ha simulado dicho acceso mediante un autómatas, de manera que permita tener en cuenta los aspectos fundamentales para este tipo de control. Concluyendo la gran versatilidad que tienen estos, pudiendo llegar a controlar varias situaciones que pueden ocurrir simultáneamente y que el autómatas tiene que resolver a la perfección.

Por último y de manera que se pueda entender cuánto cuesta realizar una obra e instalación de este sistema, se ha hecho un presupuesto real del mismo, en el que se detallan con creces cada acometida.

Atendiendo a los futuros desarrollos que derivan de este documento se describen a continuación los más importantes.

La implementación de una reglamentación clara, que permita disponer de normas concretas en el uso y aplicación de la neumática para los bolardos retráctiles.

Un desarrollo de gran importancia sería el estudio de impactos de vehículos sobre pilonas, de manera que aseguren que no haya riesgo para los ocupantes de un vehículo que impacta contra ellas, en vez de asegurar la no intrusión o escape del recinto vigilado. Esto se podría llevar a cabo mediante un estudio de materiales más idóneos que el acero que aseguren lo anterior, ya que chocar contra una pila es como chocar de frente contra un muro.

Sin duda el análisis de los mecanismos necesarios en las instalaciones neumáticas para una mejora del rendimiento, de manera que no haya pérdidas de ningún tipo sería idóneo como un desarrollo posterior a su estudio. Estamos hablando de mejorar el rendimiento de los motores, evitar pérdidas de carga,... Aunque este es un proceso que poco a poco se va limando queda mucho por descubrir.

Para finalizar, un futuro desarrollo es la misma implantación de este sistema de control. Llevar a cabo una situación real de lo descrito en todo el proyecto, de manera que no quede en una mera idea, sino que se lleve a la realidad.

CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFÍA

- *Vickers Systems.*
“Manual de Oleohidraulica Industrial”
5º Edición. ISBN: 0-9634162-3-5. Editorial: Impresiones Vickers Systems.
- *Pelaez Vera, Jesús y García Mate, Esteban.*
“Neumática Industrial. Diseño, selección y estudio de elementos neumáticos”
1ª Edición. ISBN: 84-95312-00-0. Editorial: CIE Dossat 2000.
- *A. Serrano Nicolás.*
“Neumática”
ISBN: 84-283-2275-9. Editorial: Thomson-Paraninfo.
- *El manual de Mantenimiento neumático.*
1ª Edición. Editorial: Festo Pneumatic.
- “Manual de PL7 Junior” dado en Automatización Industrial. Curso de Adaptación al Grado en Ingeniería Mecánica, 2010/2011.
- *Apuntes de la asignatura Automatización Industrial.*
- Conocimientos de mecánica de sólidos.
<http://www.valvias.com/prontuario-momento-de-inercia.php>
- Módulo de elasticidad del acero.
http://www.construaprende.com/Tablas/Modulos_elasticidad.html
- Fuente fotográfica. <http://www.sapiensman.com>
- Fuente fotográfica. http://www.vulka.es/empresa/alt-automatismos-s-l-badenova-came-cuma-furini-jolly-motor-ledcontrol-portonkit-urbaco_1433891.html
- Funcionamiento, colocación. <http://www.nortrafic.com/Pilonas.html>
- Presupuesto. <http://navarra.generadordeprecios.info/UMH/UMH110.html>
- Concepto de bolardo. <http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Bollard>
- Normativa y seguridad. <http://www.urbaco.com/ES-ES/services-quality.html>

Nota: La última visita a cada una de los textos electrónicos se realizó el día 29/04/2001, estando disponibles todas las páginas citadas.

CAPÍTULO 7: ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y REFERENCIAS

7.1 FIGURAS

- Figura 1. Control de acceso mediante bolardo retráctil en Leganés.
- Figura 2. Acceso controlado por bolardo retráctil automático en Leganés.
- Figura 3. Sistema mecánico de elevación.
- Figura 4. Mecanismo de elevación automático.
- Figura 5. Vistas de una pila.
- Figura 6. Equipamiento de una pila hidráulica.
- Figura 7. Dimensiones de una pila hidráulica.
- Figura 8. Cajón tipo para un sistema hidráulico.
- Figura 9. Sentido del fluido en una bomba anti retorno.
- Figura 10. Presión sobre un cilindro hidráulico.
- Figura 11. Partes de un cilindro hidráulico.
- Figura 12. Capas de una manguera flexible.
- Figura 13. Tabla de selección del diámetro interior de una tubería.
- Figura 14. La placa desviadora controla la dirección del caudal de retorno.
- Figura 15. El anillo tórico impide las fugas.
- Figura 16. Equipamiento de una pila neumática.
- Figura 17. Dimensiones de una pila neumática.
- Figura 18. Interior de un armario de un sistema neumático.
- Figura 19. Representa un compresor de una etapa.
- Figura 20. Representa la refrigeración mediante aletas.
- Figura 21. Representa un rotor excéntrico.
- Figura 22. Representa un compresor de tornillo.
- Figura 23. Ábaco para calcular el diámetro interior.
- Figura 24. Pérdidas de los elementos intermedios.
- Figura 25. Filtro de purga manual.
- Figura 26. Representa un esquema de los filtros de purga automáticos.
- Figura 27. Regulador de presión con escape.
- Figura 28. Lubricador de aceite.
- Figura 29. Cilindro de simple efecto con retorno por muelle.

- Figura 30. Esquema de fuerzas sobre un cilindro.
- Figura 31. Equilibrio de fuerzas sobre un cilindro.
- Figura 32. Viga biarticulada.
- Figura 33. Viga empotrada en un extremo y articulada en el otro.
- Figura 34. Viga empotrada en un extremo y libre en el otro.
- Figura 35. Viga biempotrada.
- Figura 36. Relaciones de compresión entre energía obtenida y energía gastada.
- Figura 37. Equilibrio de fuerzas.
- Figura 38. Esquema de colocación.
- Figura 39. Cámara anterior.
- Figura 40. Cámara posterior.
- Figura 41. Esquema situación con medidas.
- Figura 42. Esquema de colocación.
- Figura 43. Vista lateral bajo tierra.
- Figura 44. Vista en planta.
- Figura 45. Visión del acondicionamiento del terreno.
- Figura 46. Detalle del proceso de construcción.
- Figura 47. El vehículo creará un campo magnético sobre la espira.
- Figura 48. Pilona terminada.
- Figura 49. Ejemplo de puesta en servicio.
- Figura 50. Vista de la embajada de EEUU en Berlín.
- Figura 51. La entrada a la embajada se encuentra en una calle cortada al tráfico en sus dos extremos por una línea de pilonas.
- Figura 52. Entrada del COI en Lausana, Suiza.
- Figura 53. Espera del vehículo con los bolardos en alto.
- Figura 54. Vehículo en el momento de llegada al control de acceso.
- Figura 55. Bolardos en retroceso.
- Figura 55. Vehículo cruzando la frontera del control de acceso.
- Figura 57. Vehículo saliendo del recinto.
- Figura 58. Los bolardos comenzarán a subir una vez pasa el vehículo.
- Figura 59. Antes de impacto el vehículo alcanzará la velocidad de impacto.
- Figura 60. Momento de impacto.
- Figura 61. Vehículo y pilonas tras el impacto.

- Figura 62. Representación gráfica del estado final de la instalación.

7.2 TABLAS

- Tabla 1. Características de una pila hidráulica.
- Tabla 2. Efectos producidos al variar los parámetros de un cilindro.
- Tabla 3. Características de una pila neumática.
- Tabla 4. Medidas normalizadas de los diámetros y secciones del cilindro y vástago, junto con la Fuerza neta para 6 bar.
- Tabla 5. Clasificación de las tensiones eléctricas de baja tensión.
- Tabla 6. Elementos de construcción.
- Tabla 7. Características del terreno.
- Tabla 8. Dimensiones de la construcción y acondicionamiento del terreno.
- Tabla 9. Detalle de la colocación del cajón perdido.
- Tabla 10. Etapas de los vehículos que entran junto con el estado de alarma.
- Tabla 11. Etapas de los vehículos que salen.
- Tabla 12. Las entradas permitirán el cambio de etapa.
- Tabla 13. Las salidas del proceso de control.
- Tabla 14. Presupuesto de obra civil.
- Tabla 15. Presupuesto de acometida eléctrica.
- Tabla 16. Presupuesto para control de acceso automático.
- Tabla 17. Presupuesto de medios necesarios.
- Tabla 18. Presupuesto de personal.
- Tabla 19. Presupuesto total.

CAPÍTULO 8: ANEJO. CARPETA TÉCNICA DEL AUTÓMATA

STATION

CARPETA TECNICA

Aplicación:	simulacion pl7.STX
Diseñador:	JOSE ANTONIO COBO
Versión software:	PL7 V4.4
Proyecto:	PFC CONTROL CON BOLARDOS
Versión de la aplicación:	0.0
Fecha de la última modificación:	29/04/2011 17:51:53
Autómata de destino:	TSX 5710
	Suma de control: 25D62

CONTENIDO

1	Página de título.....	1p
2	Contenido.....	1p
3	Configuración.....	6p
3.1	Configuración hardware.....	5p
3.1.1	Configuración de racks.....	<i>No solicitado en la impresión (no vacío)</i>
3.1.2	Parámetros de acopladores.....	5p
3.2	Configuración software.....	1p
4	Programa.....	13p
4.1	Estructura de aplicación.....	<i>No solicitado en la impresión (no vacío)</i>
4.2	Tarea MAST.....	13p
4.2.1	Prl.....	1p
4.2.2	Chart.....	9p
4.2.3	Post.....	3p
5	Referencias cruzadas.....	<i>No solicitado en la impresión (no vacío)</i>
6	Tablas de animación.....	1p
7	Variables.....	<i>No solicitado en la impresión (no vacío)</i>
	Número total de páginas.....	22

TSX 5710 [RACK 0 POSICION 0]

Identificación de módulo:

Referencia comercial: TSX 5710

Designación: PROCESADOR TSX P 5710

Dirección: 000

Características de memoria:

RAM interna: 32 KPaI

Tarjeta de memoria: NINGUNA

Parámetros de tareas:

Tarea MAST:

ciclo: SI

período: 0 ms

watchdog: 250 ms

Tarea FAST:

período: 5 ms

watchdog: 100 ms

Modo de funcionamiento:

Run/Stop : NO

Arranque automático en Run: NO

P a 0 de %Mwi en reanudación en frío: SI

TSX 5710 [RACK 0 POSICION 0]

Identificación del módulo:

Ref. comercial:	TSX 5710	Designación:	PROCESADOR TSX P 5710
Dirección:	000	Símbolo:	

Parámetros de vía 0

Asignación Tarea/Vía:	MAST	Símbolo vía:	
Tipo de vía:	Conector terminal		
Función específica:	ENLACE UNI-TELWAY		
Velocidad de trans.:	19200 bits/s	Tiempo de espera:	30ms
Tipo de acoplador:	Maestro	Paridad:	impar
Número de esclavos:	8		

Parámetros de vía 1

Vía no configurada

TSX DEY 16FK [RACK 0 POSICION 01]

Identificación del módulo

Ref. comercial : TSX DEY 16FK
Dirección : 01

Designación : 16E RAPID 24VCC SINK CON.
Símbolo :

Parámetros de vías en entradas

Vía	Variable	Símbolo	Tarea	Filtrado	Alm. estadoSuceso
0	%I1.0		MAST	4 ms	
1	%I1.1		MAST	4 ms	
2	%I1.2		MAST	4 ms	
3	%I1.3		MAST	4 ms	
4	%I1.4		MAST	4 ms	
5	%I1.5		MAST	4 ms	
6	%I1.6		MAST	4 ms	
7	%I1.7		MAST	4 ms	
8	%I1.8		MAST	4 ms	
9	%I1.9		MAST	4 ms	
10	%I1.10		MAST	4 ms	
11	%I1.11		MAST	4 ms	
12	%I1.12		MAST	4 ms	
13	%I1.13		MAST	4 ms	
14	%I1.14		MAST	4 ms	
15	%I1.15		MAST	4 ms	

TSX DSY 16R5 [RACK 0 POSICION 02]

Identificación del módulo

Ref. comercial : TSX DSY 16R5
Dirección : 02

Designación : 16S RELE 50VA, BL.TER.
Símbolo :

Parámetros de vías en salidas

Vía	Variable	Símbolo	Tarea	Modo retorno	Valor retorno
0	%Q2.0		MAST	Retorno 0	
1	%Q2.1		MAST	Retorno 0	
2	%Q2.2		MAST	Retorno 0	
3	%Q2.3		MAST	Retorno 0	
4	%Q2.4		MAST	Retorno 0	
5	%Q2.5		MAST	Retorno 0	
6	%Q2.6		MAST	Retorno 0	
7	%Q2.7		MAST	Retorno 0	
8	%Q2.8		MAST	Retorno 0	
9	%Q2.9		MAST	Retorno 0	
10	%Q2.10		MAST	Retorno 0	
11	%Q2.11		MAST	Retorno 0	
12	%Q2.12		MAST	Retorno 0	
13	%Q2.13		MAST	Retorno 0	
14	%Q2.14		MAST	Retorno 0	
15	%Q2.15		MAST	Retorno 0	

TSX AEY 414 [RACK 0 POSICION 3]

Identificación del módulo:

Ref. comercial: TSX AEY 414
Dirección: 003

Designación: 4 ENTR. ANA. ISO. 16BITS
Símbolo:

Parámetros comunes

Tipo: Entradas Detecc. bloque terminales Inactivo

Parámetros de vías

Vía	Variable	Símbolo	Gama	Escala	Mín.	Máx.	Unidad	Filtrado	Tarea	Prueba conex.
0	%IW3.0		+/-10V	%..	-10000	10000	-	0	MAST	-
1	%IW3.1		+/-10V	%..	-10000	10000	-	0	MAST	-
2	%IW3.2		+/-10V	%..	-10000	10000	-	0	MAST	-
3	%IW3.3		+/-10V	%..	-10000	10000	-	0	MAST	-

TSX ASY 410 [RACK 0 POSICION 4]

Identificación del módulo:

Ref. comercial: TSX ASY 410
Dirección: 004

Designación: 4 SALIDAS ANALOG. ISO.
Símbolo:

Parámetros comunes

Tipo: Salidas

Detecc. bloque terminales Inactivo

Parámetros de vías

Vía	Variable	Símbolo	Gama	Mín.	Máx.	Reb. inf.	Prueb	Reb. sup	Prueb	Tarea	Retorno/Conservación
0	%QW4.0		+/-10V	-10000	10000	-10500	Sí	10500	Sí	MAST	0
1	%QW4.1		+/-10V	-10000	10000	-10500	Sí	10500	Sí	MAST	0
2	%QW4.2		+/-10V	-10000	10000	-10500	Sí	10500	Sí	MAST	0
3	%QW4.3		+/-10V	-10000	10000	-10500	Sí	10500	Sí	MAST	0

CONFIGURACION DE BITS, PALABRAS Y BLOQUES DE FUNCION

BITS		PALABRAS		BLOQUES DE FUNCION	
Interno (%M)	256	Interno (%MB,%MW,%MD,%MF)	512	Timer (%TM)	64
Sistema (%S)	128	Sistema (%SW,%SD)	128	Timer serie 7 (%T)	0
		Común (%NW)	0	Monoestable(s) (%MN)	8
		Constante (%KB,%KW,%KD,%KF)	128	Contador(es) (%C)	32
				Registro(s) (%R)	4
				Prog. cíclico(s) (%DR)	4

CONFIGURACION GRAFCET

Número de etapas: 128
 Número de etapas activas: 40
 Número de transiciones: 48
 Número de macroetapas: 0
 Número de etapas de macroetapa (incluyendo %XMi, %Xi.IN y %Xi.OUT):

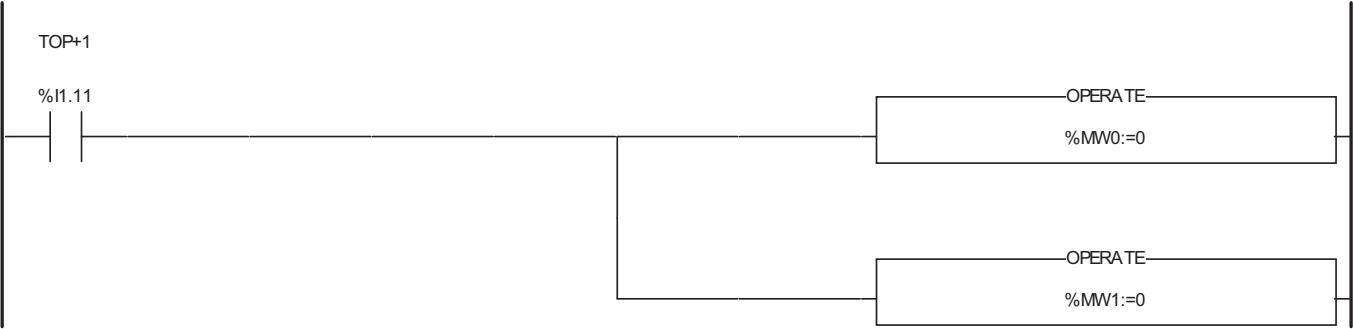
MAST-PRL

Comentario:



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%I1.10		
%S21		



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%MW1		
%MW0		
%I1.11		

CHART - PAGINA 0

Comentario:

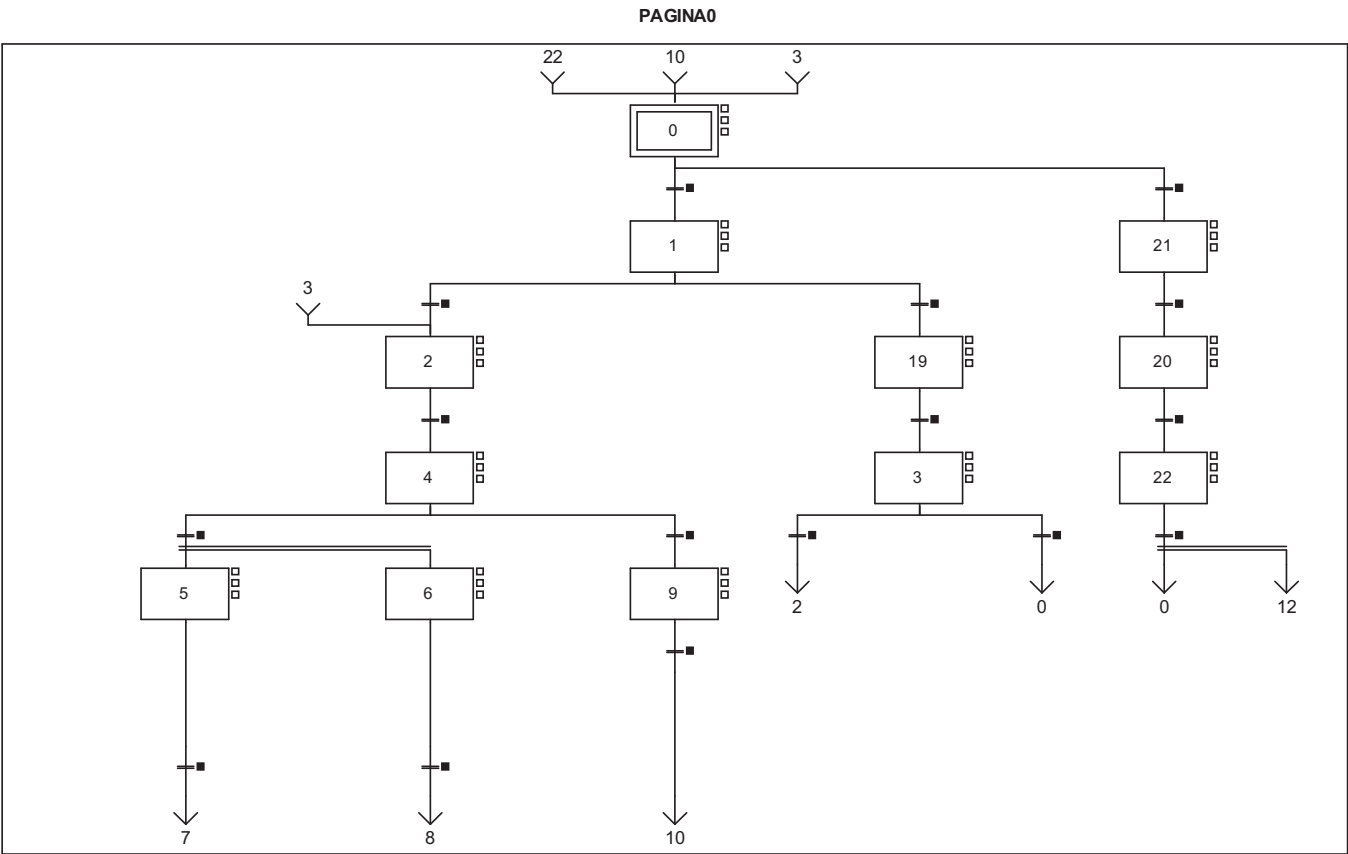


CHART - PAGE0 %X(4)->%X(5,6)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%I1.3		
%I1.4		

CHART - PAGE0 %X(5)->%X(7)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%X5.T		

CHART - PAGE0

CHART - PAGE0 %X(1)->%X(2)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%I1.1		

CHART - PAGE0 %X(2)->%X(4)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%X2.T		

CHART - PAGE0 %X(6)->%X(8)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%X6.T		

CHART - PAGE0 %X(0)->%X(1)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%I1.0		
%I1.10		

CHART - PAGE0

CHART - PAGE0 %X(4)->%X(9)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%I1.3		
%I1.4		

CHART - PAGE0 %X(9)->%X(10)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%X9.T		

CHART - PAGE0 %X(3)->%X(2)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%I1.2		

CHART - PAGE0 %X(1)->%X(19)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%I1.1		

CHART - PAGE0

CHART - PAGE0 %X(19)->%X(3)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%I1.8		

CHART - PAGE0 %X(3)->%X(0)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%I1.9		

CHART - PAGE0 %X(0)->%X(21)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%I1.10		

CHART - PAGE0 %X(21)->%X(20)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%X21.T		

CHART - PAGE0

CHART - PAGE0 %X(20)->%X(22)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%I1.10		

CHART - PAGE0 %X(22)->%X(0,12)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%X22.T		

CHART - PAGINA 1

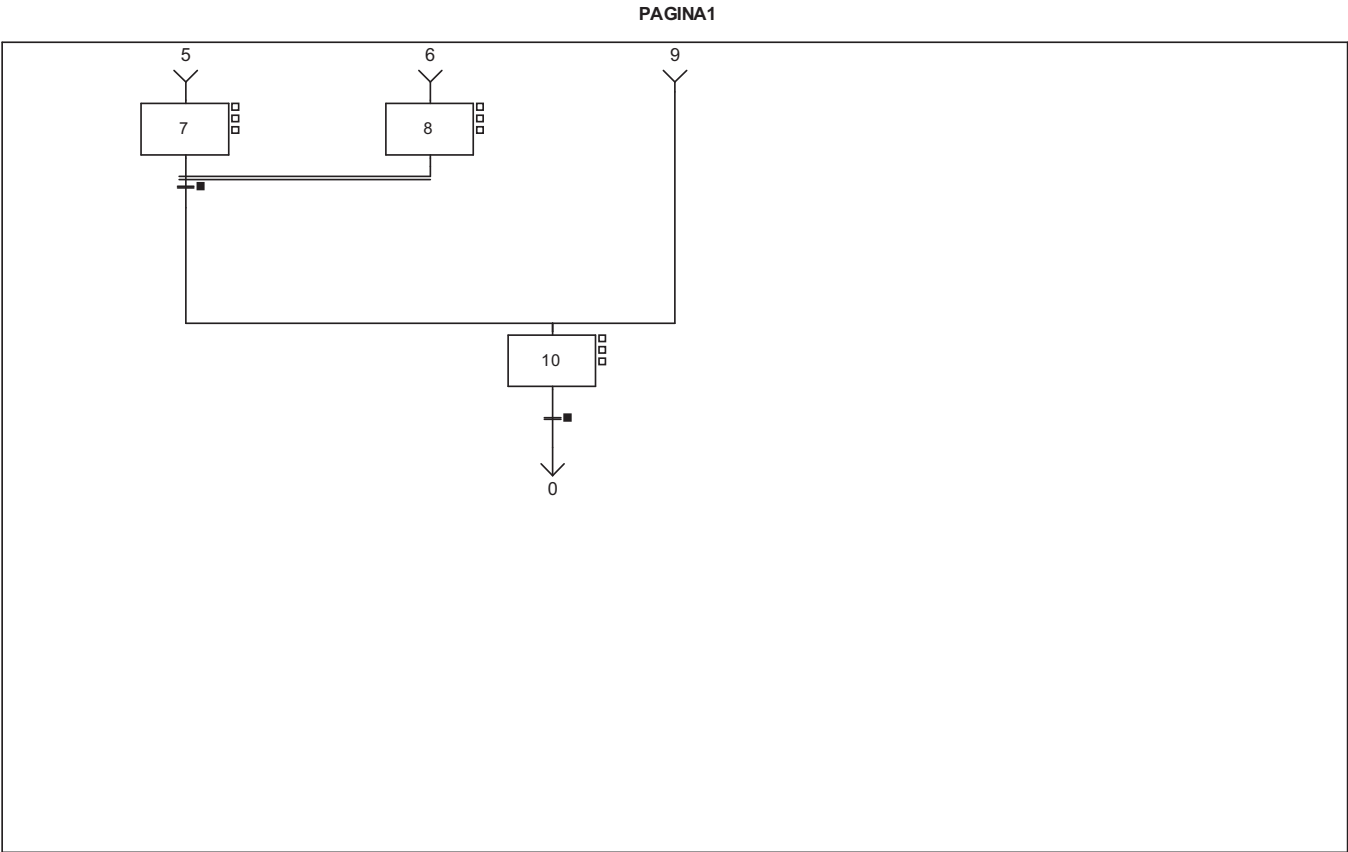


CHART - PAGE1 %X(7,8)->%X(10)



CHART - PAGE1 %X(10)->%X(0)



CHART - PAGINA 2

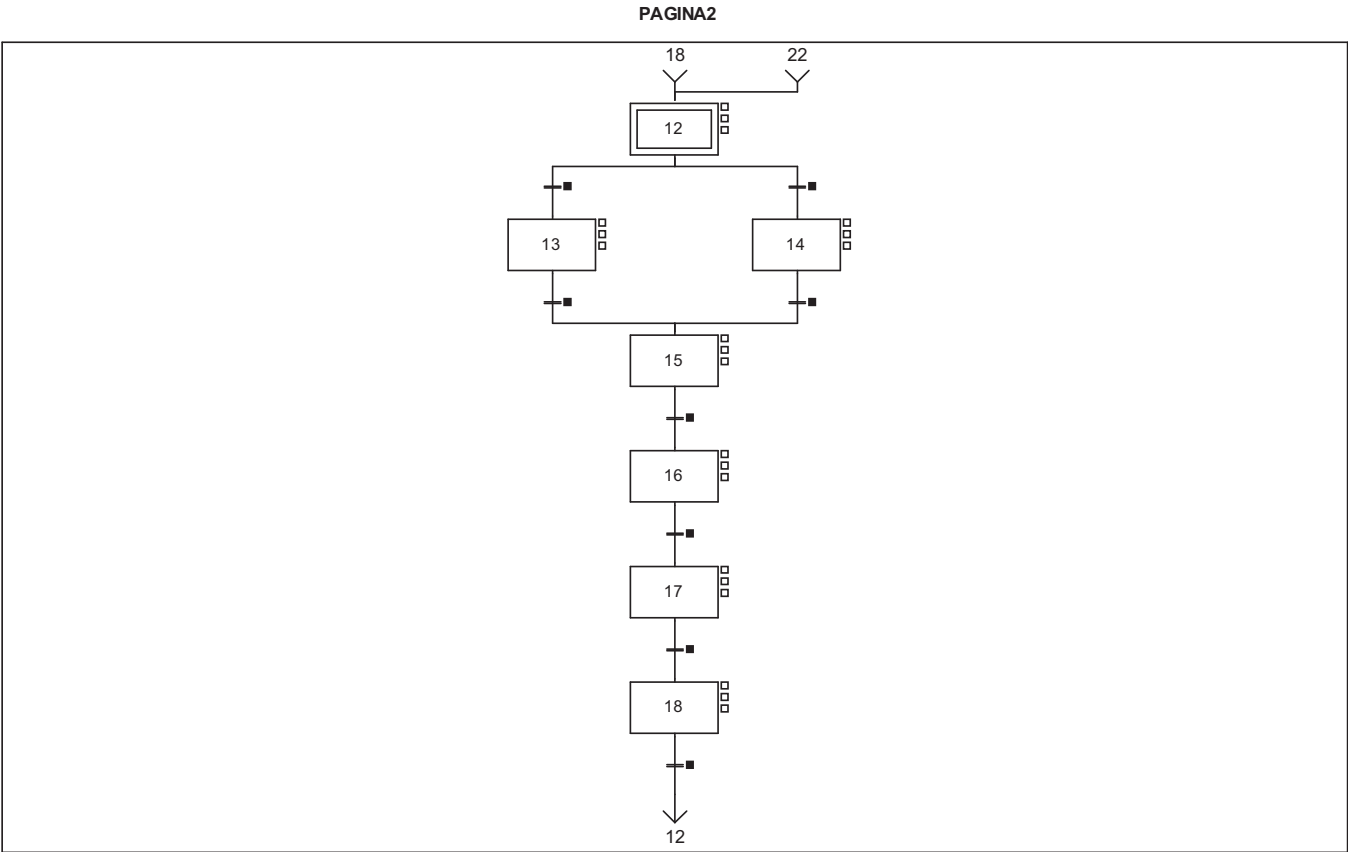


CHART - PAGE2 %X(12)->%X(13)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%I1.4		
%I1.5		
%I1.10		

CHART - PAGE2 %X(13)->%X(15)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%I1.6		

CHART - PAGE2
CHART - PAGE2 %X(15)->%X(16)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%X15.T		

CHART - PAGE2 %X(16)->%X(17)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%I1.7		

CHART - PAGE2 %X(17)->%X(18)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%X17.T		

CHART - PAGE2 %X(18)->%X(12)



CHART - PAGE2
CHART - PAGE2 %X(12)->%X(14)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%I1.4		
%I1.5		
%I1.10		

CHART - PAGE2 %X(14)->%X(15)



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%I1.6		

MAST-POST

Comentario:



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%X1		
%Q2.0		



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%X2		
%Q2.1		
%X21		



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%X5		
%Q2.3		
%X9		
%X22		



MAST-POST

Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%X6		
%Q2.4		
%X14		
%X20		



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%X3		
%Q2.5		



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%X20		
%Q2.6		



Lista de variables utilizadas en el escalón:

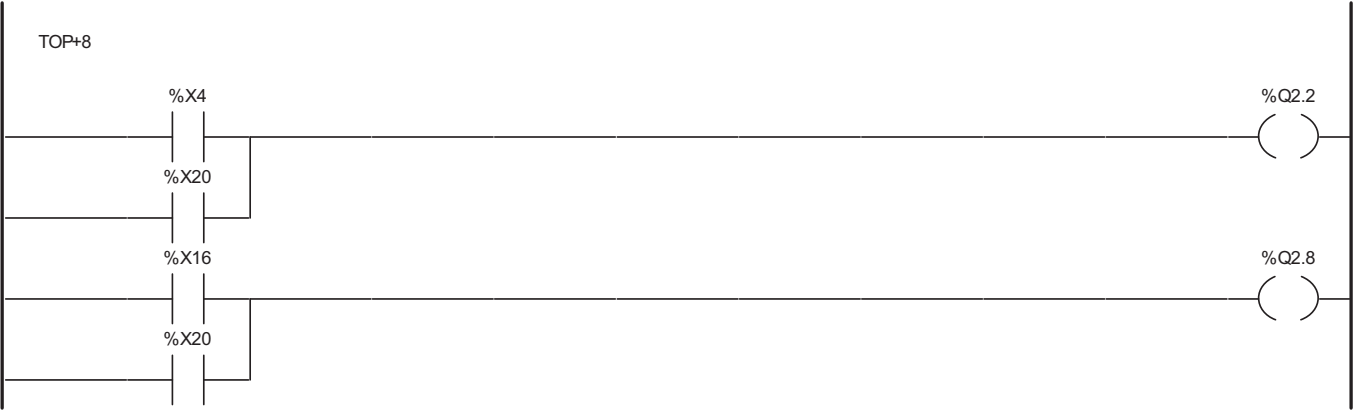
VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%X10		
%MW0		



Lista de variables utilizadas en el escalón:

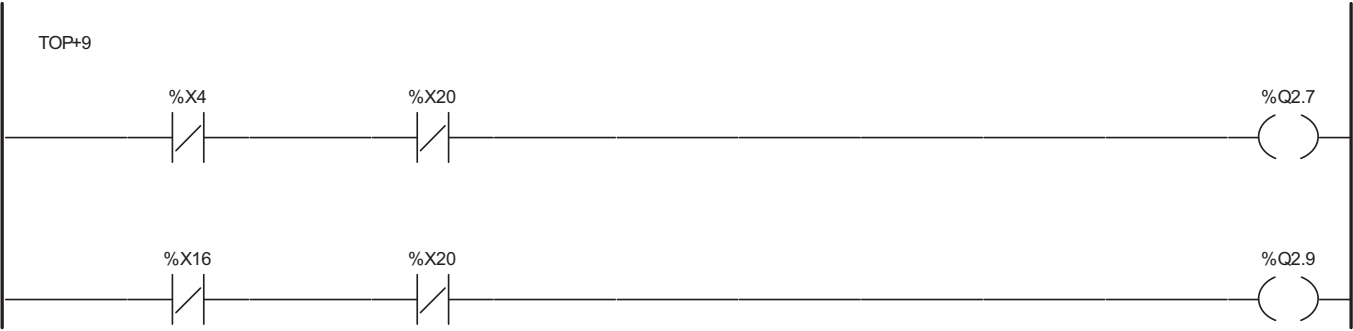
VARIABLE	SIMBOLO	COMENTARIO
%X18		
%MW1		

MAST-POST



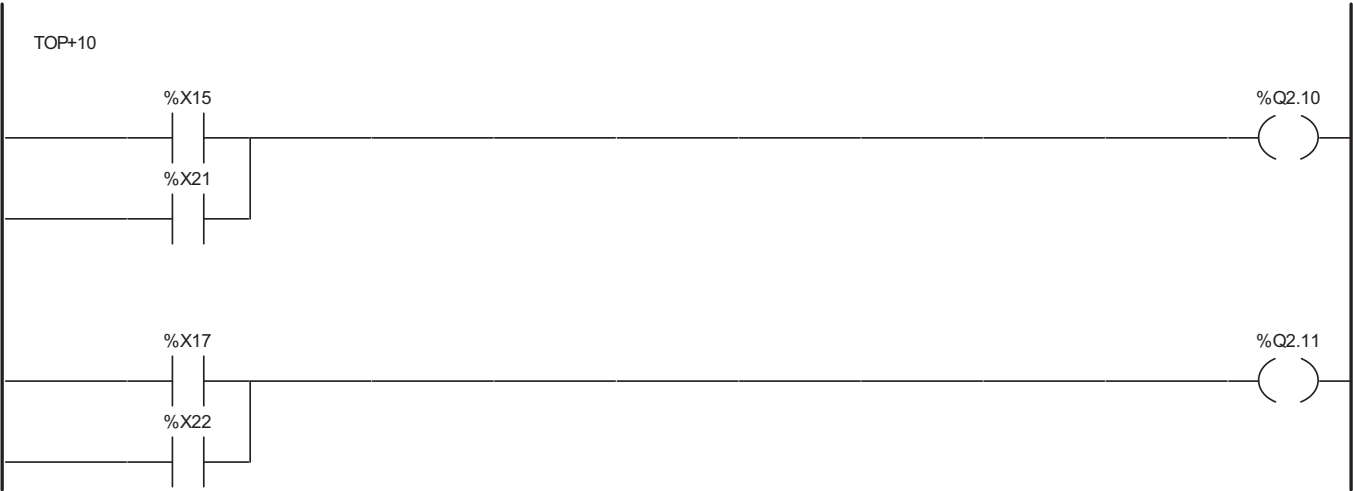
Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%X4		
%Q2.2		
%X20		
%X16		
%Q2.8		



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%X4		
%X20		
%Q2.7		
%X16		
%Q2.9		



Lista de variables utilizadas en el escalón:

VARIABLE	SÍMBOLO	COMENTARIO
%X15		
%Q2.10		
%X21		
%X17		
%Q2.11		
%X22		

TABLAS DE ANIMACION

Tabla_1

VARIABLE	SIMBOLO	NATURALEZA	TIPO
%MW0			WORD
%MW1			WORD
%S21			EBOOL
%X0			EBOOL
%X12			EBOOL
%M0			EBOOL