



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Eléctrica

**SISTEMAS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO
DE ENERGÍA EN UNA ACTIVIDAD**

Autor:

Fernández Sordo, Cristian

Tutor:

**San Martín Ojeda, Moisés Luis
Departamento Ingeniería Eléctrica**

Valladolid, Julio 2015.

AGRADECIMIENTOS

No podría expresar únicamente en una insignificante hoja de papel lo agradecido que estoy a la vida por la suerte de haber tenido un padre, una madre, una hermana y unas abuelas como los míos. Gracias por haberme educado de esta forma, haberme cuidado y mimado así, os voy a estar infinitamente agradecidos.

Es cierto que el autor material del trabajo he sido yo, pero todas y cada una de las personas que me rodean han aportado su granito de arena.

Quisiera comenzar con el equipo de Michelin: Peña, David, Andrés, Javi, Romero, Vázquez, Iñaki, Alberto, Sergio, Ángel, Cubero, Cuéllar, Julián, Raúl, Roberto, Álvaro... que tuvo una confianza y una fe ciega en mí y me doy infinitas facilidades para realizarlo junto a ellos haciéndome sentir uno más dentro de esa gran familia.

Quiero agradecer también a Moisés, mi tutor en la universidad, la oportunidad que me brindó pudiéndome tutelar este trabajo.

No me quiero olvidar de todo y cada uno de mis amigos, ya sea los de siempre o los que he tenido la suerte de conocer durante la carrera, gracias.

Por último, este párrafo se lo quiero dedicar a mi compañera en la vida, la persona que me ha aguantado en los días difíciles, que me ha animado a continuar para poder llegar a día de hoy a presentar este trabajo, sin tu ayuda habría sido muy complicado. Muchas gracias María, te quiero.

RESUMEN

El trabajo trata de diseñar un sistema capaz de obtener el consumo individualizado de los fluidos (aire, agua y vapor) que circulan por las diferentes máquinas de una actividad, y que, a su vez, estos datos puedan ser gestionados por un técnico a partir de un software. Actualmente, sólo conocemos el consumo global de la actividad de cada uno de ellos.

PALABRAS CLAVE

Sistema, Control, Seguimiento, Energía, Software, Actividad, Michelin.

ABSTRACT

This project has the target of designing a system which can control and follow the consumption of air, water and steam of every machines in a workshop situated in Michelin's factory at Valladolid. Nowadays, we only know the consumption of the whole workshop.

ÍNDICE

MEMORIA

1. ANTECEDENTES.....	15
2. OBJETO DE PROYECTO.....	17
3. CONDICIONANTES DEL PROYECTO.....	18
3.1.Red de tuberías.....	18
3.2.Clima.....	18
3.3.Vibraciones.....	18
3.4.Infraestructura.....	19
3.5.Red de automatización.....	19
3.6.Requisitos del proyecto.....	19
4. SITUACIÓN INICIAL.....	21
4.1.Red de distribución principal.....	21
4.2.Tuberías secundarias.....	22
4.2.1. Tuberías por línea.....	22
4.2.2. Tuberías por máquina.....	22
4.3.Contadores.....	23
4.4.Autómatas.....	24
4.5.Energía eléctrica.....	25
5. TRABAJO A REALIZAR.....	26
5.1.Contadores de fluidos.....	27
5.2.Nuevas extensiones del autómata.....	27
5.3.Registrador ScreenMaster 3000.....	28
5.4.Rack para registrador y extensiones del autómata.....	30
5.5.Software de seguimiento y control de la energía.....	31
6. INSTALACIÓN DE CONTADORES.....	33
6.1.Tipos de contadores.....	33
6.1.1. Tipo Vortex.....	33
6.1.2. Tipo Swirl.....	34
6.1.3. Tipo Electromagnético.....	35
6.1.4. Ventajas e inconvenientes.....	36
6.2.Contadores de aire.....	38

6.3. Contadores de vapor	39
6.4. Agua helada	41
7. SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN.....	44
7.1. Objetivo.....	44
7.2. Comunicación del sistema.....	44
7.3. Elementos del sistema	46
7.3.1. Contadores	46
7.3.2. Switch.....	48
7.3.3. Autómata.....	48
7.3.4. Extensiones del autómata.....	49
7.3.5. Registrador ScreenMaster 3000.....	50
7.3.6. PC	50
8. PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA	51
8.1. Configuración de los contadores.....	51
8.2. Configuración del autómata.....	51
8.3. Configuración del registrador ScreenMaster 3000.....	52
8.4. Configuración del PC. Software de control de energía.....	54
9. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS	57

CÁLCULOS

1. CÁLCULOS MECÁNICOS.....	61
1.1. Cálculos de contadores.....	61
Aire.....	61
Vapor saturado.....	63
Agua helada.....	64
2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	67
2.1. Sección de los cables de los contadores.....	67
2.2. Cálculo de interruptores magnetotérmicos del subcuadro nuevo.....	68

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO DE ESTUDIO.....	73
2. DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS A REALIZAR.....	74
3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE TIPO GENERAL	75
4. NIVELES DE LOS RIESGOS LABORALES Y POSIBLES LESIONES	76
4.1. Tipos de riesgos.....	76
4.1.1. Riesgos generales de seguridad.....	76
4.1.2. Riesgos higiénicos.....	85
4.1.3. Exposición a ruido.....	86
4.1.4. Exposición a temperaturas ambientales extremas	87
4.1.5. Posturas forzadas.....	89
4.1.6. Movimientos repetitivos.....	89
5. VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS EN EL TRABAJO.....	90
6. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO EN MATERIA FORMATIVA ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS.....	92

PLIEGO DE CONDICIONES

CAPÍTULO 1: DISPOSICIONES GENERALES.....	95
CAPÍTULO 2: PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE TÉCNICA.....	99
Apartado I – CONSTRUCCION	99
CAPÍTULO 3: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA	101
Epígrafe I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.....	101
Epígrafe II: TRABAJOS.....	102
CAPÍTULO 4: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	103
Epígrafe I: BASE FUNDAMENTAL.....	103
Epígrafe II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.....	103
Epígrafe III: VALORACIÓN Y ABONO DE TRABAJOS.....	104
CAPÍTULO 5: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL	105
CAPÍTULO 6: PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	107
Epígrafe I: CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.....	107

PLANOS

PRESUPUESTO

1. CUADRO DE PRECIOS	125
2. PRECIO DESCOMPUESTO	129
3. MEDICIONES.....	138
4. RESUMEN DE CAPÍTULOS.....	139

ANEXOS

ANEXO I: DIÁMETRO Y CAUDAL ESTIMADO POR MÁQUINA	143
ANEXO II: UBICACIÓN Y TIPO DE CADA CONTADOR	145

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO.....	149
---------------------------	-----

MEMORIA



1. ANTECEDENTES.

La fábrica de Michelin España-Portugal S.A. situada en Valladolid, se dedica a diversas actividades como la elaboración de neumáticos de coche, de transportes agrícolas, recauchutados de camiones y fabricación de productos semi terminados.

Una de las actividades más importantes dentro de esta fábrica y en la que centraremos nuestro proyecto será la fabricación de la goma de los neumáticos. Es una de las actividades más importantes debido a que más del 75% de la goma fabricada, es exportada a otras fábricas de Michelin, por lo que debe de abastecer a la fábrica de Valladolid y a otras fábricas de la compañía Michelin.

La fábrica de Michelin España-Portugal S.A. situada en Valladolid, dispone de 4 líneas de fabricación de la goma para poder responder a la demanda requerida por los clientes.

Para la fabricación de la goma utilizaremos diversas materias primas como son el caucho sintético, caucho natural, el negro de humo y compuestos químicos como la sílice o azufre destacados entre muchos otros. Todas estas materias primas serán tratadas de maneras diferentes y añadidas en su proporción y momento idóneo dependiendo de la receta y calidad de la mezcla con el fin de conseguir la goma que conformará el neumático. Para conseguir que todas estas materias primas conformen la goma como resultado final, será necesario que pasen por determinadas máquinas que irán conformando la goma en su espesor y longitud adecuada para su posterior tratamiento en la construcción del neumático. Las máquinas que intervienen en este proceso necesitarán que intervengan diferentes fuentes de energía como electricidad, agua helada a 6 °C, vapor y aire.

Cada fluido tiene una misión específica en este proceso, así, el agua helada a 6 °C, es utilizada para refrigerar las máquinas y bajar la temperatura de las mezclas ya que en algunos momentos llega a tener hasta 150 °C de temperatura. Esta agua es obtenida a partir del río subyacente a la fábrica de Michelin, la cual va a ser enfriada en la fábrica, por lo que elevará su coste hasta un 75 % más que el del agua convencional a 20 °C, ya que del río Pisuerga se extrae a la temperatura que tenga el caudal en ese momento.

El vapor llegará al taller con una presión de operación de 3,8 bares absolutos y 142 °C de temperatura, por lo que estas condiciones hacen que esté en un estado permanente de saturación. La misión del vapor en este caso es el contrario al agua helada, calentará la máquina hasta cierta temperatura para que la mezcla no baje por debajo de la temperatura necesaria para que se conforme la goma como una mezcla homogénea, en este taller el consumo de vapor será segundo gasto energético más consumido después de la electricidad.

Por último el aire, llegará a una presión absoluta de 8,3 bares y a una temperatura de operación de 25 °C. Este fluido será utilizado en los circuitos neumáticos para que las máquinas realicen los movimientos de ciclo de manera adecuada. Por lo que su coste principal es el debido a su generación en los distintos compresores.

Durante la confección de esta goma, intervienen tres factores económicos importantes, de manera que reduciendo cualquiera de ellos, se podrá tener una mayor rentabilidad. El primero de ellos es la materia prima (cauchos, compuestos químicos...), en ese, poco se puede hacer para reducir el coste, ya que el precio viene fijado por el mercado y Michelin es un comprador más. El segundo de ellos es el salario de los trabajadores, en este caso, cada profesional de la fábrica desempeña una función muy importante en el proceso de fabricación, por lo que se puede considerar de alguna manera irreducible. Y por último nos encontramos con el factor que podemos considerar el más susceptible a la hora de poder modificar, que no es otro que el consumo energético, por lo que, si se reduce el consumo de este factor, podrá obtener unas mayores ganancias y las máquinas del taller tendrán una mayor vida útil.

El consumo de electricidad y de todas las demás fuentes de energía utilizadas en este taller para la fabricación de la goma es uno de los consumos más altos de toda la fábrica, aproximadamente es equivalente al coste del salario de los trabajadores de la fábrica de Valladolid, esto es debido a los grandes motores eléctricos que son necesarios para poner en funcionamiento las máquinas de las que dispone el taller. Actualmente la fábrica Michelin de Valladolid cuenta ya con una serie de contadores de energía eléctrica, y un software con una base de datos integrada proporcionado por el comercial de estos contadores encargado de recoger los consumos de cada máquina.

Como podemos observar en la figura 1, está reflejado el tanto por ciento del coste general del taller de los diversos consumos energéticos utilizados.

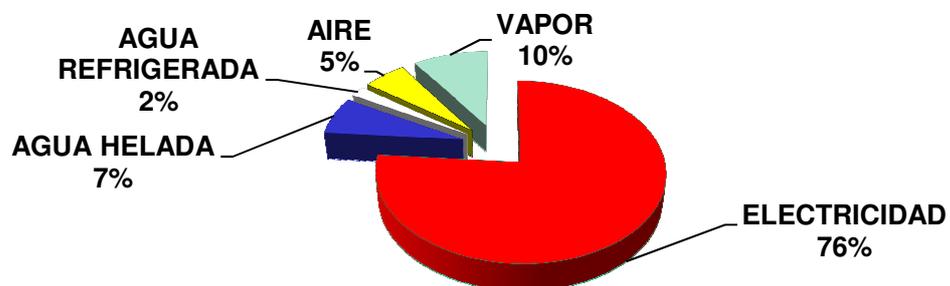


Figura 1: Reparto de costes energéticos en el taller

2. OBJETO DE PROYECTO.

Se realiza el presente proyecto a petición de los técnicos de la energía de la fábrica de Michelin España-Portugal S.A. situada en Valladolid. Con el objetivo final de tener un ahorro energético, se ha llevado a cabo la instalación de unos contadores y de un software de control y seguimiento del consumo energético de los diferentes fluidos que intervienen en el proceso de confección de la goma (agua helada, vapor y aire).

El objetivo de este proyecto, por lo tanto, es el de redimensionar e instalar contadores para poder conseguir un seguimiento y control automático y preciso pudiendo ser manipulado a partir de un software de control y seguimiento de la energía programado. Podremos saber así el consumo energético que consume cada máquina y cada mezcla dependiendo de la calidad y receta que se trabaje, de manera que, sabiendo el plan programado de las mezclas que se van a llevar a cabo en un día, una semana, un mes o incluso un año, se puede hacer una estimación de manera teórica del gasto energético que va a tener el taller, y con esos datos, poder realizar diferentes estudios cotejando estos datos teóricos con los que a posteriori se han obtenido realmente. Este seguimiento se llevará a cabo en todos los fluidos que intervienen en este proceso.

Mediante este proyecto, también se podrá saber de la existencia de posibles fugas o derroches de estos fluidos en cada una de las máquinas controladas. Por lo que, sabiendo de la existencia de un problema y de su localización exacta, se hace más fácil su detección, su eliminación y el posterior ahorro que esto conlleva.

Habiendo valorado todo lo anterior, se puede ver por lo tanto que el objetivo final y más prioritario de este proyecto no es sino el del **ahorro energético**.

El presente proyecto se realizará a petición del técnico de la energía de la empresa promotora del proyecto y según los condicionantes aportados por el mismo.

3. CONDICIONANTES DEL PROYECTO.

Los condicionantes de este proyecto vienen determinados por lo que ha sido encontrado a la hora de la realización del mismo. Es decir, la infraestructura y condiciones de los equipos a través de los que se va a trabajar y donde quedará implantado el trabajo.

3.1. Red de tuberías.

La red de tuberías del taller de fabricación de gomas no está separado según las diferentes líneas de producción que posee y tiene el inconveniente de que está muy desorganizado para llevar un control exhaustivo e individualizado por línea, y de que el diámetro recto necesario para poder instalar algunos contadores en algunas máquinas es insuficiente, por lo que será necesario reconstruir algunas partes de dicho circuito para diferenciarlo por líneas de producción y poder instalar contadores en algunas de las máquinas.

Las tuberías instaladas tienen diversos diámetros por lo que se necesitará implantar contadores de diámetros diferentes para poder medir el flujo de cada una de ellas.

3.2. Clima.

El clima del taller de fabricación y confección de la goma es un clima industrial, donde las temperaturas durante todo el año son bastante altas debido a los grandes motores que se encuentran en él y a la temperatura a la que se conforma la mezcla.

Además otro gran factor a tener en cuenta será la suciedad y la humedad. La suciedad en esta fábrica es bastante alta ya que se trabaja con negro de humo, aceites y talco. También se ha de tener muy en cuenta la gran humedad producida por el gran calor de los motores y el pulverizador de un producto anticongelante y agua que se le aplica a la mezcla durante todo el proceso, por lo tanto será necesario que los contadores sean estancos y resistentes a todas estas condiciones ambientales.

3.3. Vibraciones.

Las vibraciones que se pueden producir en el taller pueden ser muy altas debido a la gran potencia de varios motores por lo que será necesario que el anclaje entre las tuberías y los contadores sean resistentes y soporten dichas vibraciones, evitando así cualquier tipo de inconveniente, como por ejemplo fugas.

3.4. Infraestructura.

Las zonas de acceso a algunas de las tuberías son muy malas ya que van al lado de muchas otras y se encuentran en zonas muy elevadas en las que será necesaria la utilización de una plataforma elevadora.

3.5. Red de automatización.

La señal de los contadores será recogida por los autómatas de cada una de las líneas correspondiente a donde se haya instalado. Estos autómatas forman una red ya instalada de comunicación industrial vía Ethernet que es independiente a la red de proceso para la confección de la goma.

3.6. Requisitos del proyecto.

- El taller consta con una red de tuberías ya existente para cada uno de los fluidos a controlar las cuales se rediseñarán para independizarlas y diferenciarlas por cada una de las líneas de fabricación además de la longitud de tramo recto necesario para obtener una buena medida de los contadores a instalar.
- Debido a la gran suciedad de negro de humo y polvo de talco en el ambiente, los contadores han de ser herméticos, resistentes y que la pantalla de lectura pueda leerse frente a condiciones de suciedad y oscuridad.
- Los contadores a instalar han de ser resistentes a altas temperaturas, fuertes vibraciones y a un porcentaje de humedad elevado.
- La instalación de los contadores se hará a la entrada del taller, en el principio de cada línea de producción y en la entrada de cada fluido a las máquinas a estudiar, para tener un estudio del caudal general consumido en el taller, un consumo discriminado por cada línea y por último, uno individualizado por máquina.
- Los datos de los contadores llegarán todos a un autómata, que será el encargado de recoger también los datos de la mezcla y receta que se está elaborando.
- Los datos recogidos por el autómata general serán enviados al ordenador donde se trataran estos datos.
- La lectura de los contadores se mandará a un registrador que nos permitirá visualizar estos datos en tiempo real y de forma dinámica en forma de gráfico.

- La lectura de los contadores se podrá hacer de forma remota desde un ordenador el cual será el encargado de recoger estos datos en una base de datos, y mostrarlos en una gráfica según el horario, máquina y fluido elegido por el usuario.
- Será necesario que estos datos puedan ser exportados a una hoja de Excel para tener registro histórico de todos los datos.

4. SITUACIÓN INICIAL.

Para la realización de este proyecto se necesitará instalar una serie de equipos nuevos, pero se cuenta con una serie de elementos ya instalados que serán muy útiles. A continuación se estudiarán las características de estos componentes y si es necesario modificar algún elemento para poder hacer el seguimiento de los fluidos de una manera más exhaustiva.

4.1. Red de distribución principal.

Para este proyecto nos aprovecharemos de la red de tuberías de los diferentes fluidos que hay ya instalada en el taller. Consta de una tubería principal para cada fluido en la cual se ha centralizado toda la red de distribución teniéndola como único punto de partida y desde la cual se distribuye a todas las líneas de fabricación del taller. Los fluidos a controlar provienen de uno de los talleres de la fábrica (sala de máquinas), el cual reparte todos los fluidos que llegan a ésta, se puede ver de manera gráfica en la figura 2.

La canalización de estos fluidos hasta el taller de fabricación y confección de la goma, y hasta cada una de las máquinas, está ya instalada, por lo que se aprovechará en la medida de lo posible para la instalación de nuestros aparatos de medida.

Para dicho diseño se han tenido en cuenta las líneas de fabricación existentes en el taller y la distribución de cada una de las máquinas. En las tuberías de agua y vapor se han instalado diferentes purgadores para evacuar posible bolsas de aire o agua condensada para evitar que obstruyan el circuito de las tuberías.



Figura 2: Llegada de fluidos al taller

* Mirar el **anexo I**: Diámetro de cada una de las tuberías.

4.2. Tuberías secundarias.

En este apartado se describe la distribución de la red de tuberías de los distintos fluidos, desde la red principal hasta las diferentes máquinas, se referencia un esquema en la figura 3.

Cada línea de fabricación dispone de una tubería principal la cual se irá ramificando a cada una de las máquinas. Dependiendo del fluido, las tuberías que parten del colector general hacia cada línea de producción tendrán diferentes diámetros, siendo, de manera general, de diámetro nominal 80 mm para vapor y agua y de 50 mm para aire. Dichas medidas están calculadas de esta manera para evitar los fenómenos agravantes en las tuberías de gran longitud ya que este taller posee una gran superficie. Estos fenómenos son, por un lado el golpe de ariete, el cual se produce debido a una sobrepresión provocada por una rápida apertura o cierre de una válvula pudiendo provocar incluso reventones de canalizaciones. Y por otra parte nos encontramos el fenómeno de la cavitación, el cual se puede dar debido a una escasa presión en las tuberías de fluido, provocando que el fluido en su interior hierva y pueda provocar erosiones y desgaste de manera rápida en las distintas canalizaciones.

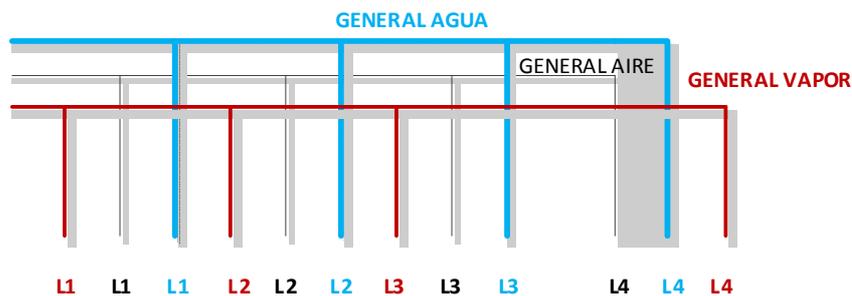


Figura 3: Distribución de fluidos en el taller

4.2.1. Tuberías por línea.

La red de tuberías secundarias también será necesario remodelarla respecto a la que había anteriormente y se diseñará con el criterio de separar las líneas de producción de manera que el consumo de una no sea dependiente de la otra.

4.2.2. Tuberías por máquina.

Las tuberías encargadas de llevar cada uno de los fluidos a las máquinas saldrán desde las tuberías generales de cada línea.

En estas tuberías será donde más contadores se instalen para tener un control individualizado del consumo de fluido que tiene cada máquina, por esta razón será necesaria una nueva restructuración de las tuberías para que cumplan con los datos técnicos necesarios para instalar los contadores.

En el plano anexo se puede apreciar la distribución de las tuberías generales, secundarias y las ramificaciones de estas que desembocarán en cada una de las máquinas, en la figura 4 se muestra un pequeño esquema.

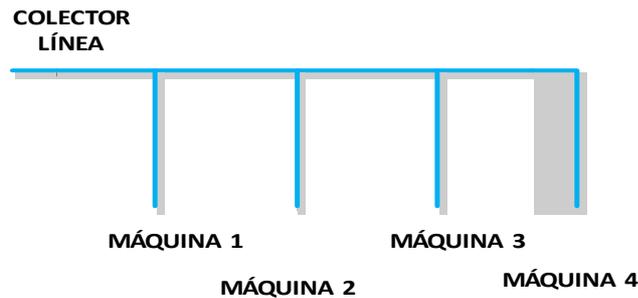


Figura 4: Distribución de fluidos por línea

4.3. Contadores.

El taller de fabricación de goma consta hoy día con una serie de contadores instalados ya en las tuberías de los diferentes fluidos a estudiar, de los cuales partiremos para la elaboración de nuestro proyecto. A continuación expondremos los contadores de los que dispone el taller detallando sus características diferenciándolos por el tipo de fluido para el que han sido instalados.

AIRE

En la instalación de tuberías de aire hay instalados un total de 6 contadores, de los cuales uno está en el taller de preparación de materias y cinco en ZB (denominación de los sectores del taller). La situación de los contadores ya instalados es la siguiente:

En la línea 1, se encuentra colocado uno que mide el aire de la tubería general que entra a dicha línea, es decir, el aire total que consume la línea 1. El diámetro de este contador es DN 50.

En la línea 2, está situado uno que mide el aire que recibe del pilón del mezclador interno de dicha línea.

Otro de los contadores instalado en sector de ZB se encuentra midiendo de manera general el aire de las líneas 2, 3 y 4.

Se encuentran instalados dos contadores que se encargan de medir el aire seco (de regulación) en el proceso, uno que mide el aire seco de las líneas 1 y 2 y otro de las líneas 3 y 4.

Por último, el contador instalado en el taller de preparación de materias que se encuentra instalado en la tubería general de dicho sector.

VAPOR SATURADO

El taller de Z cuenta con 5 contadores ya instalados para medir el flujo de vapor consumido, estos contadores se encuentran instalados en las siguientes zonas:

Uno en la tubería general procedente de la sala de máquinas para obtener una medición general de todo el vapor consumido en el taller Z.

El segundo de ellos se encuentra al principio de la línea 2 para medir el consumo general de ésta.

El tercer contador se encuentra instalado en la tubería general de la línea 3 y el cuarto en la tubería general de la línea 4.

El último contador instalado en el taller se encuentra en la zona de entrada de aceites al taller de preparación de materias.

AGUA HELADA

Contador de agua helada únicamente hay instalado uno a la entrada general del taller, con éste sabemos el consumo total de agua helada a 6 °C ($\approx 500 \text{ m}^3/\text{h}$).

4.4. Autómatas.

En cada una de las líneas de fabricación disponemos de extensiones correspondientes a un autómata central, los cuales aprovecharemos para la recogida de datos de los caudalímetros ya instalados y los que pretendemos instalar. El autómata instalado y cada una de sus extensiones son de la marca Allen-Bradley.

Dicho autómata central posee una CPU de modelo Logix 5563™ que como ya hemos mencionado es la que se encarga de manejar toda la red de telemetría.

A cada extensión, las cuales se disponen en diferentes armarios distribuidos por las diferentes líneas, la llegan, las diferentes señales enviadas por los contadores a través de las entradas analógicas, éstas se encargan de enviarlas al autómata central a través de los distintos switch interconectados entre ellas y, por último, la CPU lo envía a las entradas del registrador para su uso.

La comunicación entre las diferentes extensiones del autómata y el autómata central con la CPU se realizará vía Ethernet.

4.5. Energía eléctrica.

La fábrica dispone de un sistema de transformación donde se acondiciona y reparte toda la energía eléctrica necesaria para el correcto funcionamiento de todos los talleres. El taller de fabricación y confección de goma dispone de una instalación eléctrica ya construida para alimentar a las diferentes instalaciones y máquinas del taller. Los valores de tensión que abastecen al taller van desde los 5500 V hasta los 110 V utilizados por el telemando. Para nuestro proyecto nos aprovecharemos de los cuadros eléctricos montados en las diferentes líneas de producción utilizando exclusivamente la corriente monofásica a 230 V, a la que irán conectados los autómatas y las cartas de entradas y salidas analógicas, y la continua a 24 V que energizará a los diferentes contadores.

En la figura 5 se muestra el unifilar donde viene esquematizado lo explicado en el párrafo anterior.

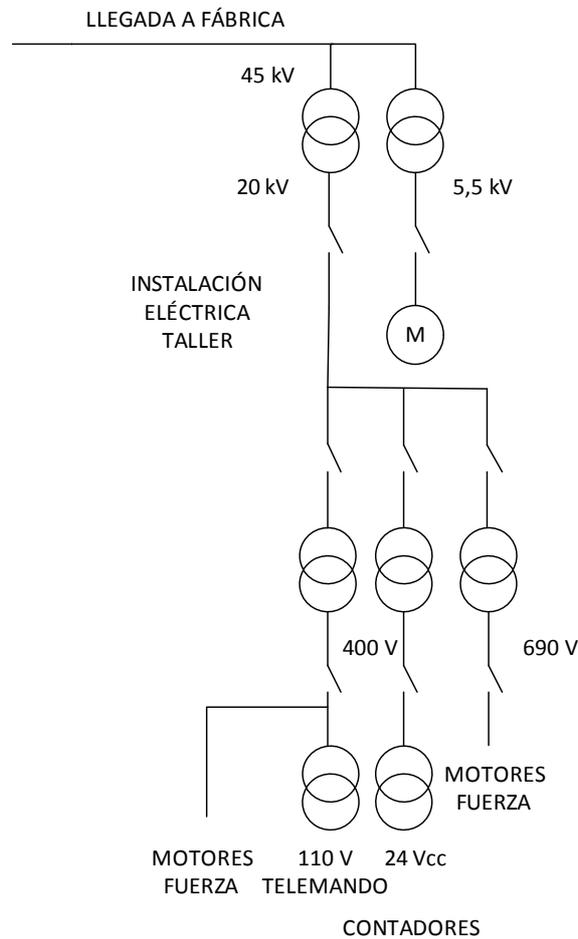


Figura 5: Unifilar taller

5. TRABAJO A REALIZAR.

Una vez expuesta la situación inicial de la cual se ha partido, procederemos a explicar todo lo que se ha añadido para que el proyecto se lleve a cabo.

El **objetivo final** del proyecto es **tener un control del consumo de cada uno de los fluidos que intervienen en el proceso de fabricación**, esto será posible gracias a un software creado en el ordenador que tratará los datos procedentes de los contadores.

Para llegar a tal fin, primeramente se han instalado contadores de fluidos en todas y cada una de las máquinas de las que queremos tener un control del consumo y sea posible su colocación. Estos contadores irán conectados a unos autómatas, los cuales transforman las señales que llegan desde cada uno de éstos.

Una vez que los datos de los contadores se encuentran en los autómatas de manera analógica, son llevados al registrador SM3000 para su visualización en el taller. Del registrador y vía Ethernet, los datos llegan a un ordenador, donde son guardados en una base de datos del programa Microsoft SQL.

Una vez los datos están en esta base, se realiza una herramienta (software) para el tratamiento de éstos. Este software se ha programado a través del Visual Basic 2013.

Así, aprovechando lo ya instalado que ese ha explicado en el apartado anterior, se van a instalar elementos como:

- Nuevos contadores de fluidos.
- Extensiones del autómata.
- Registrador Screen Master 3000.
- Software de control y seguimiento.

Una vez descrito el proceso para la realización de este proyecto, vamos a describir cada uno de los elementos a instalar necesarios para el funcionamiento de éste.

5.1. Contadores de fluidos.

Los tipos de contadores a instalar dependerán del diámetro de la tubería, de la longitud de tramo recto disponible a la entrada de la máquina a controlar y del fluido que vaya por tal tubería. Estos aparatos de medida serán instalados al principio de cada una de las líneas de fabricación y en la entrada de cada uno de los fluidos a las máquinas de las que vayamos a realizar el control y seguimiento.

Para poder realizar el seguimiento y control de los diferentes fluidos utilizados en el taller Z, utilizaremos tres tipos distintos de contadores:

Tipo Vortex y Tipo Swirl-Meter para aire y vapor saturado y Electromagnético para agua helada, ilustrados en la figura 6.

Tipo: Vortex.



Tipo: Swirl-Meter.



Tipo: Electromagnético.



Figura 6: Tipos de contadores

Cada uno de ellos tiene diferentes características y especificaciones técnicas y, dependiendo de éstas, harán a uno u otro el más idóneo para cada una de las situaciones de instalación propuestas.

Además debemos de tener en cuenta que tienen diferentes principios de medidas basados en principios físicos tales como el principio de Faraday, calles de torbellinos de Karmán o remolinos.

5.2. Nuevas extensiones del autómeta.

Para el desarrollo de este proyecto será necesaria una nueva extensión del autómeta central de la red de telemetría del taller.

Dicha extensión se encontrará físicamente en un rack junto al registrador SM 3000 (figura 7).

Esta extensión consta de una fuente de alimentación, la cual alimenta a cada una de las cartas, una carta de comunicación Ethernet, a través de la cual se comunica con el autómatas central vía Ethernet y cinco cartas con entradas y salidas analógicas a las cuales llegan las diferentes señales de los contadores de fluidos.



Figura 7: Extensión autómatas

Las salidas analógicas de esta extensión están conectadas con las diferentes entradas de las que dispone el registrador, enviando así los datos de cada contador para su posterior visualización y tratamiento.

5.3. Registrador ScreenMaster 3000.

El registrador va a ser el encargado de almacenar los datos procedentes de las señales de las salidas analógicas instaladas en el nuevo subcuadro. Será de él de donde se tomen los datos para la realización de la base de datos para el control y seguimiento de la energía. En este caso el registrador es de la marca comercial ABB del tipo SM 3000.

Este dispositivo se encuentra en el mismo taller y a través de una pantalla, cualquier operario que esté por allí en ese momento vea de forma dinámica los consumos de cada máquina.

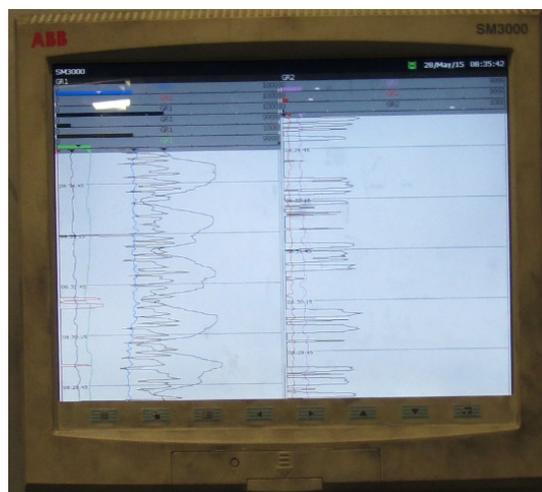


Figura 8: Pantalla registrador

Este dispositivo también cuenta con comunicación Ethernet con el resto de elementos de la red de telemetría, de manera que el seguimiento a tiempo real del consumo de las distintas máquinas puede ser seguido por el técnico en cualquier lugar y no necesariamente a través de la pantalla del registrador. (Figura 8)

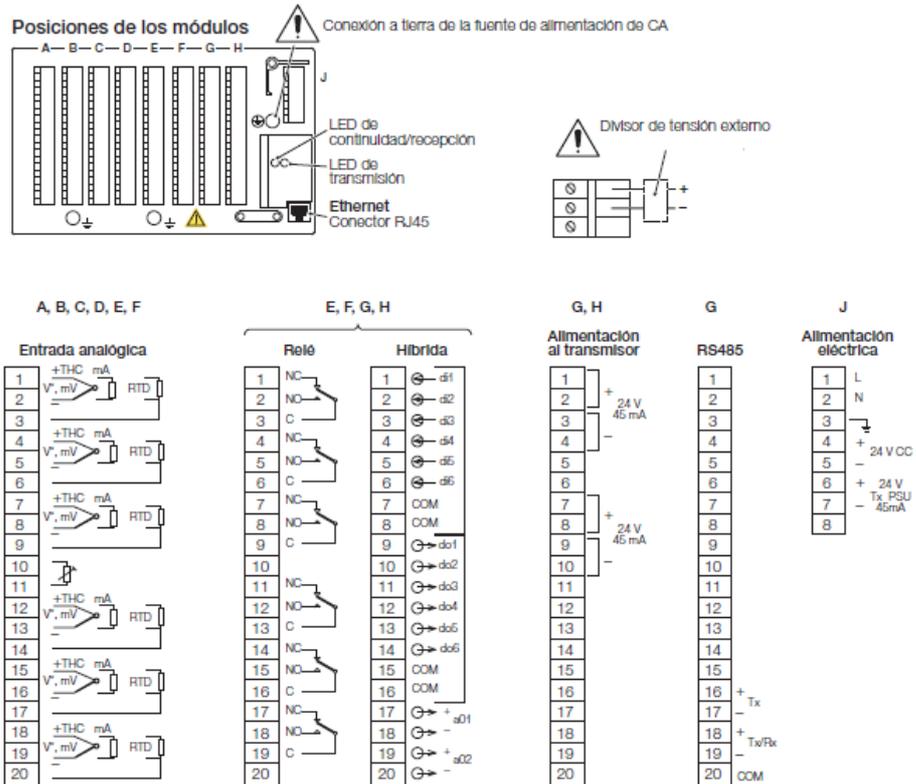


Figura 9: Esquema conexiones registrador

Así pues, a partir de esta conexión referenciada en la figura 9 y asignándole una dirección IP podemos manejarlo a través de un PC.

La conexión Ethernet se debe realizar a través de un conector RJ45 que se encuentra en la parte posterior de la unidad (en el dibujo se muestra). A continuación se muestran el número de las clavijas del conector y su función:

Número de clavija	Función
1	Transmisión de Datos +
2	Transmisión de Datos -
3	Recepción de Datos +
4	No se utiliza
5	No se utiliza
6	Recepción de Datos -
7	No se utiliza
8	No se utiliza

La situación de todo lo explicado anteriormente queda plasmada de manera real en la siguiente imagen (Figura 10):



Figura 10: Conexiones registrador

En ella se puede ver abajo a la derecha el cable de red de Ethernet y a la izquierda las distintas entradas al registrador cableadas desde las salidas analógicas del autómatas que hemos visto anteriormente.

5.4. Rack para registrador y extensiones del autómatas.

Para albergar el registrador y las cartas analógicas que comunican con éste procedentes de los contadores, se ha construido un rack. Este rack consiste en un armario en el que en su interior están instalados estos dos elementos y sus respectivas protecciones. (Figura 11).



Figura 11: Rack de registrador y autómeta

Se diseñará un subcuadro eléctrico nuevo para todo lo anterior. Este subcuadro será instalado para aislar el registrador de la línea principal. La alimentación del autómeta y del registrador estará protegida con un magnetotérmico de protección en la cabecera de intensidad máxima admisible de 16 A. A partir de éste, aguas abajo encontraremos cuatro derivaciones en paralelo. La primera de ellas alimenta al autómeta del armario y al registrador, y protegido con un interruptor magnetotérmico de intensidad máxima admisible 4 A. El segundo de ellos es para una toma de corriente que se encuentra protegida con un diferencial de sensibilidad 30 mA (está considerado como para uso doméstico), aguas abajo encontramos por último un magnetotérmico similar al visto en la anterior derivación. Por último las dos últimas derivaciones, la primera de ellas corresponde a la ventilación del armario, protegido con un interruptor magnetotérmico de intensidad máxima de 1 A y la segunda a un piloto blanco de luz para indicar que se encuentra con tensión el armario.

5.5. Software de seguimiento y control de la energía.

El eslabón final de esta cadena es el software de control y seguimiento de energía (Figura 12) que se ha diseñado para tal fin. Dicha aplicación nos permite tener conocimiento del consumo de los fluidos de cada una de las máquinas en los que se haya instalado un contador.

Gracias al control y seguimiento de los fluidos que nos proporciona este software, podremos saber cuál es el consumo de cada una de las mezclas del taller

de fabricación de goma, así como si una máquina se encuentra en un mal estado de funcionamiento o incluso la detección de una fuga en cualquier zona de dicho taller.

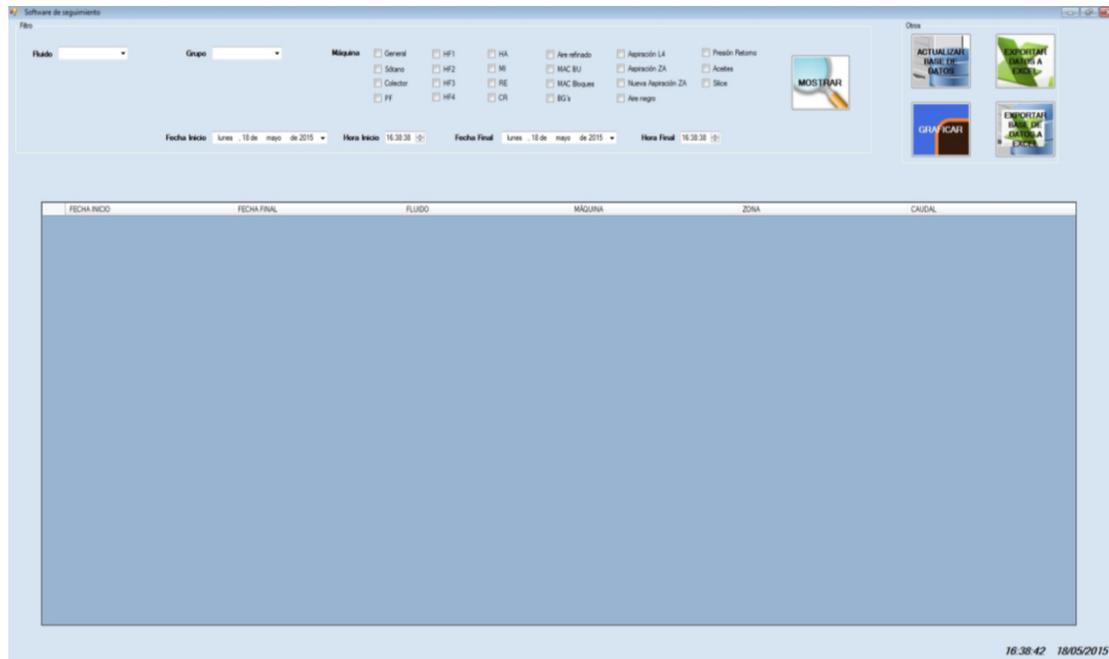


Figura 12: Pantalla del Software

6. INSTALACIÓN DE CONTADORES.

Se exponen a continuación los tres tipos de contadores de fluidos que se utilizarán para la medida de éstos, a partir de estas características se ha tomado la decisión de instalar uno u otro.

6.1. Tipos de contadores

6.1.1. Tipo Vortex.

La función del caudalímetro Vortex se basa en la calle de torbellinos de Karmán. En ambos lados del cuerpo perturbador bañado por el fluido en circulación se forman alternativamente torbellinos. Debido a la corriente del fluido, estos torbellinos se desprenden y se forma una calle de torbellinos (calle de torbellinos de Karmán).



Figura 13: Calle de torbellinos de Karmán

La frecuencia f del desprendimiento de torbellinos es proporcional a la velocidad de flujo v e inversamente proporcional al ancho del cuerpo perturbador d :

$$f = St \times \frac{v}{d}$$

f = frecuencia
 St = Número de Strouhal.
 ϑ = Viscosidad cinemática.
 d = Diámetro nominal.
 v = velocidad del flujo

La magnitud St , denominada 'número de Strouhal', es un parámetro adimensional que determina decisivamente la calidad de la medición Vortex.

Cuando el cuerpo perturbador está dimensionado adecuadamente, el número de Strouhal St es constante dentro de un rango muy amplio del número de Reynolds Re :

$$Re = \frac{v \times D}{\vartheta}$$

Re = Reynolds.
 ϑ = Viscosidad cinemática.
 D = Diámetro nominal.
 v = velocidad del flujo

Por consiguiente, la frecuencia de desprendimiento de torbellinos, la que es objeto de la evaluación, sólo es dependiente de la velocidad de flujo e independiente de la viscosidad y densidad del fluido.

Los cambios de presión locales que acompañan al desprendimiento de torbellinos se detectan mediante un sensor piezoeléctrico y se convierten, en función de la frecuencia de torbellinos, en impulsos eléctricos.

La señal de frecuencia proporcional al caudal emitida por el sensor de caudal se transmite para su procesamiento interior al transmisor de medida.

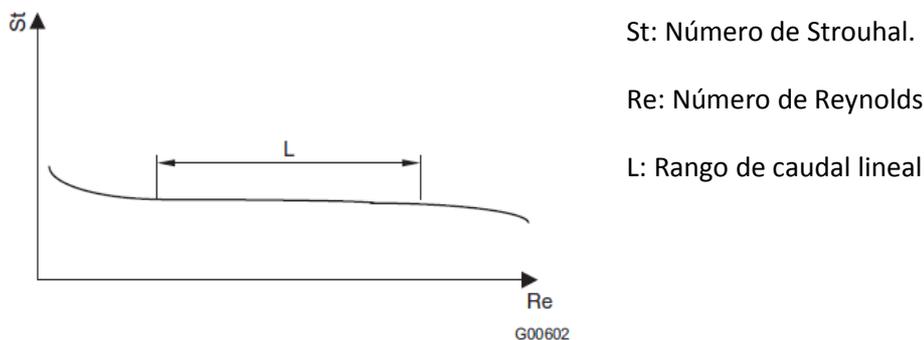


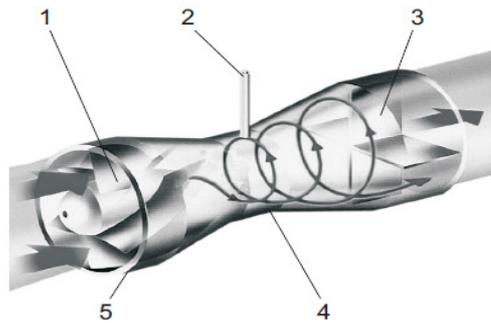
Figura 14: Gráfica Strouhal - Reynolds

Por lo observado en la gráfica anterior (Figura 14), el rango inferior de medida del caudalímetro podría llegar a bajarse, pero no en exceso, ya que si no, en el caso del tipo Vortex, el número de Strouhal cambiaría, no se encontraría dentro de su rango lineal y no sería exacto en su totalidad la medición, por lo que hay que valorar si es mejor bajar el rango inferior de los contadores y permitir ese pequeño error o bien en los momentos que el caudal se encuentre por debajo del límite inferior permitir que la lectura sea la mínima indicada por el aparato de medida.

6.1.2. Tipo Swirl

El cuerpo guía de entrada perturba la corriente de fluido que entra axialmente en el tubo de medida, poniéndola en movimiento de rotación (figura 15). En el centro de rotación se forma un núcleo de remolino que es forzado, por medio de una corriente inversa, a efectuar una rotación secundaria en espiral.

La frecuencia de la rotación secundaria es proporcional al caudal y permanece lineal dentro de un rango de medida muy amplio si el medidor dispone de una geometría interna optimizada. Esta frecuencia se registra mediante un sensor piezoeléctrico. La señal de frecuencia proporcional al caudal emitida por el sensor de caudal se transmite para su procesamiento ulterior al transmisor de medida.



- 1- Cuerpo guía de entrada.
- 2- Sensor piezoeléctrico.
- 3- Cuerpo de salida.
- 4- Punto de inversión.
- 5- Caja.

Figura 15: Principio de medida Swirl

6.1.3. Tipo Electromagnético

Los contadores electromagnéticos, que se basan en el principio de Faraday para detectar un fluido conductor dentro de un campo magnético, tienen la ventaja que miden con una elevada precisión, no producen pérdida de carga adicional, no contienen piezas móviles, no se desgastan y son resistentes a la corrosión.

El principio de Faraday enuncia que cualquier cambio del entorno magnético en que se encuentra una bobina de cable, originará una diferencia de potencial (una fuerza electromotriz inducida en la bobina). No importa cómo se produzca el cambio, la diferencia de potencial será generada en la bobina. El cambio se puede producir por un cambio en la intensidad del campo magnético, el movimiento de un imán entrando y saliendo del interior de la bobina, moviendo la bobina hacia dentro o hacia fuera de un campo magnético, girando la bobina dentro de un campo magnético, etc. (Figura 16).

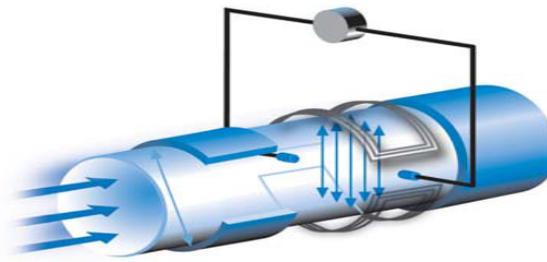


Figura 16: Principio de medida Electromagnético

En cuanto a su aplicación en lo que compete al caudalímetro de agua helada, por el año 1832 Michael Faraday propuso medirla velocidad de un caudal utilizando el principio de la inducción electromagnética. En sus primeros experimentos intentó medir la velocidad de las aguas del río Támesis en Inglaterra. A pesar del fracaso de sus experimentos, éstos son reconocidos como los primeros sobre medición electromagnética de caudales.

6.1.4. Ventajas e inconvenientes.

En la siguiente tabla reflejaremos las ventajas y los inconvenientes de cada uno de los tipos de caudalímetros expuestos anteriormente con el fin de analizar y saber qué contador será más apropiado para utilizar en cada situación, dependiendo del fluido a seguir.

Instrumento	Ventajas	Inconvenientes	Aplicación
Caudalímetro electromagnético.	Instrumento con importe económico bajo		Agua
Medidor Vortex.	-Instrumento con importe económico medio -Se puede incluir compensación por cambios de presión y temperatura si se trata de vapor saturado	-Se requieren condiciones de presión y temperatura estables para aire o vapor recalentado -Tramos rectos requeridos de al menos 15D + 5D	Vapor / Aire
Medidor Swirlmeter.	-Instrumento con importe económico medio -Se requieren 3D + 1D -Mejor precisión 0,5 % que el Vortex (1%)	-Se requieren condiciones de presión y temperatura estables para aire o vapor recalentado -Mayor pérdida de carga que el Vortex -Mayor coste que el Vortex	Vapor / Aire

Con todos los datos iniciales analizados y los parámetros a tener en cuenta para la elección de los aparatos de medida estudiados, vamos a ver el tipo de contador para cada ubicación y con la simulación en el software observaremos las pérdidas de carga que puede presentar, así como el rango de caudales máximo y mínimo que nos va a imponer su instalación para asegurarnos así de su correcto funcionamiento. En este apartado también detallaremos los contadores que nos será necesario instalar, donde irán instalados y que modificaciones nos será necesario hacer para poder realizar la instalación de estos, con el objetivo de poder realizar un seguimiento de todos los fluidos en todas las líneas, en todas las máquinas y a nivel general del taller.

Si no nos encontramos problemas con los rangos y las pérdidas de carga, decidiremos si es tipo Vortex o tipo Swirl en función del tramo de tubería de entrada, ya que como hemos dicho anteriormente, el tipo Swirl permite unos tramos de tubería mucho más reducidos a la entrada y salida de él.

En el caso del agua helada, el contador utilizado es únicamente de tipo electromagnético, con un tramo de 3 DN a la entrada y 2 DN a la salida.

Hemos de tener en cuenta también que, si el diámetro nominal del contador no coincide con el de la tubería donde lo instalaremos, la tubería de entrada a la máquina debe poseer la longitud suficiente, ya que ésta al implantar el contador se enfrenta a un ensanchamiento y a una reducción.

Se explicará a continuación la situación y diámetro de los contadores de cada fluido, un pequeño esquema que hace referencia a lo que se va a decir es el indicado en la siguiente figura, y es válido para los tres fluidos.

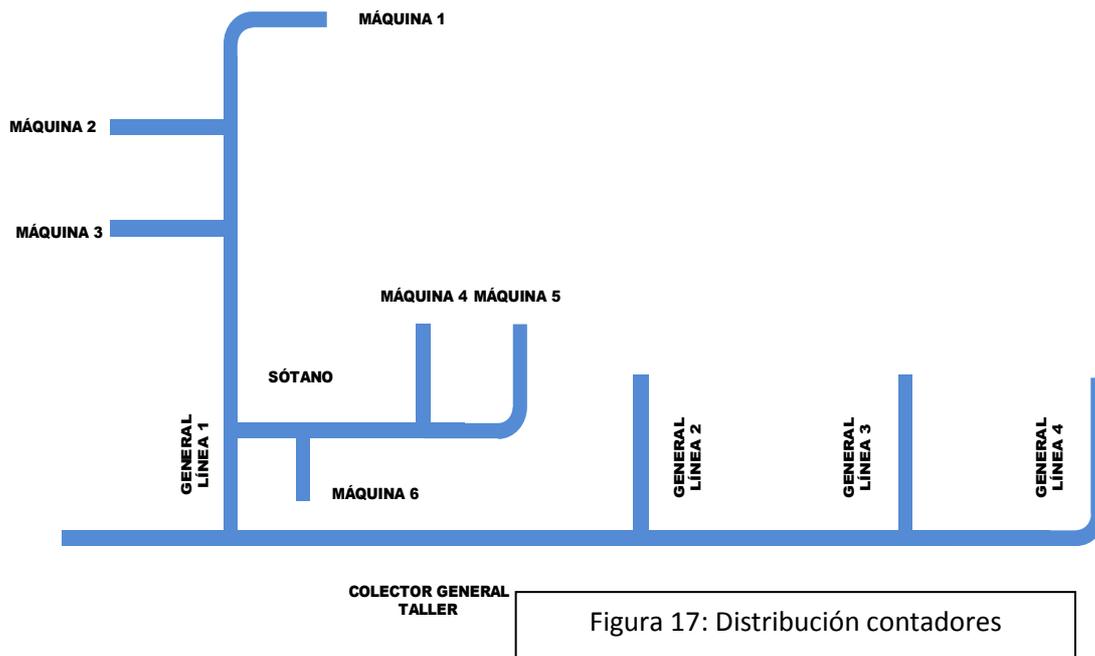


Figura 17: Distribución contadores

6.2. Contadores de aire

LÍNEA 1

Para esta línea serán necesarios 10 contadores, 6 de ellos de diámetro nominal 25 mm, dos de 40 mm y 2 de 50 mm. Los de mayor diámetro serán utilizados para el general que abastece la línea y para el mezclador, que es la máquina con mayor consumo de la línea. La tubería de ésta ha de sufrir variación, ya que el contador adecuado es de diámetro nominal 50 mm y la tubería de 80 mm. El resto se dividirán por las diferentes máquinas tales como homogeneizadores y finalizadores, y también situaremos uno de los de diámetro 40 mm en el colector general del sótano que conecta con éstas.

En dos de los finalizadores, 13 y 14, las tuberías que entran a estas máquinas no poseen tramos rectos suficientes desde su derivación en la tubería general del sótano, por lo que hemos de modificar su picaje desde ésta. Para ello, hemos de derivar la tubería general hasta la máquina un metro antes de su actual situación. Conseguiremos así el tramo recto necesario para la implantación de dichos contadores.

LÍNEA 2

Para la línea 2, serán necesarios 8 contadores de aire, 6 de ellos de diámetro 25 mm y 2 de ellos de 40 mm, uno de éstos irá instalado en la tubería general del sótano, el resto, irán situados por los homogeneizadores y finalizadores como en el caso de la línea 1,

Del mismo modo que en los finalizadores 13 y 14 hemos de proceder para tener una correcta medición de los finalizadores análogos, 23 y 24, de la línea 2.

LÍNEA 3

Necesitaremos 10 contadores para el seguimiento de la línea 3, de los que 8 serán de diámetro 25 mm, uno de 40 mm y otro de 50 mm.

El contador de 50 mm irá situado en el pilón del mezclador, sucede como en el de la línea 1, habría que hacer un estrechamiento para situar un contador de diámetro 50 mm en una tubería de diámetro 80 mm, el de 40 mm en la tubería general del sótano que abastece al resto de máquinas y por último los de 25 mm que van a cada una de las máquinas vistas en las otras dos líneas anteriores tales como homogeneizadores y finalizadores.

LÍNEA 4

En la línea 4, está previsto instalar 8 contadores de aire, 7 serán de 25 mm de diámetro y uno de 80 mm, éste último se situará en el colector general de línea,

para saber el consumo total de ésta. El resto de contadores irán situados en máquinas análogas a las de las demás líneas.

TALLER DE PREPARACIÓN DE MATERIAS

En esta zona del taller, son necesarios 9 contadores de aire, 5 de ellos serán de diámetro 25 mm, 2 de 15 mm, uno de 40 mm y uno de 65 mm.

El de 65 mm irá instalado detrás de unos secadores para controlar el aire industrial refinado, el de 40 mm corresponde al contador de aire general, por último los de 25 mm y 15 mm irán instalados en diferentes máquinas de esa parte del taller tales como básculas o aspiraciones.

6.3. Contadores de vapor

LÍNEA 1

Para esta línea de producción, en lo que a este fluido se refiere, serán necesarios 2 contadores. El primero de ellos será de 32 mm de diámetro para la perfiladora y el segundo será de 80 mm que controlará el consumo general de la línea de este vapor.

Esta línea se encuentra dividida, ya que la perfiladora de la línea 1 se encuentra conectada a la línea 2 y a su vez ésta con la 3, por lo que la lectura en los contadores de la línea 2 y 3 no es real ya que se está incluyendo a esta máquina y por consiguiente el de la línea 1 se encuentra incompleto al no estar contemplado el consumo de ésta.

LÍNEA 2

En la línea 2 necesitaremos 8 contadores, 6 de ellos de un diámetro de 40 mm, uno de 32 mm y uno de 100 mm.

Éste último será utilizado para el colector del sótano que conecta con máquinas tales como homogeneizadores y finalizadores, que son los que necesitan ser controlados a través de los de 40 mm y por último será necesario uno de 32 mm para la perfiladora.

Una medida a realizar para una correcta medición de este fluido es la de realizar un picaje en el colector de la tubería que abastece a la línea 2, línea 3 y perfiladora 1 y llevar este nuevo conducto hasta la válvula manual de la línea 2. Una vez allí, cerrar esta válvula y así el contador que se encuentra al principio de la línea 3 ya no medirá el consumo de las líneas 2 y 3, medirá únicamente su línea y la medición será correcta.

Los contadores que no pueden ser instalados son los correspondientes a los finalizadores de la línea 2, debido al corto trayecto recto de tubería de sus entradas. Para poder llegar a tener un tramo de tubería recto suficientemente largo como para llegar a leer un dato fiable en el contador habría que cambiar el colector del sótano de la línea 2 de vapor para que así se disponga de un tramo de tubería recto suficiente para situar en él un aparato de medida.

Otra medida que se podría tomar en esta situación es la de situar 4 contadores en la tubería general de sótano, uno delante de cada finalizador, con el diámetro de la tubería general, es decir, de diámetro 100 mm. Por lo que cabe la posibilidad de barajar que es más rentable y entraña menor problemática, si situar contadores de mayor diámetro siendo éstos más caros, o la modificación de las 4 tuberías implicadas en la medición.

LÍNEA 3

Para una buena práctica en el seguimiento de la energía, necesitamos situar 8 contadores de vapor en la línea 3, 5 de ellos de 32 mm necesarios para finalizadores y perfiladora, dos de 40 mm, uno para el mezclador y otro para el homogeneizador; por último, para la tubería del sótano que alimenta a las máquinas anteriores necesitamos un contador de 100 mm de diámetro.

En esta tubería, al no haber contadores de DN 125 en el mercado que sondeamos, vamos a colocar uno de DN 100, para ello hemos de realizar su correspondiente estrechamiento y comprobar que posee a la entrada longitud suficiente para podernos permitir hacer esto.

Los conductos que llegan a cada finalizador de la línea 3, desde su picaje tienen un tramo de tubería recto que podemos sospechar que puede ser escaso. Se barajará la posibilidad de poner un medidor de tipo Swirl Meter, en caso negativo, se procedería a instalar uno por cada finalizador en la tubería general del sótano que abastece a éstos. Hasta aquí es la misma medida que se podría tomar en los finalizadores de la línea 2.

Por el contrario, la realidad nos lleva a que la colocación de un contador por cada finalizador puede que sea una opción desorbitada, ya que el consumo de vapor en la totalidad de la línea 3 se estima que es aproximadamente 0,3 T/h, por lo que en los finalizadores es menor, así, como ya hemos indicado, no parece viable la posibilidad de situar 4 contadores de mayor diámetro en la tubería general del sótano para este consumo.

En la calandra nos hemos encontrado que arquitectónicamente no se puede colocar el contador, ya que no posee el tramo recto de tubería necesario para su implantación, por lo que tendríamos que modificar la tubería.

En el caso de esta línea, las tuberías del homogeneizador se encuentran en el sótano, y, ante las dificultades que hemos encontrado para la implantación de contadores en dicha localización, con esta máquina ocurrirá lo mismo.

Ante la imposibilidad de colocar un aparato de medición por máquina en esta línea, la posibilidad inmediata que contemplamos para tener un seguimiento real de ésta es la de implantar un contador en la tubería general del sótano de la línea 3. De esta forma sabremos el consumo aportado por la totalidad de las máquinas.

LÍNEA 4

En esta línea de producción serán necesarios 8 contadores de vapor, de los cuales 6 son de 50 mm de diámetro, correspondiente a los finalizadores, homogeneizador y piscina de producto anticongelante y dos de 40 mm correspondientes a la perfiladora y al mezclador.

En este caso nos encontramos con que el diámetro de entrada nominal a las máquinas no corresponde con ninguno de la gama de diámetros de contadores de la marca comercial, por lo que se tiene que tener en cuenta, como hemos visto en otros casos que hemos de practicar a la tubería un estrechamiento y su posterior ensanchamiento para la colocación de éstos.

6.4. Agua helada

LÍNEA 1

Para la línea 1 necesitaremos 9 contadores de agua, de los cuales 5 de 65 mm de diámetro son para finalizadores y perfiladora, uno de 80 mm es para el homogeneizador, uno de 100 mm para el mezclador, otro de 200 mm para la tubería general del sótano y por último uno de 300 mm para el general de la línea 1.

En los finalizadores de la línea 1, la entrada de la tubería a la máquina es de 63 cm longitud con un DN 80, por lo que cabría la posibilidad de cambiar el colector de entrada para disponer de un mayor tramo para la implantación del medidor.

Para no perder el seguimiento del consumo de éstos, implantaremos, como ya hemos indicado, un contador en la tubería general del sótano.

LÍNEA 2

En la línea 2 vemos necesaria la implantación de 9 contadores, 6 de ellos de 80 mm de diámetro correspondientes a finalizadores y homogeneizador, también el general de la línea posee este diámetro. Uno de 100 mm para el mezclador y otro de 65 mm para la perfiladora.

Con el finalizador 21 nos encontramos con un problema similar a los de la línea 1, por lo que se procedería a cambiar su correspondiente colector.

En el resto de finalizadores no habría problema siempre y cuando se colocasen en la parte más inferior del mismo, que es donde se dispone de un tramo recto más largo, ya que en la tubería entrante desde la tubería general del sótano las posibilidades son ínfimas.

En la perfiladora, no se dispone de tubería suficiente, ya que ésta baja mediante continuos codos. La solución propuesta en este caso es cambiar el colector que sale desde la tubería general del sótano hasta la calandra para que a la máquina llegue un tramo recto suficientemente largo para situar el contador.

Desde la tubería general de agua helada nos encontramos una derivación hacia el mezclador de unos 55 centímetros de longitud, distancia que se antoja insuficiente para la colocación de un aparato de medición, por lo que una de las opciones que se pueden barajar para poder realizar la medida del paso de fluido es la de derivar la tubería antes de donde se encuentra el actual picaje, llevando así al mezclador un tramo de tubería recto suficientemente largo para poder situar un contador de diámetro 100 mm.

LÍNEA 3

En esta línea haría falta la colocación de 8 contadores, 7 de ellos de diámetro 80 mm correspondientes a los finalizadores, mezclador, homogeneizador y general de línea y uno de 200 mm para la tubería general del sótano.

Las tuberías correspondientes a los finalizadores de la línea 3 son de diámetro 80 mm, pero la entrada a dichas máquinas es de trayecto recto muy corto como para la implantación de aparatos de medida en esa zona, por lo que una de las alternativas propuestas sería colocar cada contador en la tubería general del sótano de diámetro 200 mm, ya que en ella se derivan cada una de las entradas a los finalizadores y mediante una sencilla resta de contador anterior con el siguiente, sacar el consumo de agua helada de cada máquina, caso similar al que nos hemos encontrado anteriormente.

Habría que valorar, al igual que en el caso de vapor, qué opción convendría más, si situar los contadores de un diámetro nominal superior o bien modificar el colector de las tuberías implicadas.

LÍNEA 4

En la línea 4 situaremos 8 contadores también, 5 de ellos de diámetro 80 mm correspondientes a finalizadores y mezclador, uno de 65 mm para la perfiladora, uno de 100 mm para la piscina de producto anticongelante y por último uno de 200 mm de diámetro para la tubería general que alimenta la línea.

7. SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN.

7.1. Objetivo.

El objetivo de automatizar todo este sistema de telemetría es poder tener control sobre el coste energético exacto de cada una de las máquinas participantes en el proceso de fabricación y confección de la goma, pudiendo saber así el gasto de un período de tiempo deseado en euros de manera teórica de la producción.

7.2. Comunicación del sistema.

Cada uno de los elementos estará conectado a una red común de comunicación vía Ethernet, en este caso llamada Telemetría. Estos elementos dispondrán de una dirección IP y a través de un servidor web en un PC, se puede observar el estado y los datos que reciben cada uno de éstos.

Esta parte del trabajo es una parte fundamental, ya que las comunicaciones han de ser lo más óptimas posible para no interferir con otras comunicaciones del proceso, por lo que, como hemos indicado, se ha creado una red independiente de comunicación llamada telemetría.

El orden jerárquico seguido en la industria (Figura 18), desde que se miden los caudales en cada uno de los contadores hasta que se tratan en el software de control y se visualizan por pantalla está definido en forma piramidal. Así estaríamos hablando de un nivel 0, que es el perteneciente a los contadores, un nivel 1, que englobaría los autómatas y sus conexiones entre ellos y un nivel 2, que son los terminales en los que se trata la información y controlan a los autómatas.



Figura 18: Niveles de jerarquización de la industria

Siguiendo este orden, en primer lugar cada contador detecta un determinado caudal y envía una señal eléctrica de 4 a 20 mA a una carta de entrada de la extensión del autómata a la que se encuentre conectado. Esta información es enviada a través de la red Ethernet hasta la CPU del autómata, el

cual procesará la información y la enviará hacia su extensión de salidas analógicas que se encuentra junto al registrador SM3000, la cual enviará los datos a las entradas del registrador.

Una vez que los datos han entrado en el registrador mediante sus entradas analógicas, éstos son enviados al ordenador mediante un programa de transferencia de archivos propio del fabricante del registrador (FTP).

A continuación, se presenta un esquema general de la comunicación de cada uno de los elementos y su situación en el sistema de control y seguimiento de la energía.

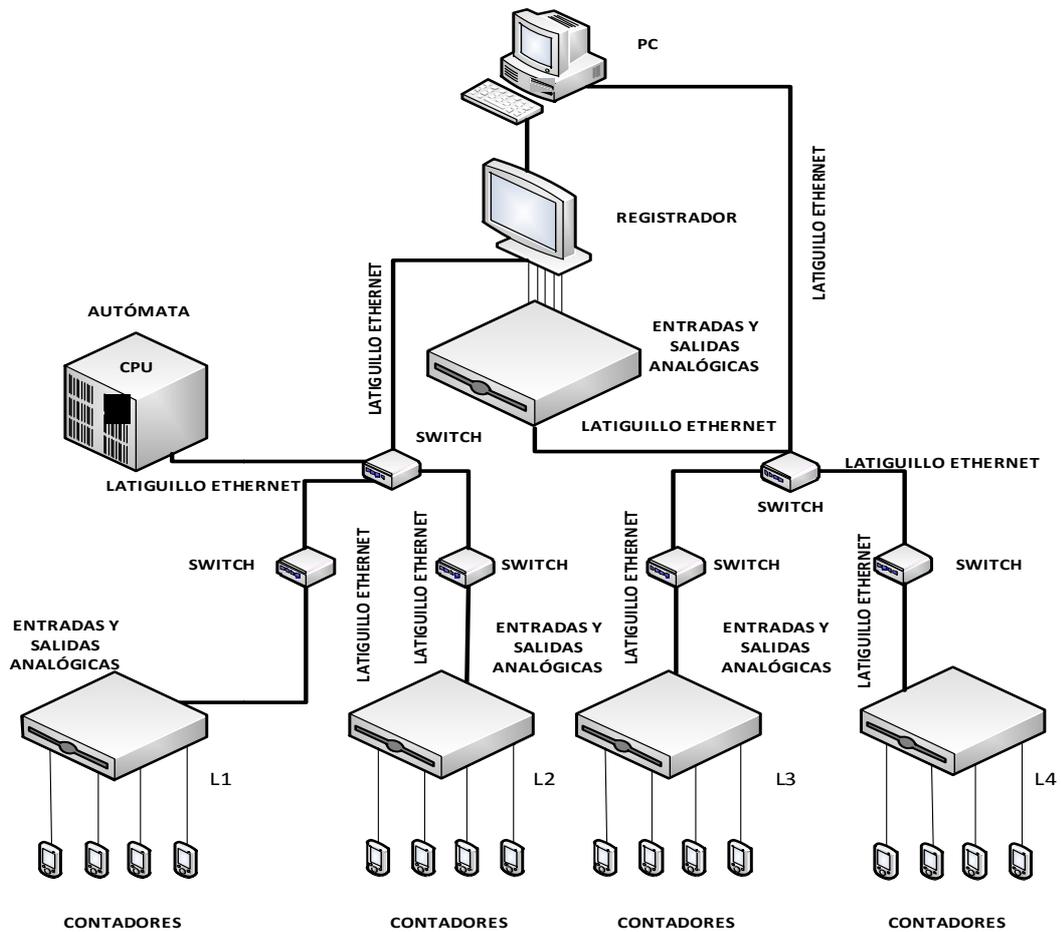


Figura 19: Esquema comunicación sistema

7.3. Elementos del sistema

El sistema de automatización está formado por una serie de dispositivos, los cuales van haciendo pasar cada uno de los datos por los distintos niveles de jerarquización industrial.

La red interna de Ethernet (telemetría) en la que insertaremos nuestro sistema de control energético, estaría compuesta por una red de caudalímetros, un autómatas con una CPU central para la red de telemetría y extensiones de éste para cada una de las líneas de producción, los cuales recopilarán esta información y la mandarían al registrador SM3000, donde se podrán visualizar en tiempo real los consumos energéticos de cada máquina, posteriormente, estos datos quedarán almacenados en una base de datos (MSQL). Por último un software programado a partir de Visual Basic nos servirá para representar los datos de manera filtrada, dependiendo de la maquina seleccionada, el fluido y en un tiempo determinado elegido por el usuario, estos datos obtenidos se podrán representar en una gráfica o exportar a un Excel para almacenarlos en modo historial.

7.3.1. Contadores

Cada contador nos sirve para medir el caudal que pasa por una tubería en un tiempo determinado.

Éstos poseen un rodete integrado que, en función de la velocidad del fluido, lo hará girar a más o menos velocidad, haciendo así que el contador envíe una señal eléctrica al autómatas variable de 4 a 20 mA.

La sección de los conductores que van desde el subcuadro eléctrico de cada una de las líneas a cada uno de los contadores es de 2,5 mm² para evitar así una caída de tensión mayor que la admitida por la norma ITC BT 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Estos contadores estarán alimentados por una fuente de alimentación de 220 Vca - 24 Vcc que se encontrará en los subcuadros eléctricos de cada línea.

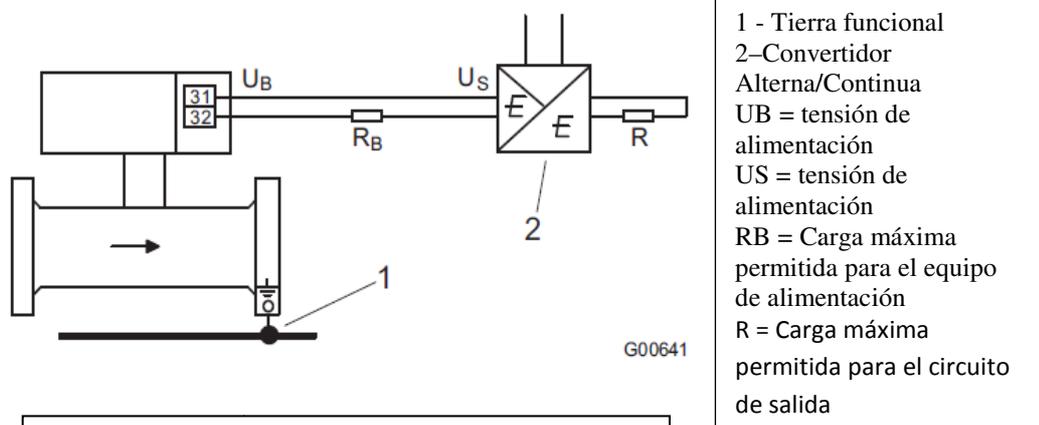


Figura 20: Esquema conexión contadores

El caudalímetro poseerá un máximo de ondulación residual (distorsión armónica) del 5% y su consumo de potencia es menor de 1 W.

En la figura 21 está representada la carga de la salida de corriente, nos muestra la carga en función de la alimentación eléctrica.

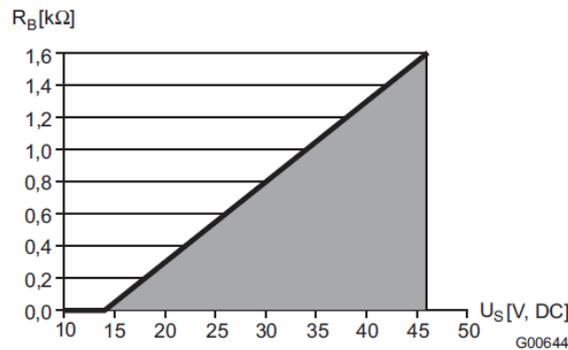


Figura 21: Salida de la corriente en función de la alimentación

En caso de esta comunicación, la carga más pequeña es de 250 Ω. La carga depende de la tensión de alimentación aplicada US y la corriente de señalización elegida y se calcula con la siguiente fórmula:

$$RE = \frac{US}{IB}$$

RE = Carga
 US = Tensión de alimentación
 IB = Corriente de señalización

Por lo que, en función de esta fórmula, la resistencia de carga de la salida de corriente en función de la corriente y la tensión quedaría de la siguiente manera expresada en la figura 22:

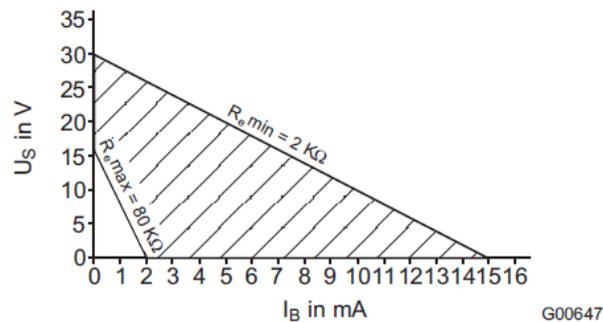


Figura 22: Resistencia de la carga de salida

7.3.2. Switch.

Un switch es el encargado de la **interconexión de equipos dentro de una misma red**, o lo que es lo mismo, es el dispositivo que hará de puente entre cada uno de los elementos conectados a él.

En la actualidad las redes locales industriales de comunicación que siguen el estándar Ethernet, donde se utiliza una **topología en estrella**, tienen el switch como el elemento central de dicha topología.

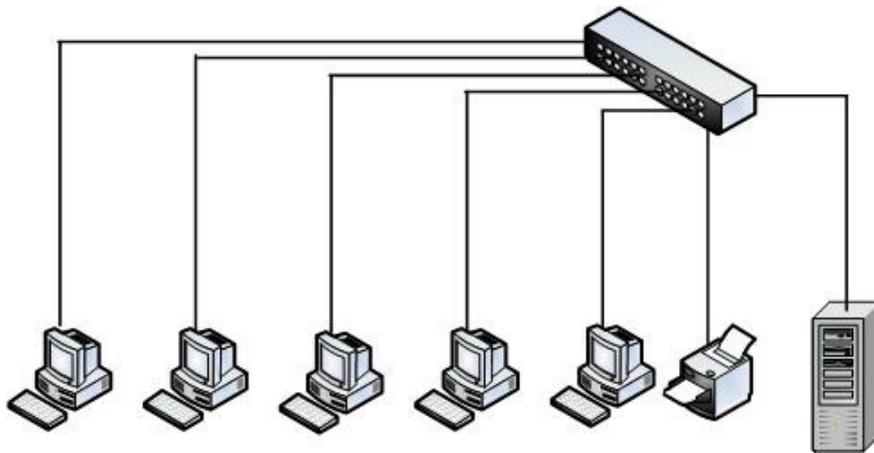


Figura 23: Detalle conexión de los switch

En nuestro caso, cada switch es de la marca comercial Spider, de 5 puertos con una velocidad de 10 Mbit/s.

Con cada uno de los switch podemos ampliar la capacidad de la red de telemetría, siempre y cuando ésta no se sature debido a los paquetes de datos.

7.3.3. Autómata

El autómata es el dispositivo al cual le llegan todas las señales procedentes de los caudalímetros y las envía al registrador, en nuestro caso será de la marca comercial Allen Bradley debido a que la empresa Michelin España Portugal S.A. trabaja prácticamente en su totalidad con esta marca (detalle del autómata en la figura 24).

Posee un chasis con espacio para 10 cartas diferentes, cada carta posee 8 entradas u 8 salidas, en función de la función que vaya a desempeñar dentro del sistema de control y seguimiento de la energía.

Una de las cartas está destinada a la comunicación con cada una de las extensiones que forman la red de telemetría, en este caso es comunicación Ethernet.

Han de configurarse de manera correcta las entradas y salidas pertenecientes a cada caudalímetro para que así al registrador le lleguen los datos de manera correcta y su lectura coincida con el caudal real que pase por la sección del aparato de medida.

En cuanto a su alimentación, cada autómata está alimentado a 230 V en corriente alterna y está protegido por dos interruptores magnetotérmicos con una intensidad admisible de 10 A, uno general de protección para el subcuadro y otro específico para el autómata.



Figura 24: Autómata central

7.3.4. Extensiones del autómata.

En cada uno de los subcuadros de las líneas de fabricación encontramos extensiones del autómata, éstas también poseen un chasis con espacio para 10 cartas diferentes, cada carta posee 8 entradas u 8 salidas, de manera que la señal de los contadores llega a cada entrada analógica y posteriormente los datos son enviados hasta el registrador mediante las salidas analógicas.

Éstas estarán alimentadas a 230 Vca y protegidos por un interruptor magnetotérmico con una intensidad admisible de 10 A.

Una de las extensiones nos servirá de enlace con el registrador SM3000, es decir, las extensiones de entradas analógicas situadas en cada una de las líneas de fabricación recogerán la información proveniente de los contadores y saldrán por la extensión de salidas analógicas situadas en el subcuadro del registrador las cuales estarán interconectadas con las entradas del mismo.

7.3.5. Registrador ScreenMaster 3000.

El registrador, perteneciente a la marca ABB, hará las funciones de visualizador del consumo instantáneo de cada una de las máquinas controladas.

Es nuestro último eslabón de la cadena en el transporte de los datos energéticos antes de recibir los datos en el ordenador para poder tratarlos con el software de control y seguimiento energético.

Estará alimentado por 230 V en corriente alterna. El registrador no tiene interruptor, por lo tanto, la instalación final debe contar con un dispositivo de desconexión, en este caso estará dispuesto de un interruptor magnetotérmico de protección de 4 A.

7.3.6. PC

En el ordenador se podrán tratar los datos procedentes del registrador a través de un programa de transferencia de datos proporcionado por el fabricante.

Este programa recoge los datos en un fichero Excel, y a partir de éste, se realiza la base de datos en Microsoft SQL.

De esta base de datos es de donde el software de control y seguimiento que se programará en Visual Basic 2013 los tomará y tratará.

8. PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA

La instalación del software de automatización y seguimiento de la energía debe conectarse a la red de telemetría del taller de fabricación de goma, el cual incluirá la toma de conexiones de entradas y salidas analógicas, así como los contadores a instalar, además del registrador, el cuál será el encargado de almacenar y representar los datos en tiempo real.

8.1. Configuración de los contadores.

Para recibir una correcta lectura del caudal de las tuberías será necesario configurar los contadores dependiendo del tipo de fluido y de contador que vayamos a utilizar. Por ello, configuraremos los rangos de medidas, es decir, los máximos y los mínimos del caudal a controlar, al igual que tipo de medida en la que queramos que nos muestre el display del contador.

Como hemos indicado anteriormente, los contadores traen por defecto un mínimo y un máximo técnico a partir del cual no pueden medir. Estos rangos son intrínsecos de cada contador, por lo que no se puede actuar sobre ellos.

A la hora de configurar los contadores, hemos de tener muy en cuenta que los contadores de aire deseamos que nos midan el flujo operacional, es decir, Nm^3/h . Como estos contadores de aire vienen por defecto midiendo **flujo másico**, hemos de configurarlos, por lo que tendremos que modificar el modo de flujo a **$7,634 \text{ Nm}^3/\text{h}$** que es el parámetro de conversión del m^3/h a Nm^3/h .

Hemos de configurar también el contador para el caso de vapor, ya que, al ser sobresaturado, es muy importante configurar la **densidad a $2,07 \text{ Kg/m}^3$** , ya que es el valor de ésta para dicho fluido.

Los contadores irán conectados a una tensión de alimentación de 24 Vcc, y la señal irá a las entradas y salidas analógicas de cada una de las líneas donde se encuentren instalados los mismos.

8.2. Configuración del autómatas.

La configuración del autómatas estará centrada básicamente en el rango de medida de cada uno de los contadores es muy importante la configuración de la entrada para obtener una buena lectura en la salida.

Para que las mediciones que llegan al registrador SM3000 sean las correctas, hemos de ajustar el rango de salida y entrada del autómatas y del registrador de forma correcta.

Para ello pondremos a la entrada del autómatas como rango inferior 0 y como rango superior el superior del fabricante redondeado siempre al millar.

A la salida del autómata pondremos como rango inferior 0 y de rango superior 1000 en el caso de que la medición sepamos que pasa de este valor ó 9999 si sabemos que pasamos de 1.000.

A la entrada del registrador SM3000 repetiremos el valor de la salida del autómata.

	Autómata	Entrada del autómata		Rango	Autómata	Salida del autómata		Rango	Entrada del registrador		Rango
		Carta	Canal			Carta	Canal		Carta	Canal	
Agua Helada (m ³ /h)	Línea 1	9	0	0 – 1000	CABINA LÍNEA 1	2	0	0 – 1000	1	1	0 – 1000
Vapor Aceites (kg/h)	Línea 1	9	6	0 – 2000		2	1	0 – 1000	1	2	0 – 1000
Aire Negro (Nm ³ /h)	Línea 1	9	7	0 - 1000		2	2	0 – 1000	1	3	0 – 1000
Vapor Línea 2 (kg/h)	Línea 2	9	0	0 – 2000		2	3	0 – 9999	1	4	0 – 9999
Aire Línea 2 (Nm ³ /h)	Línea 2	9	1	0 – 3000		2	4	0 – 1000	1	5	0 – 1000
Presión Vapor Retorno Línea 2 (mbar)	Línea 2	9	2	0 – 20000		2	5	0 – 9999	1	6	0 – 9999
Vapor Línea 3 (kg/h)	Línea 3	9	0	0 – 2000		2	6	0 – 9999	2	1	0 – 9999
Vapor Línea 4 (kg/h)	Línea 4	9	0	0 – 2000		2	7	0 – 9999	2	2	0 – 9999
Aire Línea 4 (Nm ³ /h)	Línea 4	9	1	0 – 3000		3	0	0 – 1000	2	3	0 – 1000

El autómata central controlará a las diferentes entradas analógicas distribuidas en cada una de las líneas de producción y las salidas analógicas situadas en el armario del registrador, comunicadas entre ellas por vía Ethernet.

8.3. Configuración del registrador ScreenMaster 3000.

Sera necesario configurar el registrador teniendo en cuenta las entradas que leerá, la dirección IP que tendrá y los rangos de medidas de esas entradas.

Así, para añadir y configurar un nuevo contador en el registrador SM3000 se deben seguir los siguientes pasos:

Cuando accedamos al panel de control del registrador, hemos de saber que, por ejemplo, la entrada del canal 1,2 corresponde a la entrada 2 de la carta 1. Ese es el método de identificar qué es lo correspondiente a cada entrada.

Para configurar una entrada nos encontraremos con una pantalla como la de la figura 25.

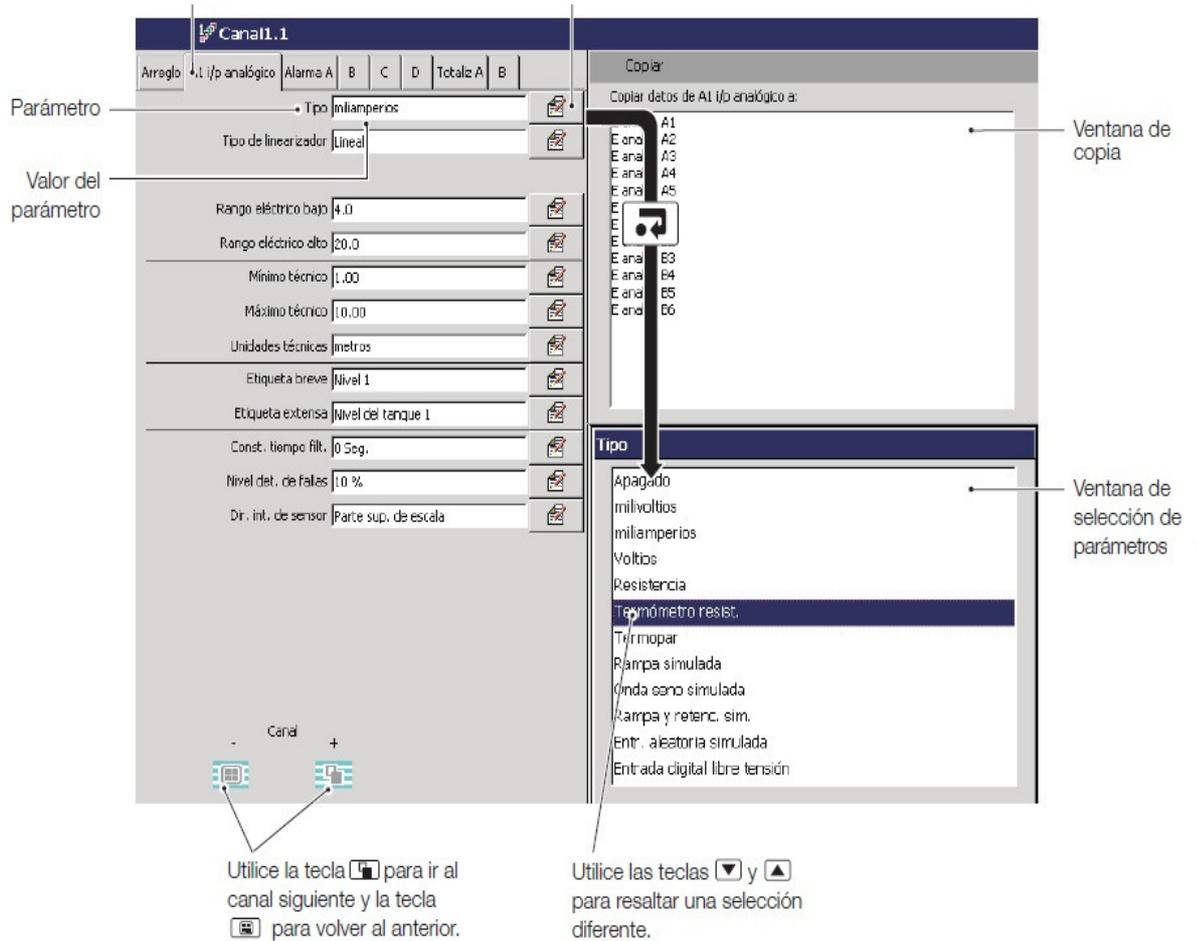


Figura 25: Configuración Registrador

En este caso, hemos de ir situando en cada casilla lo indicado en la siguiente tabla para una correcta lectura del caudal del contador:

Rango eléctrico bajo	4.0 mA
Rango eléctrico alto	20.0 mA
Mínimo técnico	Rango inferior del caudal de medida
Máximo técnico	Rango superior del caudal de medida
Unidades técnicas	Unidades de ingeniería
Etiqueta breve	Abreviatura del nombre
Etiqueta extensa	Nombre completo
Const. Tiempo filt.	1 seg.
Nivel det. de fallos	10 %
Dir. Int. de sensor	Parte inf. de escala

Llegaríamos a la pestaña Totaliz.A, y configuraríamos este Totalizador para que recoja los datos cada 15 minutos, es decir, iría acumulando el total de caudal que pasa por un contador y actualizando dicho valor cada cuarto de hora:

Es aquí donde hay que extremar la precaución a la hora de cambiar el nombre, puesto que va ligado a la base de datos de MSQl:

El orden a seguir para rellenar este campo es:

- 1) Fluido.
- 2) Zona.
- 3) Situación de la máquina.

Por lo que un ejemplo de un nombre sería (AIRE L1 HF2), el cual correspondería al contador de aire del finalizador 2 de la línea 1.

En esta pestaña, aparte de cambiar el nombre, haremos los siguientes cambios:

Conteo	Conteo ascendente
Tiempo actualización	15 min
Velocidad de conteo	Fondo de escala* / 3600

Para el caso del Totaliz.B se usará como Totalizador por día:

Aparte de cambiar el nombre, haremos unos cambios similares:

Conteo	Conteo ascendente
Tiempo actualización	24 h
Velocidad de conteo	Fondo de escala* / 3600

*El fondo de escala es la resta entre el máximo técnico y el mínimo técnico puesto en la pestaña anterior.

Ej: Mínimo = 0 Máximo = 1.000 Fondo de escala = 1.000

Velocidad de conteo = $1.000/3600 = 0.2777$

Una vez configurado esto, daremos a Salir y guardaremos los cambios en la primera opción (guardar config. Actual) y posteriormente en la opción ALMACEN. EXTERNO.

8.4. Configuración del PC. Software de control de energía.

Con todo el sistema en funcionamiento, únicamente falta comenzar el tratamiento de los datos. Para ello, se ha programado una aplicación de Visual Basic desde la cual es posible visualizar el consumo energético de un determinado fluido, en una zona y maquina concreta y en un espacio de tiempo limitado.

Además contaremos con otras opciones muy útiles dentro de ésta, como son la representación gráfica de los datos seleccionados o la exportación a Excel de los

mismos, los cuales estarán almacenados en una base de datos la cual se actualizará de manera manual pulsando sobre el botón de actualizar base de datos. Será necesario elegir el fichero de Excel que obtendremos del registrador con los caudales acumulado en un periodo de tiempo de 15 minutos.

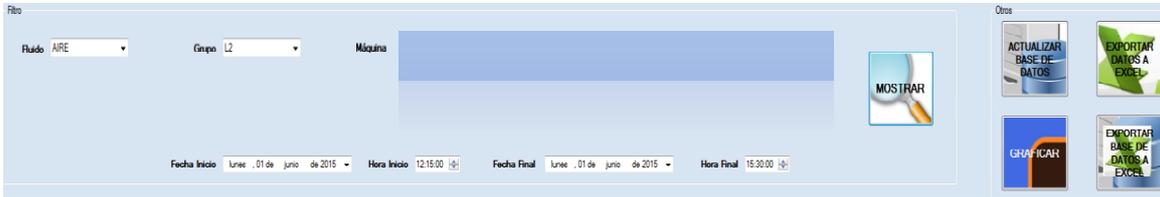


Figura 26: Pantalla del Software de Control y Seguimiento de energía

Dentro de las posibilidades que ofrece el sistema, se podrán visualizar los datos según el tipo de fluido (aire, agua o vapor), zona del taller y las máquinas que estén dentro de esa zona, así como la elección del día y la hora deseada, una vez elegido estos datos pulsaremos en el botón de mostrar y nos aparecerán los datos deseados.

Los datos pertenecientes a la elección del técnico aparecerán in situ reflejados en una tabla por pantalla una vez que haya pulsado el botón Mostrar. Éstos se encuentran actualizados como se ha indicado anteriormente cada 15 minutos, este tiempo se ha elegido así porque es un período del cual se pueden obtener datos representativos y también para que la base de datos no se vea sobresaturada de datos y se llene, entorpeciendo así el tránsito de información.

Se facilita así el poder ver de manera más exacta si ha ocurrido un problema en un momento determinado. También cuando pulse el botón Mostrar, verá en un recuadro el consumo total de ese período de tiempo. (Figura 27).

Fecha Inicio	Fecha Final	Fluido	Máquina	Consumo
01/06/2015 12:15:00	01/06/2015 12:30:00	AIRE	GENERAL	73,00
01/06/2015 12:30:00	01/06/2015 12:45:00	AIRE	GENERAL	73,00
01/06/2015 12:45:00	01/06/2015 13:00:00	AIRE	GENERAL	73,00
01/06/2015 13:00:00	01/06/2015 13:15:00	AIRE	GENERAL	74,00
01/06/2015 13:15:00	01/06/2015 13:30:00	AIRE	GENERAL	75,00
01/06/2015 13:30:00	01/06/2015 13:45:00	AIRE	GENERAL	73,00
01/06/2015 13:45:00	01/06/2015 14:00:00	AIRE	GENERAL	76,00
01/06/2015 14:00:00	01/06/2015 14:15:00	AIRE	GENERAL	75,00
01/06/2015 14:15:00	01/06/2015 14:30:00	AIRE	GENERAL	76,00
01/06/2015 14:30:00	01/06/2015 14:45:00	AIRE	GENERAL	76,00
01/06/2015 14:45:00	01/06/2015 15:00:00	AIRE	GENERAL	75,00
01/06/2015 15:00:00	01/06/2015 15:15:00	AIRE	GENERAL	78,00
01/06/2015 15:15:00	01/06/2015 15:30:00	AIRE	GENERAL	76,00

Figura 27: Resultados del Software de Control y Seguimiento de energía

Otra opción nos permite graficar los datos (Figura 28), los mismos que aparecen en la tabla. Esto no hace sino mejorar la detección de fugas, picos de consumo y posibles problemas de cualquier máquina controlada, ya que si una máquina consume un cierto valor energético al día y en la gráfica se ven valores superiores, lo que nos está indicando es que puede que haya un problema.

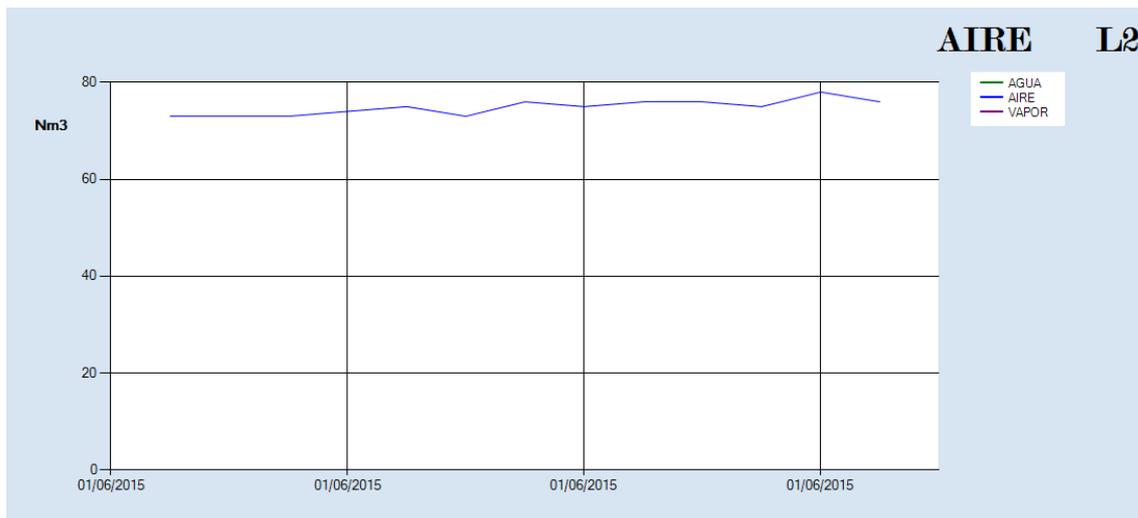


Figura 28: Gráficas del Software de Control y Seguimiento de energía

Por último, la opción que nos permite este software de control y seguimiento de la energía es el poder exportar la selección de los datos una vez filtrados o exportar de manera completa todos los datos almacenados en la base de datos, a una hoja de Excel, con el objetivo de tener un historial de fácil acceso y almacenamiento en cualquier otro ordenador para evitar el problema de depender de la aplicación de Visual Basic y MSQl.

9. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Este trabajo tiene como objetivo final el ahorro energético. Gracias a él también se han logrado mejoras tales como una exacta localización de cualquier tipo de fuga, también habrá una mejora considerable en el rendimiento y la vida útil de toda la maquinaria que ha sido controlada.

El proyecto anteriormente presentado está ya en funcionamiento y los datos que se extraen y son tratados son acordes a los estimados anteriormente. Están aprobados y contrastados por el grupo técnico responsable de la energía en la fábrica.

Como idea para continuar este trabajo, se puede intentar unir automáticamente en una misma tabla las mezclas que se están fabricando y los resultados energéticos obtenidos gracias a este proyecto, en la siguiente tabla se muestra un ejemplo de la posible tabla resultante. Esto sería un proceso muy elaborado, ya que hay que unir y complementar mediante autómatas programables dos líneas actualmente distintas de comunicación industrial.

INICIO	FIN	MEZCLA	M1	M2	M3	TOTAL
16:00	16:10	4414	65	55	43	163

Otra idea para el futuro es la extrapolación de este trabajo, la idea de este control y seguimiento de la energía tan exacto es exportable a otras actividades similares de la fábrica de Michelin S.A., por lo que en lo que a esto se refiere, el avance a nivel multinacional es bastante importante.



CÁLCULOS



1. CÁLCULOS MECÁNICOS.

1.1. Cálculos de contadores.

Para hacer una estimación y saber el diámetro más adecuado del contador a instalar hemos hecho uso de un software de la compañía ABB.

En él introducíamos los datos correspondientes al fluido (tipo, viscosidad, densidad, presión absoluta y temperatura), el tipo de contador que se quiere instalar (Vortex, Swirl Meter o Electromagnético) y el caudal máximo estimado que pasaría por éste.

Así nos calcula de forma automática el contador más adecuado para dicha situación. También nos proporciona su rango inferior y superior de medida y la pérdida de carga a la que nos enfrentamos con la implantación de ese medidor.

Con todos estos resultados y datos podemos entonces andar variándolos para que nuestro resultado final sea el más adecuado y no varía en demasía parámetros clave de la instalación como pérdidas de carga o caudales.

Los resultados obtenidos para cada contador propuesto son mostrados en su correspondiente informe generado con este programa.

Aire.

Una vista general de un cálculo realizado para el aire por el programa sería la siguiente:

The screenshot shows the ABB Vortex meter FV4000 software interface. The 'Air' fluid is selected with the following parameters:

- Dens*: 1.293 kg/m³
- Viscosity: .0181 cP
- Operating Conditions: Press(a): 8.3 bar, Temp: 25 Deg C, Dens: 9.705 kg/m³
- Flowrate: (Qv)n.max: 200 m³/h

The 'Flow' section shows a flow rate of 7.506 m³/h. The 'Selection' table below provides meter size recommendations:

Meter Size (DIN)	m ³ /h	m/s	mbar	Re/1000
DN 15 (1/2")	180.1	31.5	106	289
DN 25 (1")	47.6 - 1126	11.6	14.4	175
DN 40 (1 1/2")	2927	5.08	2.75	116
DN 50 (2")	3753	3.18	1.08	91.6
DN 80 (3")	9007	1.39	.205	60.5
DN 100 (4")	14260	.822	.0721	46.6

Flow velocity, Press.loss and Reyn.number are related to: (Qv)n.max: 200 m³/h

Las condiciones de operación del aire son:

Presión absoluta: **8,3 bar**
 Temperatura: **25 °C**
 Densidad: **9,721 kg/m³**

Viscosidad: **0,181 cP**
 Densidad: **1,293 kg/m³**

El dato del caudal se introducirá en las unidades Normal m³/h.

Con estos datos se procede a ver qué caudalímetro nos indicará el programa que es el más adecuado para cada situación:

Ejemplo de Homogeneizador

```

Metertype: Vortex meter FV4000
Fluid: Air
Dens 0°C: 1.293 kg/m3
Viscosity: 0.0181 cP
Press(a): 8.3 bar
Temp: 25 Deg C
Dens: 9.705 kg/m3
Normfactor: 7.506
(Qv)n.req: 150 m3/h
47.6 - 1126 m3/h
DN 25 (1") - 280°C - DIN
131000
8.09 mbar
  
```

Colector

```

Metertype: Vortex meter FV4000
Fluid: Air
Dens 0°C: 1.293 kg/m3
Viscosity: 0.0181 cP
Press(a): 8.3 bar
Temp: 25 Deg C
Dens: 9.705 kg/m3
Normfactor: 7.506
(Qv)n.req: 150 m3/h
47.6 - 1126 m3/h
DN 25 (1") - 280°C - DIN
131000
8.09 mbar
  
```

Sótano

```

Metertype: Vortex meter FV4000
Fluid: Air
Dens 0°C: 1.293 kg/m3
Viscosity: 0.0181 cP
Press(a): 8.3 bar
Temp: 25 Deg C
Dens: 9.705 kg/m3
Normfactor: 7.506
(Qv)n.req: 300 m3/h
Flowrate: 121 - 2927 m3/h
Metersize: DN 40 (1½") - 280°C - DIN
Reyn.No: 173000
Pr.Loss: 6.19 mbar
  
```

Ejemplo de Finalizador

Metertype: Swirl meter FS4000
 Fluid: Air
 Dens 0°C: 1.293 kg/m3
 Viscosity: 0.0181 cP
 Press(a): 8.3 bar
 Temp: 25 Deg C
 Dens: 9.705 kg/m3
 Normfactor: 7.506
(Qv)n.req: 150 m3/h
Flowrate: 20.2 - 375.3 m3/h
 Metersize: DN 25 (1")
 Reyn.No: 133000
 Pr.Loss: 29.1 mbar
 Flow.Vel: 8.96 m/s

Ejemplo de Mezclador

Metertype: Vortex meter FV4000
 Fluid: Air
 Dens 0°C: 1.293 kg/m3
 Viscosity: 0.0181 cP
 Press(a): 8.3 bar
 Temp: 25 Deg C
 Dens: 9.705 kg/m3
 Normfactor: 7.506
(Qv)n.req: 700 m3/h
127 - 3753 m3/h
 DN 50 (2") - 280°C - DIN
 320000
 13.2 mbar

Se actuará del mismo modo en las otras líneas, los resultados obtenidos se encuentran en el anexo Ubicación y tipo de cada contador.

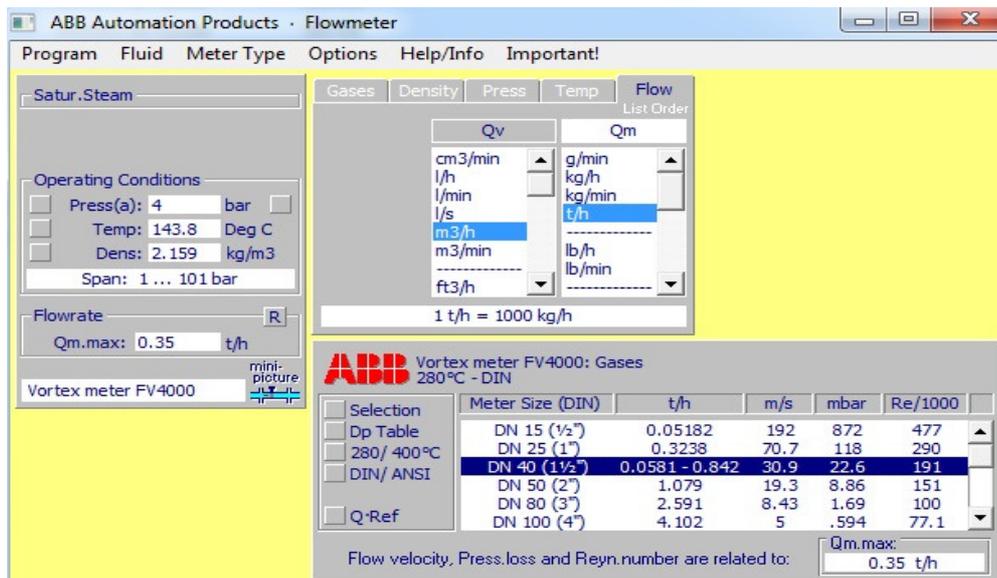
Vapor saturado.

En lo que a vapor saturado se refiere, las condiciones de temperatura vienen fijadas por su presión y viceversa, así, las condiciones de trabajo de los conductos que transportan vapor saturado son las siguientes:

Presión absoluta: 3,8 bar	Densidad: 2,057 kg/m³	Temperatura: 142 °C
----------------------------------	---	----------------------------

El caudal máximo de cada máquina viene dado en las unidades de T/h, si se quiere ser más preciso se puede calcular en kg/h, pero no poseemos una información tan precisa ya que nos basamos en estimaciones de los contadores ya implantados. Por lo que introduciremos en el programa los consumos en T/h.

Una vista general del programa con un cálculo de los caudalímetros en vapor:



Con estos datos vamos a presentar los resultados para cada ubicación, una vez visto, evaluaremos si es posible o no su implantación:

Ejemplo de Homogeneizador

Metertype: Vortex meter FV4000
 Fluid: Satur.Steam
 Press(a): 3.8 bar
 Temp: 141.9 Deg C
 Dens: 2.057 kg/m3
 Normfactor: 7.506

Qm.req: 0.2 t/h

Flowrate: 0.0756 - 1.028 t/h

Metersize: DN 50 (2") - 280°C - DIN

Reyn.No: 86500
 Pr.Loss: 3.04 mbar
 Flow.Vel: 11.6 m/s

Ejemplo de Finalizador

Metertype: Vortex meter FV4000
 Fluid: Satur.Steam
 Press(a): 3.8 bar
 Temp: 141.9 Deg C
 Dens: 2.057 kg/m3
 Normfactor: 7.506

Qm.req: 0.2 t/h

Flowrate: 0.0756 - 1.028 t/h

Metersize: DN 50 (2") - 280°C - DIN

Reyn.No: 86500
 Pr.Loss: 3.04 mbar
 Flow.Vel: 11.6 m/s

Ejemplo de Perfiladora

Metertype: Vortex meter FV4000
 Fluid: Satur.Steam
 Press(a): 3.8 bar
 Temp: 141.9 Deg C
 Dens: 2.057 kg/m3
 Normfactor: 7.506

Qm.req: 0.2 t/h

Flowrate: 0.0567 - 0.8022 t/h

Metersize: DN 40 (1½") - 280°C - DIN

Reyn.No: 109000
 Pr.Loss: 7.76 mbar
 Flow.Vel: 18.5 m/s

Ejemplo de Mezclador

Metertype: Vortex meter FV4000
 Fluid: Satur.Steam
 Press(a): 3.8 bar
 Temp: 141.9 Deg C
 Dens: 2.057 kg/m3
 Normfactor: 7.506

Qm.req: 0.2 t/h

Flowrate: 0.0567 - 0.8022 t/h

Metersize: DN 40 (1½") - 280°C - DIN

Reyn.No: 109000
 Pr.Loss: 7.76 mbar
 Flow.Vel: 18.5 m/s

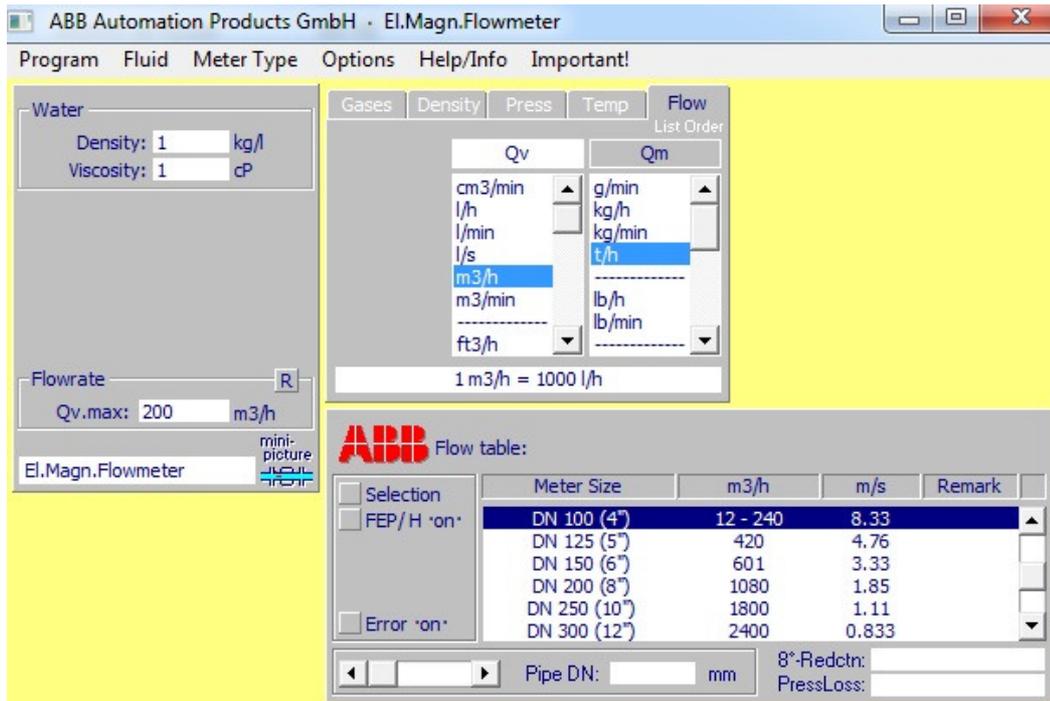
De forma similar para el resto de líneas, los datos se encuentran en tablas en el anexo Ubicación y tipo de cada contador

Agua helada.

En este caso el contador único que se contempla a colocar debido al buen funcionamiento del ya instalado es el de tipo electromagnético, el programa también nos permite calcular el diámetro del contador adecuado para el caudal máximo aproximado.

El agua tiene las características del convencional, **1 kg/l de densidad** y **1 cP de viscosidad**, ya que lo único diferente de esta agua que hace encarecer su coste es su enfriamiento de la temperatura.

Una vista general del programa a la hora de estimar el caudalímetro.



Vamos a ver los resultados obtenidos operando de la misma forma que hemos procedido con el aire y el vapor saturado.

Ejemplo de Mezclador

Metertype: El.Magn.Flowmeter
 Fluid: Water
 Density: 1 kg/l
 Viscosity: 1 cP
 Qv.req: 70 m3/h
 Flowrate: 12 - 240 m3/h
 Metersize: DN 100 (4")
 Flow.Vel: 2.92 m/s

Ejemplo de Homogeneizador

Metertype: El.Magn.Flowmeter
 Fluid: Water
 Density: 1 kg/l
 Viscosity: 1 cP
 Qv.req: 20 m3/h
 Flowrate: 9.01 - 180 m3/h
 Metersize: DN 80 (3")
 Flow.Vel: 1.11 m/s

Ejemplo de Perfiladora

Metertype: El.Magn.Flowmeter
 Fluid: Water
 Density: 1 kg/l
 Viscosity: 1 cP
 Qv.req: 30 m3/h
 Flowrate: 6 - 120 m3/h
 Metersize: DN 65 (2½")
 Flow.Vel: 2.5 m/s

Sótano

Metertype: El.Magn.Flowmeter
 Fluid: Water
 Density: 1 kg/l
 Viscosity: 1 cP
 Qv.req: 150 m3/h
 Flowrate: 54 - 1080 m3/h
 Metersize: DN 200 (8")
 Flow.Vel: 1.39 m/s

En el caso de los caudalímetros de agua helada, el rango inferior de medida puede ser 0 siempre que se desee, ya que por mucho que el simulador nos indique otro distinto, en el caudalímetro ya instalado se puede lograr configurarlo.

En base a todo lo calculado por el programa y nuestras estimaciones y parámetros a tener en cuenta tales como el límite inferior y superior del caudalímetro, el tramo de tubería recto a la entrada y salida del contador y la pérdida de carga; nos disponemos a tomar las decisiones pertinentes en cuanto a la elección del diámetro y tipo del contador se refiere.

2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

2.1. Sección de los cables de los contadores.

A partir de cada cuadro eléctrico de cada línea, tendremos el cable de 24 V que hemos comentado para alimentar los caudalímetros con unos cables de sección de 2,5 mm² y que irán por las canaletas más cercanas desde los subcuadros y hasta los contadores a instalar, estos cables tendrán una longitud de 100 metros como máximo dependiendo de donde estén instalados los contadores, la caída de tensión sería de 1,07 V, la cual es inferior a la admitida por el reglamento de baja tensión.

Vamos a realizar los cálculos correspondientes a la sección del conductor.

- Línea del subcuadro:

Aplicamos la fórmula: $s = \frac{2lP}{\gamma eU}$

$$s = \frac{2 * 100 * (0,9 * 20)}{56 * 1,2 * 24} = 2,23 \text{ mm}^2$$

S = sección de los cables (mm²).
L = longitud del cable.
P = potencia.
γ = resistividad del cobre (m/Ωmm²).
e = caída de tensión.
U = tensión de línea.

S = 2,23 mm²

$l = 100 \text{ m}$ (caso más desfavorable de distancia de un contador al subcuadro)

$$\gamma_{\text{Cobre a } 50^{\circ}\text{C}} = 56 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$$

$$e = 5\% \text{ de } 24 \text{ V}_{\text{CC}} = 1,2 \text{ V}_{\text{CC}}$$

$$U = 24 \text{ V}_{\text{CC}}$$

$$P_{\text{CONTADORES}} = 20_{\text{CONTADORES}} * P_{\text{CONTADORES}} = 20 * 0,9 = 18 \text{ W}$$

Teniendo en cuenta la intensidad en el ITC-BT-19:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{18}{24} = 0,75 \text{ A}$$

Tenemos que coger una sección de **2,5 mm²**.

Caída de tensión en el cuadro para 2,5 mm²:

$$e = \frac{2 l P}{\gamma S U} = \frac{2 * 100 * (0.9 * 20)}{56 * 2,5 * 24} = 1,07 V$$

$$e = 1,07 V$$

Como podemos, la caída de tensión es inferior a la admisible en el reglamento electrotécnico de baja tensión: 5% de 24 V=1,2 V.

Por lo que los conductores desde los subcuadros hasta cada uno de los caudalímetros serán de 2,5 mm² de sección.

$$S = 2,5 \text{ mm}^2$$

2.2. Cálculo de interruptores magnetotérmicos del subcuadro nuevo.

A continuación se exponen las distintas comprobaciones para saber por qué se han seleccionado estos interruptores magnetotérmicos para proteger el armario en el que se encuentra el registrador:

Interruptor general del subcuadro.

- 1) Primeramente vamos a calcular la **potencia de las cargas** del subcuadro para calcular el que se encuentra en la cabecera del armario.

Potencia registrador: 35 W Toma de corriente: 3000 W

Potencia autómatas: 100 W Ventilador de armario: 17 W

Potencia total: 3152 W

- 2) La intensidad máxima admisible de un cable unipolar separado de sección 2,5 mm² es de 29 A. (Según tabla 1 ITC BT 19), ver en **Anexo VI**:
Ha de cumplirse que:

I calculada < I magneto < I admisible

Por una parte, la I calculada será:

$$I_c = \frac{P}{V} = \frac{3152 W}{230 V} = 13,70 A$$

Por lo que 13,70 A < I magneto < 29 A

En principio nuestro interruptor magnetotérmico elegido será de **16 A**.

3) Comprobación **frente a sobrecargas:** (según la norma UNE 20.460)

If es la intensidad que produce el disparo seguro del magnetotérmico a tiempo con una sobrecarga de tiempo convencional (1 hora en uso industrial, norma IEC947-2)

Al ser la I magneto menor que In = 63 A, el valor de Cdt (Coeficiente de disparo térmico) es 1,30:

Ha de cumplirse que:

$$I_f = C_{dt} \times I_{\text{magneto}} < 1,45 \times I_{\text{admisible}}$$

$$I_f = 1,30 \times 16 < 1,45 \times 29 \text{ se cumple: } I_f = 20,8 < 42,05$$

4) Comprobaremos el **poder de corte:**

El poder de corte del magnetotérmico ha de ser mayor que la máxima corriente de cortocircuito que pueda pasar por él:

$$I_{\text{magneto}} > \frac{0,8 \times V}{Z} = \frac{0,8 \times 230}{\frac{230^2}{3152}} = 10,96 \text{ A}$$

5) Condición de **protección frente a cortocircuitos:**

Con esta condición aseguramos que una corriente pequeña de cortocircuito, no sea confundida por el magnetotérmico como una sobrecarga. Si el magnetotérmico la ve mayor que la Imagneto, entonces abrirá entre 0,05 y 0,1 segundos.

$$I_{pcc} = \frac{0,8 \times U_f}{2 \times Zt} = \frac{0,8 \times 230}{2 \times \frac{230^2}{3152}} = 5,48 \text{ A}$$

El tiempo que aguante el interruptor ha de ser mayor que el del disparo del relé:

El parámetro Cc va en función del asilamiento del conductor y del tipo del cual está hecho, en nuestro caso es cobre aislado con PVC.

$$t_{\text{máx}} > t_d \quad t_{\text{máx}} = \frac{C_c \times S_c}{I_{pcc}^2} = \frac{13,225 \times 2,5}{5,48^2} = 1,11 \text{ s}$$

Como el td es de 0,1 s, la protección es correcta.

Por lo que, comprobando que cumple los requisitos:

Interruptor general: 16 A

Se ha procedido a hacer el mismo cálculo para los otros tres interruptores magnetotérmicos del rack del registrador y del autómata, los resultados se muestran en la tabla a continuación:

Nombre del interruptor	Intensidad máxima admisible
General	16 A
Registrador y Cartas analógicas	4 A
Toma de corriente	4 A
Ventilador	1 A

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



1. OBJETO DE ESTUDIO.

Este Estudio de Seguridad y Salud que se establecerá durante la instalación de los caudalímetros en la actividad MAT/SF/Z de Michelin España Portugal S.A. de Valladolid, llevará a cabo las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como los servicios sanitarios comunes a los trabajadores.

Los objetivos principales serán:

Conocer las labores de servicio y, definir la tecnología más adecuada para realización de los trabajos, con el fin de conocer los posibles riesgos que de ellos se desprenden.

Analizar las unidades de ejecución en función de sus factores formales de ubicación en coherencia con la tecnología y método a desarrollar.

Definir todos los riesgos detectables que pueden aparecer a lo largo de la realización de los trabajos.

Diseñar las líneas preventivas en función de una determinada metodología a seguir e implantar durante la ejecución de las labores del servicio.

Divulgar la prevención entre todos los intervinientes en todos los procesos, interesando en su práctica con el fin de lograr su mejor y más razonable colaboración.

Crear un marco de salud laboral, en el que la prevención de las enfermedades profesionales sea eficaz.

Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase nuestra intención técnica y se produzca el accidente, de tal forma que la asistencia al accidentado sea la adecuada y aplicada con la máxima celebridad y atención posibles.

Servirá para dar unas directrices básicas a la/s empresa/s contratista/s para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el Real Decreto 1627 de 24 de Octubre de 1997 que establece las Disposiciones mínimas en materia de seguridad y Salud.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS A REALIZAR.

Instalación de contadores en las diferentes tuberías de los distintos fluidos que vamos a estudiar, será necesario la utilización de una plataforma elevadora debido a que estas tuberías se encuentran situadas en la parte superior del taller.

Otra tarea a realizar será el conexionamiento de los contadores y de los distintos elementos que compondrán uno de los subcuadros diseñados, como los elementos de protección, las entradas y salidas analógicas del autómatas y el registrador encargado de almacenar los datos provenientes de los contadores.

3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE TIPO GENERAL

La prevención de riesgos laborales, requiere, para su correcta implantación, de una labor tanto humana como material y tiene por objeto, eliminar o reducir los riesgos derivados de las condiciones de trabajo o sus consecuencias.

El profesional en el trabajo se ve expuesto a una serie de factores de naturaleza, mecánica, física, química, biológica, psicológica... etc, que en ocasiones pueden influir sobre su seguridad y salud en forma de accidente de trabajo o enfermedad producida por el trabajo.

Los riesgos más destacables de forma genérica son:

- Los propios del trabajo realizados por uno o varios trabajadores.
- Los derivados de los factores formales y de ubicación del lugar de trabajo.
- Las condiciones ambientales a las que está expuesto el trabajador.
- Los que tienen su origen en los medios materiales empleados para ejecutar las diferentes unidades de obra.

Se opta por la metodología de identificar en cada fase del proceso de producción, los riesgos específicos, las medidas de prevención y protección a tomar, así como las conductas que deberán observarse en esa fase de obra.

Esto se debe a que esta información deberá llegar a los trabajadores de forma fraccionada y por especialidades para su información y formación, acusando recibo del documento que se les entrega.

Vamos a realizar un Plan de Seguridad y Salud Laboral en el trabajo, centrándonos en la instalación eléctrica y en la instalación de los caudalímetros. Este Plan de Seguridad y Salud Laboral se realizara para un proyecto de "Control y Seguimiento de la energía en la actividad MAT/SF/Z" para la empresa Michelin España Portugal S.A.

Las protecciones colectivas y personales que se definen así como las conductas que se señalan tienen caracteres obligatorios.

4. NIVELES DE LOS RIESGOS LABORALES Y POSIBLES LESIONES

Se clasificarán los factores de riesgo, tanto de accidentes de trabajo como de enfermedades profesionales, para posteriormente su evaluación.

La valoración de los riesgos se utiliza el concepto "Nivel de Riesgo" obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de las consecuencias del mismo.

La probabilidad se obtiene teniendo en cuenta las medidas de prevención existente y su adecuación a los requisitos legales, a las normas técnicas y a los objetos sobre prácticas correctas. La severidad se valora en base a las más probables consecuencias de accidente o enfermedad profesional:

- Elevada: La frecuencia estimada del desperfecto alta.
- Media: La frecuencia estimada del desperfecto es ocasional.
- Baja: La frecuencia estimada del desperfecto es prácticamente nula.
- N/P: No Procede.

Los niveles altos, medio y bajo de severidad pueden asemejarse a la clasificación A, B y C de los peligros:

- (Elevado) Peligro Clase A: condición o práctica capaz de causar incapacidad permanente, pérdida de la vida y/o una pérdida material muy grave.

- (Medio) Peligro Clase B: condición o práctica capaz de causar incapacidades transitorias y/o pérdida material grave.

- (Bajo) Peligro Clase C: condición o práctica capaz de causar lesiones leves, y/o una pérdida material leve.

4.1. Tipos de riesgos.

4.1.1. Riesgos generales de seguridad.

El principio de prevención señala que todos los accidentes tienen causas que los originan y que estos se pueden evitar identificando y controlando aquellas que los producen.

Los accidentes de trabajo se producen bien porque las personas cometemos actos incorrectos o bien porque los equipos, herramientas, maquinarias o lugares de trabajo no se encuentran en condiciones adecuadas. En algunas ocasiones pueden originarse porque concurren ambas situaciones a la vez.

Las causas humanas se relacionan directamente con el comportamiento del trabajador y se traducen en conductas imprudentes o falta de respeto a las normas y/o a los procedimientos de trabajo.

Estas causas son las de más difícil corrección ya que dependen de la formación y la motivación de las personas. Algunos ejemplos de estas conductas son: distracciones, exceso de confianza, falta de conocimiento de las actividades u operaciones a realizar, no usar los equipos de protección individual y adoptar posiciones inseguras o inadecuados procedimientos de trabajo.

Las causas técnicas hacen referencia a condiciones peligrosas o inseguras del entorno de trabajo. Estas causas son las de más fácil solución, solo hay que descubrir dónde se origina el riesgo y adoptar las medidas técnicas necesarias para evitarlo. Algunos ejemplos son, falta de mantenimiento preventivo de los equipos y maquinaria, déficit de equipos de protección individual, carencia de dispositivos de seguridad en los equipos de trabajo, inadecuadas condiciones de los lugares de trabajo, deficiente señalización, escasa comunicación entre la empresa y los trabajadores, falta de orden y limpieza e instalaciones eléctricas inadecuadas.

En concreto, los principales riesgos de seguridad a los que estás expuesto mientras realizas trabajos de instalación y conexionado de medidores de caudales de fluidos son los siguientes:

Riesgos de seguridad.

- ❖ Caída de personal al mismo nivel.
- ❖ Caída de personas a distinto nivel.
- ❖ Caída de objetos en manipulación.
- ❖ Choque contra objetos.
- ❖ Golpe/cortes por objetos o herramientas.
- ❖ Atrapamiento entre piezas.
- ❖ Proyección de fragmentos o partículas.
- ❖ Contactos térmicos.
- ❖ Contactos eléctricos.
- ❖ Explosiones e incendios.

En cada uno de los riesgos te exponemos las principales causas que lo provocan, los daños que puede generar y te proponemos las medidas preventivas que puedes aplicar en tu trabajo diario, para evitar o disminuir la probabilidad de que ocurra.

Caída de personal al mismo nivel.

Causas.

- Operaciones realizadas en altura desde escaleras manuales, plataformas o andamios durante el soldeo de estructuras metálicas o reparaciones.
- Ausencia de señalización y medidas de protección insuficientes en huecos o aberturas en el piso (rampas, fosos).
- Iluminación insuficiente en zonas de desnivel.

Daños.

- Heridas superficiales.
- Fracturas de hueso.
- Inflamaciones musculares.
- Esguinces.
- Desgarros musculares.
- Fuertes hematomas.
- Muerte.

Medidas preventivas.

- Mantén limpio, ordenado y libre de obstáculos tanto las zonas de trabajo como las de paso.
- Exige que las zonas de trabajo estén bien iluminadas.
- Usa calzado de seguridad antideslizante.
- Elimina con rapidez manchas, desperdicios o residuos del suelo.
- Sigue el sistema previsto de orden y almacenamiento de materiales, de modo que no haya elementos fuera de lugar.
- Elimina con rapidez manchas, desperdicios o residuos del suelo.
-

Caída de personal a distinto nivel.

Causas.

- Operaciones realizadas en altura desde escaleras manuales, plataformas o andamios durante el soldeo de estructuras metálicas o reparaciones.
- Ausencia de señalización y medidas de protección insuficientes en huecos o aberturas en el piso (rampas, fosos).
- Iluminación insuficiente en zonas de desnivel.

Daños.

- Heridas superficiales.
- Fracturas de hueso.

- Inflamaciones musculares.
- Esguinces.
- Desgarros musculares.
- Fuertes hematomas.
- Muerte.

Medidas preventivas.

- Utiliza equipos de trabajo adecuados (andamios, borriquetas).
- Emplea medidas de protección colectivas (barandillas, redes).
- Usa equipos de protección individual que impidan o limiten las caídas (arnés, cinturón) cuando realices trabajos de soldadura en una altura mayor de 3,5 metros, desde el punto de operación al suelo.
- Respeta y presta atención a las señales en zonas delimitadas como fosos, sótanos o trampillas.

Caída de objetos en manipulación.

Causas.

- Caída de botellas de gas, caudalímetros o cualquier otra herramienta o equipo durante su utilización o transporte.
- Uso de elementos de amarre o herramientas, manuales o eléctricas, en mal estado de conservación o defectuosas.
- Inadecuación de la herramienta al trabajo realizado.

Daños.

- Heridas superficiales.
- Fracturas de hueso.
- Inflamaciones musculares.
- Esguinces.
- Desgarros musculares.
- Fuertes hematomas.
- Muerte.

Medidas preventivas.

- Utiliza bases de soldar sólidas y apoyadas sobre objetos estables.
- Fija adecuadamente las piezas con las que estés trabajando.

- Mantén las botellas de gas en posición vertical y sujeta por medio de cadenas, abrazaderas o algún elemento similar para evitar su caída.
- Elige las herramientas más adecuadas a las tareas que vayas a realizar.

Choque contra objetos.

Causas.

- Escasa iluminación.
- Mala disposición del material almacenado (barras, perfiles).
- Transporte de materiales de grandes dimensiones.
- Trabajo en espacios reducidos (fosos).

Daños.

- Magulladuras.
- Heridas superficiales o profundas.
- Rozaduras.
- Contusiones.
- Hematomas.
- Fisuras.
- Rotura de miembros.

Medidas preventivas.

- Procura que exista un adecuado almacenamiento de los materiales, así como protección y señalización de los extremos de barras, perfiles, etc.
- Asegúrate de tener el paso libre si vas a transportar cargas.
- Comunica a tus compañeros el transporte de elementos de grandes dimensiones.
- Exige que tu zona de trabajo esté bien iluminada y tenga las dimensiones mínimas para que realices tus tareas de forma cómoda y segura.

Golpes/corte contra objetos o herramientas.

Causas.

- Accidentes con elementos cortantes de máquinas o herramientas (cuchillas, brocas) o materiales con bordes cortantes o partes punzantes (perfiles, chapas).
- Manipulación de herramientas o equipos en mal estado.

- Contacto con superficies peligrosas: bordes metálicos, superficies ásperas o puntas.

Daños.

- Heridas superficiales.
- Rozaduras.
- Contusiones.
- Cortes.
- Fractura de huesos y luxaciones.
- Hematomas.

Medidas preventivas.

- Utiliza equipos con marcado CE.
- Respeta las instrucciones del fabricante de las herramientas o equipos.
- Utiliza útiles (discos, brocas) adecuados a la tarea a realizar.
- Sustituye las herramientas en mal estado por otras que estén en perfectas condiciones comunicando a tu superior las anomalías detectadas.
- Realiza las operaciones de mantenimiento y reglaje de las máquinas, asegurándote de que estén paradas y retira las piezas que estén deterioradas.

Atrapamiento entre piezas.

Causas.

- Uso de ropa holgada, cadenas, pulseras, anillos o pelo suelto durante la manipulación de máquinas y herramientas portátiles con órganos móviles desprotegidos.
- Atrapamiento por elementos móviles con huecos por los que se puede introducir alguna parte del cuerpo.
- Inadecuada posición del trabajador en la realización de la tarea.

Daños.

- Hematomas.
- Magulladuras.
- Heridas superficiales o profundas.
- Fisuras o rotura de miembros.

Medidas preventivas.

- Usa ropa ajustada en puños y tobillos y lleva abrochados todos los botones o subidas las cremalleras hasta arriba.
- Mantén la distancia adecuada entre tu cuerpo y el órgano móvil de la maquinaria o equipo de trabajo.

Proyección de fragmentos o partículas.

Causas.

- Contacto con las chispas y partículas de metal fundido derivadas del propio arco eléctrico y las piezas que se están soldando.
- Ausencia de elementos de seguridad en las máquinas contra la proyección de partículas.
- Limpieza con aire comprimido.

Daños.

- Heridas.
- Cortes.
- Quemaduras.
- Irritación de la mucosa buco nasal.
- Incrustación de partículas en diferentes partes del cuerpo.

- Pérdida parcial o total de visión.

Medidas preventivas.

- Utiliza equipos con marcado CE.
- Respeta las instrucciones del fabricante de las herramientas o equipos.
- No mires directamente al arco voltaico si realizas trabajos de soldadura eléctrica.
- Utiliza el yelmo de soldar o la pantalla de mano durante los trabajos de soldadura eléctrica. El filtro de cristal inactínico debe ser protegido mediante la colocación en su parte anterior de un cristal blanco.
- Sustituye las herramientas en mal estado por otras que estén en perfectas condiciones e instala pantallas antiproyecciones siempre que sea necesario.
- Emplea mamparas metálicas de separación entre los puestos de trabajo para que las proyecciones no afecten a otros compañeros y evita que el personal sin autorización acceda a la zona de trabajo.
- Antes de comenzar a soldar, comprueba que no transitan personas en el entorno de la vertical de tu puesto de trabajo.
- No utilices aire comprimido para desempolvar o limpiar ropa u otros objetos.

Contactos térmicos.

Causas.

- Contacto con cuerpos, productos, piezas, desechos sólidos o líquidos, cuya temperatura alcanza o supera los 65°C (metales en fusión, tuberías, sopletes, etc.).
- Contacto con electrodos al reemplazarlos o con piezas recién cortadas.
- Manejo de lámparas de soldar portátiles.
- Uso de ropa de materiales sintéticos, bolsillos sin tapetas, etc.
- Manipulación de ácidos durante limpiezas preparatorias.

Daños.

- Inflamación.
- Infección.
- Destrucción celular.
- Quemaduras.

Medidas preventivas.

- Utilizar pantallas o cortinas de soldadura para evitar la proyección de partículas incandescentes.
- No tocar las piezas recientemente soldadas.
- Cubrir todas las partes de tu cuerpo, incluidos cara, cuello y orejas antes de iniciar los trabajos de soldadura.
- Utilizar un equipo de protección individual adecuado.

Contactos eléctricos.

Causas.

- Contacto eléctrico, directo o indirecto a la hora del conexionado eléctrico de los medidores de caudal.
 - Contacto eléctrico directo: es el contacto de alguna parte del cuerpo con alguna parte activa de un circuito, dando lugar a una derivación. Puede producirse en el circuito de alimentación, por deficiencias de aislamiento en los cables flexibles, en las conexiones a la red o a la máquina y en el circuito de soldadura cuando está en vacío (tensión superior a 50 V).
 - Contacto eléctrico indirecto: es el contacto del cuerpo con alguna parte de una máquina (por ejemplo, con la carcasa), herramienta o instalación, puesta accidentalmente en tensión.

Daños.

- Fracturas y luxaciones.
- Traumatismos superficiales.
- Contracciones musculares y agarrotamientos.
- Quemaduras.
- Asfixia.
- Parada respiratoria.
- Parada cardíaca.
- Inconsciencia.

Medidas preventivas.

- Utiliza equipos y herramientas con marcado CE y dotados de aislamiento adecuado al trabajo a realizar.
- Respeta las instrucciones de los fabricantes de las herramientas o equipos.
- Comprueba sus conexiones eléctricas periódicamente y hazlas sustituir por personal especializado si presentan desperfectos.

- No utilices aparatos eléctricos con las manos o guantes húmedos o mojados.
- No utilices aparatos eléctricos en mal estado hasta su reparación.
- Escoge el electrodo adecuado para el cordón a soldar en las operaciones de soldadura eléctrica.
- No utilices el grupo sin que lleve instalado el protector de clemas.
- Comprueba que el grupo está totalmente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura eléctrica y desconéctalo totalmente cada vez que hagas una pausa.
- En el circuito de acometida, los cables de alimentación deben tener la sección adecuada para no dar lugar a sobrecalentamientos.
- Su aislamiento será suficiente para una tensión nominal > 1000 V.
- Asegúrate de que los bornes de conexión de la máquina y la clavija de enchufe estén aislados.
- En el circuito de soldadura, protege los cables contra proyecciones incandescentes, grasas, aceites, etc., para evitar arcos o circuitos irregulares.
- Evita las conexiones directas protegidas a base de cinta aislante.
- Controla periódicamente el funcionamiento de los interruptores diferenciales y el valor de la resistencia a tierra.

A continuación se presentan la definición de cada uno de los riesgos, sus causas y las medidas preventivas necesarias para evitar o disminuir el daño que producen:

4.1.2. Riesgos higiénicos.

Entre las condiciones ambientales y las personas se establece una relación causa-efecto. Cuando el efecto producido es perjudicial y no deseado, a la condición ambiental que lo genera la llamamos contaminante.

Los trabajos de soldadura de los caudalímetros a la tubería y su posterior conexión eléctrica implican la exposición, principalmente, a los agentes contaminantes químicos y físicos, que son los que vamos a analizar a continuación:

Inhalación de humos o gases tóxicos.

La eliminación de los riesgos producidos por la exposición a dichos contaminantes exige que los humos y gases no alcancen la zona respiratoria, o, si lo hacen, hayan sido previamente diluidos mediante sistemas de extracción localizada o ventilación general.

Causas

- Generación de humos metálicos (cadmio, cromo, manganeso, zinc, mercurio, níquel, titanio, vanadio, plomo, molibdeno, aluminio, hierro, estaño, asbestos,

sílice, cobre, berilio) procedentes de la soldadura de piezas y sus recubrimientos y de los electrodos.

- Generación de gases (ozono, fosgeno, óxidos de carbono, óxido nitroso, etc.), algunos muy peligrosos. La intoxicación por fosgeno se produce cuando se efectúan trabajos de soldadura en las proximidades de cubas de desengrase con productos clorados o sobre piezas húmedas con dichos productos.
- Generación de polvo, principalmente durante el afilado de los electrodos.
- Uso de electrodos de tungsteno toriado.
- Falta o ineficiencia de los sistemas de extracción localizada durante las operaciones de soldadura oxiacetilénica y oxicorte.
- Utilización de productos químicos, principalmente para la preparación de las superficies a soldar.

Medidas preventivas

- Si realizas operaciones de soldadura por arco eléctrico, utiliza aparatos de extracción localizada por aspiración que captan los vapores y gases en su origen, para ello debes tener en cuenta dos precauciones: en primer lugar, que las aberturas de extracción estén instaladas lo más cerca posible del lugar de soldadura y, en segundo lugar, que el aire contaminado se evacue hacia zonas donde no pueda contaminar el aire limpio que entra en la zona de operación.
- Utiliza el equipo de protección individual respiratoria, al menos mascarillas autofiltrantes de categoría FFP2.
- Con el fin de evitar la intoxicación por fosgeno, no debes realizar operaciones de soldadura en las proximidades de cubas de desengrase con productos clorados o sobre piezas húmedas.
- Sigue las instrucciones del etiquetado y de la ficha de seguridad de los productos químicos que vayas a utilizar y respeta sus indicaciones, en especial las relativas a Equipos de Protección Individual (guantes, gafas de seguridad y protección respiratoria).
- Cuando realices trabajos de soldadura en recintos cerrados de pequeñas dimensiones y sin ventilación debes seguir los procedimientos establecidos y estar equipado con un equipo autónomo o con suministro de aire desde el exterior, que además cumplirá con la protección contra las radiaciones.
- No utilices una máquina de soldadura impulsada por un motor de combustión interna en un lugar cerrado, salvo que se puedan expulsar los gases de escape fuera de ese lugar.

4.1.3. Exposición a ruido.

Los efectos nocivos del ruido se definen como aquellos cambios morfológicos o fisiológicos del organismo, que originan un deterioro de la capacidad funcional y un

aumento de la irritabilidad. Esta definición incluye una disminución, temporal o a largo plazo, del funcionamiento físico, psicológico o social de las personas o de alguno de sus órganos.

Cuando el nivel de ruido en un puesto de trabajo sobrepasa los 80 dB es obligatorio el uso de elementos de protección, algo que es muy común en los talleres de soldadura, donde el nivel de ruido sobrepasa casi siempre los 85 dB. Este nivel de ruido puede llegar a ser de 110 dB a 3 metros de distancia en trabajos de soldadura eléctrica; en el caso del corte de plasma, el nivel medio de ruido es de 110 dB.

Causas

- Elevado nivel de ruido por los propios trabajos de soldadura.
- Ruido generado en el taller MAT/SF/Z de Michelin Valladolid.

Medidas preventivas

- Los trabajos que generan ruido como el afilado, deben realizarse siempre que sea posible en un espacio especial aislado.
- Minimiza la emisión de ruido a través del encerramiento, alejamiento (coloca fuera de los lugares de trabajo equipos como compresores) o transmisión de la fuente (coloca absorbentes, realiza un mantenimiento periódico de los equipos, etc.).
- Reduce el tiempo de exposición.
- Utiliza los equipos de protección individual auditivos: orejeras, cascos, etc.

4.1.4. Exposición a temperaturas ambientales extremas

La respuesta del hombre a la temperatura ambiental, depende de un equilibrio entre su nivel de producción de calor y su nivel de pérdida de calor, de manera que en condiciones normales de descanso la temperatura del cuerpo se mantiene entre 36,1 y 37,2°C. Así, un exceso de calor puede provocar:

- Estrés por calor o golpe de calor: se produce cuando la temperatura corporal sobrepasa los 42°C, independientemente del grado de temperatura ambiental.
- Convulsiones con sudoración profusa: pueden ser provocadas por una exposición a temperaturas altas durante un periodo relativamente prolongado, particularmente si está acompañado de ejercicio físico pesado con pérdida excesiva de sal y agua.
- Agotamiento por calor: es el resultado de realizar trabajo físico en un ambiente caluroso. Sus signos son: temperatura elevada, palidez, aumento de pulso, mareos, sudoración profusa y piel fría y húmeda.

Causas

- Trabajos realizados con sopletes u otras herramientas que pueden elevar la temperatura del lugar de trabajo.
- Trabajos realizados en un taller con la temperatura ambiental elevada.

Medidas preventivas

- Disminuye la intensidad del trabajo, sobre todo al mediodía y realiza descansos periódicos en lugares frescos y en la sombra.
- Lleva ropa adecuada y transpirable.
- Bebe agua fresca de forma frecuente, en pequeñas cantidades y refréscate.
- Evita la ingesta de comidas copiosas antes de la actividad laboral.
- Procura evitar la cafeína, el alcohol y grandes cantidades de azúcar.
- Consulta con el médico o con el farmacéutico en caso de que tomes medicamentos incompatibles con el calor.
- Sé consciente de que la ropa de trabajo puede aumentar el estrés térmico.
- Si estás realizando trabajos de soldadura o soplete, asegúrate de que el lugar en el que te encuentras esté bien ventilado.

El esfuerzo físico es parte esencial de toda actividad laboral; sin embargo, es necesario tener en cuenta que realizar algunas acciones durante ocho horas puede ser causa de lesiones laborales que pueden llegar a generar alteraciones por sobrecarga en las distintas estructuras del sistema osteomuscular a nivel de los hombros, la nuca o los miembros superiores. Por este motivo, es necesario conocerlas y tomar medidas preventivas para evitarlas.

A continuación, pasamos a analizar los principales riesgos relacionados con la organización y el ambiente de trabajo presentes en los trabajos de soldadura:

4.1.5. Posturas forzadas.

Causas

- Operaciones de soldadura con los brazos elevados por encima de los hombros.
- Posturas estáticas e incorrectas, mantenidas mucho tiempo, durante la jornada de trabajo (de rodillas, agachado).
- Posición inadecuada de la plataforma para el trabajo que se está realizando.
- Espacio de trabajo reducido que dificulte la movilidad.

Medidas preventivas

- Cambia con frecuencia de postura, cuando el método de trabajo te exija esfuerzos musculares y/o posturas con los brazos por encima de los hombros, espalda inclinada y girada o con las piernas flexionadas.
- Alterna actividades en aquellos procesos en los que realices esfuerzos prolongados o repetitivos.
- Procura que la plataforma tenga una posición adecuada a la operación realizar, para que puedas mantener posturas cómodas mientras trabajas.
- Coloca los elementos necesarios del puesto en lugares accesibles para que puedas realizar la tarea de la forma más cómoda posible (coloca apoyos cuando estés trabajando con los brazos por encima de los hombros).

4.1.6. Movimientos repetitivos.

Causas

- Operaciones de precisión con herramientas manuales (soplete, electroesmeriladora, taladradora, radial...).
- Vibraciones en el conjunto mano-brazo por utilización de herramientas portátiles eléctricas y/o neumáticas.

Medidas preventivas

- Reduce la velocidad de los movimientos en las operaciones que impliquen repeticiones y realiza pausas regulares.
- En tareas repetitivas, emplea herramientas específicas que puedan manejarse con una mínima fuerza.
- Intenta apoyar la mano cuando utilices herramientas de precisión.
- Utiliza equipos de protección individual (guantes, cinturones, botas) que aislen la transmisión de vibraciones.

5. VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS EN EL TRABAJO.

Indica la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (ley 31/95 de 8 de Noviembre), en su art. 22 que el Empresario deberá garantizar a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes a su trabajo. Esta vigilancia solo podrá llevarse a efecto con el consentimiento del trabajador exceptuándose, previo informe de los representantes de los trabajadores, los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de la salud de un trabajador puede constituir un peligro para sí mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa o cuando esté establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

En todo caso se optará por aquellas pruebas y reconocimientos que produzcan las mínimas molestias al trabajador y que sean proporcionadas al riesgo.

Las medidas de vigilancia de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud. Los resultados de tales reconocimientos serán puestos en conocimiento de los trabajadores afectados y nunca podrán ser utilizados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal médico y a las autoridades sanitarias que lleven a cabo la vigilancia de la salud de los trabajadores, sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin conocimiento expreso del trabajador.

No obstante lo anterior, el empresario y las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención serán informados de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador para el desempeño del puesto de trabajo o con la necesidad de introducir o mejorar las medidas de prevención y protección, a fin de que puedan desarrollar correctamente sus funciones en materias preventivas.

En los supuestos en que la naturaleza de los riesgos inherentes al trabajo lo haga necesario, el derecho de los trabajadores a la vigilancia periódica de su estado de salud deberá ser prolongado más allá de la finalización de la relación laboral, en los términos que legalmente se determinen.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo por personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

El R.D. 39/97 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, establece en su art. 37.3 que los servicios que desarrollen funciones de vigilancia y control de la salud de los trabajadores deberán contar con un médico especialista en Medicina del Trabajo o Medicina de Empresa y un ATS/DUE de empresa, sin perjuicio de la participación de otros profesionales sanitarios con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

La actividad a desarrollar deberá abarcar:

Evaluación inicial de la salud de los trabajadores después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud. Evaluación de la salud de los trabajadores que reanuden el trabajo tras una ausencia prolongada por motivos de salud, con la finalidad de descubrir sus eventuales orígenes profesionales y recomendar una acción apropiada para proteger a los trabajadores. Y, finalmente, una vigilancia de la salud a intervalos periódicos.

La vigilancia de la salud estará sometida a protocolos específicos u otros medios existentes con respecto a los factores de riesgo a los que esté sometido el trabajador. La periodicidad y contenido de los mismos se establecerá por la Administración oídas las sociedades científicas correspondientes. En cualquier caso incluirán historia clínico- laboral, descripción detallada del puesto de trabajo, tiempo de permanencia en el mismo y riesgos detectados y medidas preventivas adoptadas. Deberá contener, igualmente, descripción de los anteriores puestos de trabajo, riesgos presentes en los mismos y tiempo de permanencia en cada uno de ellos. El personal sanitario del servicio de prevención deberá conocer las enfermedades que se produzcan entre los trabajadores y las ausencias al trabajo por motivos de salud para poder identificar cualquier posible relación entre la causa y los riesgos para la salud que puedan presentarse en los lugares de trabajo.

Este personal prestará los primeros auxilios y la atención de urgencia a los trabajadores víctimas de accidentes o alteraciones en el lugar de trabajo.

El art. 14 del Anexo IV A del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre de 1.997 por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, indica las características que debe reunir el lugar adecuado para la práctica de los primeros auxilios que habrán de instalarse en aquellas obras en las que por su tamaño o tipo de actividad así lo requieran.

6. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO EN MATERIA FORMATIVA ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS.

Formación de los trabajadores:

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8 de Noviembre) exige que el empresario, en cumplimiento del deber de protección, deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, a la contratación, y cuando ocurran cambios en los equipos, tecnologías o funciones que desempeñe.

Tal formación estará centrada específicamente en su puesto o función y deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos. Incluso deberá repetirse si se considera necesario.

La formación referenciada deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en otras horas pero con descuento en aquella del tiempo invertido en la misma. Puede impartirla la empresa con sus medios propios o con otros concertados, pero su coste nunca recaerá en los trabajadores.

Si se trata de personas que van a desarrollar en la Empresa funciones preventivas de los niveles básico, intermedio o superior, el R.D. 39/97 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención indica, en sus Anexos III al VI, los contenidos mínimos de los programas formativos a los que habrá de referirse la formación en materia preventiva.

PLIEGO DE CONDICIONES



CAPÍTULO 1: DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1 – OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO.

Se considerarán sujetas a las condiciones de este pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se constituirán según se vayan conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán basándose en los proyectos particulares que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el ingeniero director de la obra.

Artículo 2 – OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO.

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obra o de instalaciones que no se encuentren descritas en este pliego de condiciones. El adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba el ingeniero director de obra y en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El ingeniero director de obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales serán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del adjudicatario.

Artículo 3 – DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS.

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los planos, pliego de condiciones y presupuesto parcial y total, que se incluyen en el presente proyecto.

Los datos incluidos en la memoria y anejos, tienen un carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la dirección técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

Artículo 4 – COMPATIBILIDAD Y RELACION ENTRE LOS DOCUMENTOS.

En caso de contradicción entre los planos y el pliego de condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento.

Lo mencionado en los planos y omitido en el pliego de condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado si estuviera en ambos documentos.

Artículo 5 – DIRECTOR DE OBRA.

La propiedad nombrará en su representación a un ingeniero técnico, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente proyecto. El contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el ingeniero director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los organismos competentes en la tramitación de proyecto. La tramitación es ajena al ingeniero director, quien una vez conseguido todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

Artículo 6 – DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA.

❖ Generales:

- Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Título II (Capítulos de I a XII): Condiciones Generales de los centros de trabajo y de los mecanismos y medidas de protección de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (O.M. de 9 de marzo de 1.971)
- Capítulo XVI: Seguridad e Higiene; secciones 1ª, 2ª y 3ª de la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica. (O.M. de 28 de agosto de 1.970)

- Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre de 1997 por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción.

- Ordenanzas Municipales

❖ Señalizaciones:

- R.D. 485/97, de 14 de abril.
Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

❖ Equipos de protección individual:

- R.D. 1.407/1.992 modificado por R.D. 159/1.995, sobre condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual-EPI.
- R.D. 773/1.997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.

❖ Equipos de trabajo:

- R.D. 1215/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

❖ Seguridad en máquinas:

- R.D. 1.435/1.992 modificado por R.D. 56/1.995, dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- R.D. 1.495/1.986, modificación R.D. 830/1.991, aprueba el Reglamento de Seguridad en las máquinas.
- Orden de 23/05/1.977 modificada por Orden de 7/03/1.981. Reglamento de aparatos elevadores para obras.
- Orden de 28/06/1.988 por lo que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a gruas torres desmontables para obras.

❖ Protección acústica:

- R.D. 1.316/1.989, del Mº de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno. 27/10/1.989. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 245/1.989, del Mº de Industria y Energía. 27/02/1.989.

Determinación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra.

- R.D. 71/1.992, del Mº de Industria, 31/01/1.992. Se amplía el ámbito de aplicación del Real Decreto 245/1.989, 27/02/1.989, y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- Orden del Mº de Industria y Energía. 29/03/1.996. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1.989.

❖ Otras disposiciones de aplicación:

- R.D. 487/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Reglamento electrotécnico de baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Orden de 20/09/1.986: Modelo de libro de Incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Orden de 6/05/1.988: Requisitos y datos de las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades de empresas y centros de trabajo.

CAPÍTULO 2: PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE TÉCNICA.

Apartado I – CONSTRUCCION

Artículo 7 – ACCIONES PREVIAS A LA CONSTRUCCIÓN.

Antes de que el contrato se formalice, el contratista deberá visitar y examinar el emplazamiento de las instalaciones y de sus alrededores, y se habrá asegurado que las características del lugar, vías de acceso, vías de comunicación, climatología, instalaciones existentes, etc, no afectarán al cumplimiento de sus obligaciones contractuales.

Las instalaciones de los medidores de caudal no comenzarán hasta que la empresa subcontratada por Michelin España Portugal S.A. consigne por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra, de ocurrir lo contrario, éste solicitará las aclaraciones pertinentes. Durante el periodo de fabricación, tras la firma del contrato, deberá comunicar a Michelin España-Portugal S.A., y antes del comienzo de ésta con al menos tres días de antelación:

La memoria de organización de la instalación.

Los detalles complementarios.

Cuaderno de cargas técnico.

Artículo 8 – PREPARACIÓN DE LA OBRA

La empresa subcontratada se hará cargo de la prestación de personal para la realización inicial y el mantenimiento de todas las instalaciones necesarias para la protección, iluminación y vigilancia continua del emplazamiento de las obras, que serán necesarias para la seguridad, según la Reglamentación oficial vigente o las instrucciones de la dirección de la obra. El contratista instalará durante la duración de las obras un vallado permanente, igual al exigido por las autoridades del lugar donde se encuentren las obras. Éste instalará todos los servicios higiénicos necesarios para el personal de las obras, de conformidad con los reglamentos del trabajo.

Artículo 9 – ALCANCE DE LA OBRA

Incluye los siguientes trabajos:

La prestación de la mano de obra necesaria para ejecutar las instalaciones descritas en los planos y de más documentos, y el suministro de todos los materiales, de acuerdo con los reglamentos y prescripciones vigentes.

Se realizarán los planos con todos los elementos necesarios para que la dirección facultativa les apruebe, tales como cuadros, bancadas... y de los puntos críticos de éstas instalaciones, como cruces con canalizaciones.

El instalador obtendrá los permisos, visados y certificados de la legalización y aprobación necesarios, en los organismos oficiales con jurisdicción al respecto, sin cargo alguno a la propiedad.

Pruebas de puesta en marcha de acuerdo con lo estipulado posteriormente.

Reparación durante las obras de averías producidas y el periodo de la puesta en marcha.

CAPÍTULO 3: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

Epígrafe I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA

Artículo 10 – REMISION DE SOLICITUD DE OFERTAS

Por la dirección técnica se solicitarán ofertas a las empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente proyecto, para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado proyecto o un extracto con los datos suficientes.

En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

Artículo 11 – RESIDENCIA DEL CONTRATISTA.

Desde que se de principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el contratista, o un representante suyo autorizado, deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del ingeniero director y notificándole, expresamente, la persona que durante su ausencia lo ha de representar en todas las funciones.

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor técnica de los empleados u operarios de cualquier rama que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en su ausencia las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la contrata en los documentos del proyecto aún en ausencia o negativa por parte de los dependientes de la contrata.

Artículo 12 – RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE DIRECCIÓN.

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del ingeniero director, sólo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes; contradisposiciones de orden técnico o facultativo del ingeniero director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al ingeniero director, el cual podrá limitar su contestación de acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamación.

Artículo 13 – COPIA DE LOS DOCUMENTOS.

El contratista tiene derecho a sacar a su costa, de los pliego de condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El ingeniero director de la obra, si el contratista solicita estos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

Epígrafe II: TRABAJOS.

Artículo 14 – LIBRO DE ÓRDENES.

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el contratista el libro de órdenes, donde se anotarán las que el ingeniero director de la obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes en dicho libro es tan obligatorio para el contratista como las que figuran en el pliego de condiciones.

Artículo 15 – COMIENZO DE LOS TRABAJOS Y PLAZO DE EJECUCIÓN.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al ingeniero director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir 24h de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo de las condiciones establecidas en el artículo 7.

Artículo 16 – CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las “condiciones generales de índole técnica” del “pliego general de condiciones varias de las edificaciones” y realizará todos y cada una de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el contratista es el único responsable de la ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirla de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el ingeniero director o sus subalterno no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valoradas en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

CAPÍTULO 4: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

Epígrafe I: BASE FUNDAMENTAL

Artículo 17 – BASE FUNDAMENTAL.

Como base fundamental de estas “condiciones generales de índole económica”, se establece el principio de que el contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al proyecto y condiciones generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Epígrafe II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.

Artículo 18 – GARANTÍAS.

El ingeniero director podrá exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si este reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrario; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el contratista antes de la firma del contrato.

Artículo 19 – FIANZAS.

Se podrá exigir al contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

Artículo 20 – EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el ingeniero director, en nombre de y representación del propietario, los ordenará ejecutar en un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tengan derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abandonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Artículo 21 – DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA.

La fianza depositada será devuelta al contratista en un plazo que no exceda de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el contratista haya acreditado, por medio de certificado del alcalde del distrito municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, de que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por

deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

Epígrafe III: VALORACIÓN Y ABONO DE TRABAJOS.

Artículo 22 – VALORACIÓN DE LA OBRA.

La medición de la obra concluida se hallará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que se tuviese asignando en el presupuesto, añadiéndose a este el importe de los tantos por cientos que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el contratista.

Artículo 23 – EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO.

Se supone que el contratista ha hecho un estudio de los componentes que componen el proyecto, y, por tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medias o a precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna, si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

Artículo 24 – VALORACIÓN DE OBRAS COMPLETAS.

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de la obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

Artículo 25 – PAGOS.

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra por el ingeniero director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Artículo 26 – SUSPENSIÓN DE PAGOS.

En ningún caso podrá el contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos con menor ritmo del que le corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

CAPÍTULO 5: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

Artículo 28 – JURISDICCIÓN.

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el ingeniero director de la obra, y en último término a los tribunales de justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto (la memoria no tendrá consideración de documento del proyecto).

El contratista se obliga a lo establecido en la ley de contratos de trabajo y, además, a lo dispuesto por la de accidentes de trabajo, subsidio familiar y seguros sociales.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del ingeniero director.

El contratista es responsable de toda relativa a la política urbana y a las ordenanzas municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación está emplazada.

Artículo 29 – ACCIDENTES DE TRABAJOS Y DAÑOS A TERCEROS.

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidad en cualquier aspecto.

El contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible accidentes a los obreros o viandantes, no solo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será este el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El contratista será responsable de todo los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Ser, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Artículo 30 – CAUSA DE RESCISIÓN DEL CONTRATO.

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del contratista.
2. La quiebra del contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.
3. Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - La modificación del proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del ingeniero director y, en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente, en más o menos, del 40%, como mínimo de alguna de las unidades del proyecto modificadas.
 - La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos, del 40%, como mínimo de alguna de las unidades del proyecto modificadas.
4. La suspensión de la obra y, en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.

5. La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.
6. El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del contrato.
7. El incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
8. La terminación del plazo de ejecución de la obra. Sin haber llegado a esta.

CAPÍTULO 6: PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD

Epígrafe I: CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.

❖ Protecciones personales.

Todos los equipos de protección personal utilizados en la obra tendrán fijado un periodo de vida útil, a cuyo término el equipo habrá de desecharse obligatoriamente. Si antes de finalizar tal periodo, algún equipo sufriera un trato límite (como en supuestos de un accidente, caída o golpeo del equipo, etc.) o experimente un envejecimiento o deterioro más rápido del previsible, cualquiera que sea su causa, será igualmente desechado y sustituido, al igual que cuando haya adquirido mayor holgura que las tolerancias establecidas por el fabricante.

Un equipo de protección individual nunca será permitido en su empleo si se detecta que representa o introduce un riesgo por su mera utilización. Todos los equipos de protección individual se ajustarán a las normas contenidas en los Reales Decretos 1407/1992 y 773/1997, ya mencionados. Adicionalmente, en cuanto no se vean modificadas por lo anteriores, se considerarán aplicables las Normas Técnicas Reglamentarias M.T. de homologación de los equipos, en aplicación de la O.M. de 17-05-1.974 (B.O.E. 29-05-74).

Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las medidas y normas aplicables a los diferentes equipos de protección individual y a su utilización, definidas en la Memoria de este Estudio de Seguridad y Salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

El coste de adquisición, almacenaje y mantenimiento de los equipos de protección individual de los trabajadores de la obra correrá a cargo del contratista o subcontratistas correspondientes, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra en que deban ser utilizados, como corresponde a elementos auxiliares mínimos de la producción, reglamentariamente

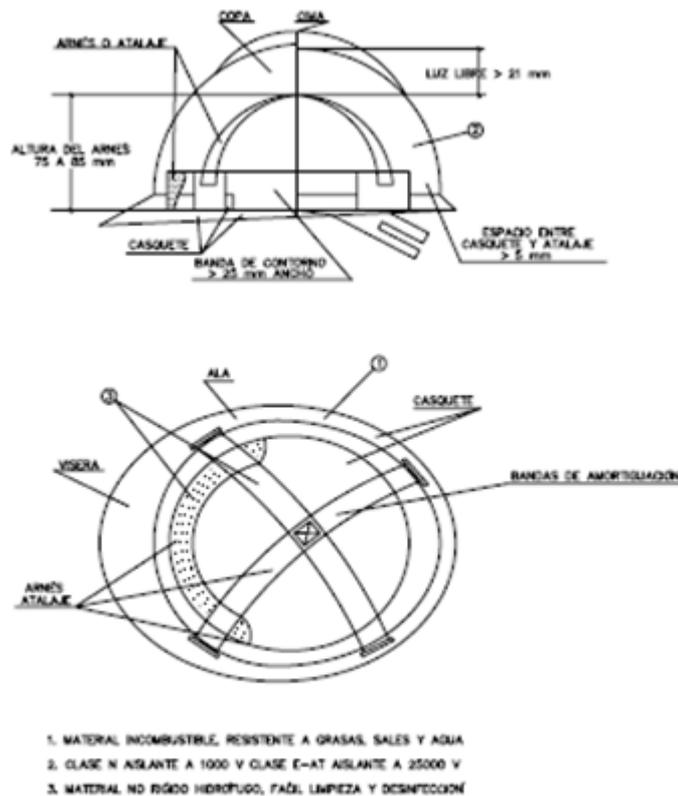
exigibles e independientes de la clasificación administrativa laboral de la obra y, consecuentemente, independientes de su presupuestación específica.

❖ Protección de la cabeza.

Será obligatorio el empleo de casco protector en todo lugar de la zona del taller donde exista riesgo de que hombre y objetos puedan caer desde un nivel a otro.

El casco protector se compondrá de:

- Casco propiamente dicho
- Barboquejo y/o atalaje
- Accesorios varios



CASCO DE SEGURIDAD NO METALÍCO

❖ Protección de los oídos.

Será obligatorio el empleo de cascos anti-ruido, en todo lugar de la zona del taller, donde trabajadores y/o terceras personas estén sometidos a la acción de

fuentes de emisión ruidosa, durante períodos de tiempo superiores a los máximos admitidos por las Recomendaciones ISO.

Se admitirá el empleo de tapones protectores en las mismas circunstancias y siempre y cuando el nivel de protección aportado no sea inferior al exigido por las citadas recomendaciones.

Los cascos anti-ruido estarán formados por dos orejeras rígidas unidas entre sí por una lámina o unas varillas de acero que permitan la sustentación del conjunto por detrás de la cabeza. Las orejeras estarán provistas, del lado del pabellón auditivo, de una pieza elástica que sirve de junta de estanqueidad y que las haga más confortables.

Los tapones protectores estarán constituidos por dos tapones auriculares que se adapten a la cavidad del oído externo y protejan el sistema auditivo de los efectos de los niveles sonoros externos.



CLASE "A" ornes en lo cabeza



CLASE "B" ornes en lo nudo

❖ Protección de ojos.

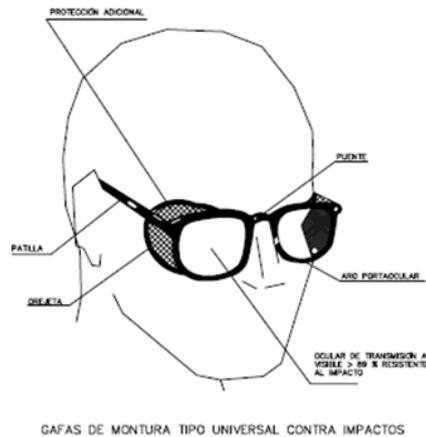
Será obligatoria la utilización de gafas protectoras en todo lugar de la zona del taller en la que trabajadores y/o terceras personas estén expuestos a cualquiera de los siguientes riesgos:

- Penetración o impacto de partículas sólidas en el ojo
- Existencia de polvo más o menos fino, en el aire
- Contacto con líquidos o vapores corrosivos
- Explosión o radiaciones visibles demasiado intensas
- Exposición a radiaciones invisibles (infrarrojo y ultravioleta)
- Protección frente al polvo e impactos

Se utilizarán gafas de cazoleta con protecciones laterales, cuyos cristales sean ópticamente neutros y perfectamente transparentes. Si existiese riesgo de impacto con partículas gruesas, o suficientemente intenso como para producir la rotura de los cristales, se emplearán gafas especiales de seguridad con rejilla metálica protectora.

- Protección frente a líquidos y vapores corrosivos

Se utilizarán gafas estancas o con protección perimetral completa, dotadas de sistemas de aireación adecuados y pantallas ejecutadas con un material plástico antiempañable.



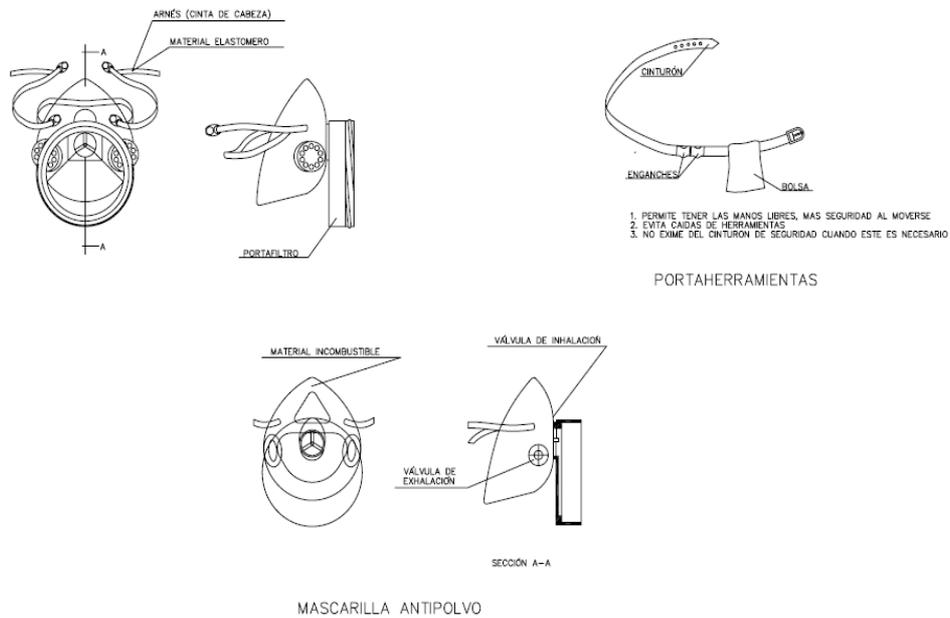
❖ Protección de las vías respiratorias.

Será obligatoria la utilización de equipos de protección personal de las vías respiratorias en todo lugar de la zona de obras en la que trabajadores y/o terceras personas estén expuestos al riesgo de inhalación de polvo o vapores y/o gases irritantes o tóxicos, y siempre y cuando sea imposible o desaconsejable la implantación de sistemas de protección colectiva.

Los dispositivos de protección de las vías respiratorias estarán diseñados específicamente para resguardar el sistema respiratorio del individuo de los efectos de polvo, humos, vapores y gases tóxicos o nocivos, etc., y podrán utilizar alguno de los procedimientos siguientes:

- Filtración físico-química del aire inhalado.
- Aislamiento de las vías respiratorias respecto del aire ambiente
- Sistemas filtrantes
- Protección frente al polvo

Se emplearán mascarillas antipolvo en las zonas de trabajo donde la atmósfera esté cargada de polvo. Constarán de una mascarilla propiamente dicha, ya sea completa o buconasal, equipada con un dispositivo filtrante de tipo mecánico que retenga las partículas agresivas.



Se tendrá presente que su vida estará limitada por la propia duración del filtro, cuyos poros se colmarán después de un período de utilización más o menos largo.

El usuario se dará cuenta de ello por un aumento de la dificultad en la respiración.

Al ser este fenómeno progresivo, se repondrá la mascarilla cuando el grado de colmatación del filtro sea tal que haga imposible mantener el ritmo normal de respiración.

- Protección frente a humos, vapores y gases

Se emplearán mascarillas antigás en las zonas de trabajo donde la atmósfera esté contaminada por humos, vapores y/o gases irritantes o tóxicos. Constarán de una mascarilla completa, equipada con un dispositivo filtrante de carácter químico que retenga o neutralice las sustancias nocivas presentes en el aire ambiente.

Se observarán, con toda exactitud, las instrucciones dadas por el fabricante en lo que se refiere al empleo, mantenimiento y vida útil de la mascarilla.

❖ Elección del equipo adecuado.

La elección de un equipo de protección personal del sistema respiratorio deberá hacerse en base a las dos premisas siguientes:

- Diseñar una protección separada para cada riesgo, y no reunir en un mismo dispositivo elementos de protección contra varios riesgos diferentes, salvo que estos riesgos se presenten simultáneamente en la misma zona de trabajo.

- A igualdad de eficacia, dar preferencia a los aparatos más sencillos y más fáciles de conservar y mantener.

❖ Protección del cuerpo.

- Ropa de trabajo

Todos los trabajadores deberán estar equipados con ropas adecuadas que aseguren una protección eficaz contra las agresiones exteriores (intemperie, radiaciones, agentes parásitos, productos químicos, etc.).

El mono o buzo de trabajo deberá ser amplio y podrá ajustarse a la cintura mediante un cinturón de hebilla o de anillas. Asimismo, deberá estar dotado de aberturas de aireación y de puños ajustables.

- Protección frente a polvo y gases.

Los trabajadores que realicen su labor en una atmósfera cargada de polvo, o en presencia de contaminantes físico-químicos que produzcan efectos nocivos en la piel, deberán ser equipados con ropa especial estanca y/o ropas con aire a presión.

- Protección frente a efectos térmicos y radiaciones.

Los operarios que efectúen trabajos de soldadura estarán equipados con mandiles, manoplas y polainas especiales para protegerse de los efectos nocivos derivados de los procesos de soldadura.

❖ Protección de las manos.

Será obligatoria la utilización de protecciones personales para las manos en todo lugar de la zona de obras en el que los trabajadores y/o terceras personas estén expuestas al riesgo de accidente mecánico y/o contacto manual con agentes agresivos de naturaleza físico-química.

- Protección individual contra las agresiones lentas (dermatosis).

Se emplearán cremas, barreras o películas siliconadas y/o guantes adecuados para combatir las dermatosis profesionales. Estos últimos, constituyen el medio más eficaz de protección, utilizándose aquellas solamente en los casos en que, excepcionalmente, fuera imposible o desaconsejable el empleo de guantes.

- Protección individual contra las agresiones rápidas.

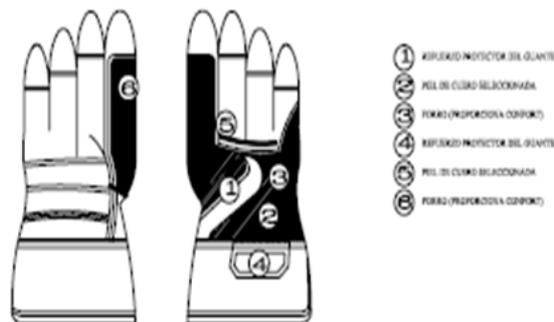
Para proteger las manos frente a agresiones rápida (golpes, cortes, arañazos, pinchazos, quemaduras, descargas eléctricas, etc.) se emplearán, según los casos diferentes prendas, tales como antes, manoplas, mandiles, etc. Su diseño deberá ser adecuado a la naturaleza de cada trabajo a realizar, por lo que deben ser confortables (tanto el material como la forma) y eficaces.

Las manoplas se utilizarán única y exclusivamente para el manejo de grandes piezas. Cuando sea necesaria una buena aprehensión de las piezas, será indispensable que la forma de guante permita la oposición del dedo pulgar.

La naturaleza material de estas prendas de protección deberá ser adecuada a los riesgos inherentes a cada tipo de trabajo. En función de esto, se procurará utilizar los siguientes tipos de guantes y manoplas:

- De caucho, especialmente indicados en trabajos que conlleven riesgo eléctrico.
- De neopreno, resistentes a la abrasión y a los agentes químicos de carácter agresivo.
- De algodón o punto, en trabajos ligeros y/o que exijan manipular chapas delgadas.
- De cuero, para trabajos de manipulación en general.
- De material plástico, para protegerse de agentes químicos nocivos y/o procesos abrasivos.
- De amianto, especialmente indicados en trabajos que conlleven riesgo de sufrir quemaduras.
- De malla metálica, para trabajos de manipulación de piezas cortantes.
- De lona, especialmente, indicados en trabajos de manipulación de objetos sin grandes asperezas, pero que puedan producir arañazos, como es el caso de maderas fácilmente astillables.

GUANTES DE CUERO FLOR Y LONETA



❖ Protección de los pies

Será obligatorio el empleo de calzado de seguridad en todo lugar de la zona de obras en la que trabajadores y/o terceras personas estén expuestos a riesgos de perforación aplastamiento de los pies.

- Elementos integrantes del calzado de seguridad.

El calzado de seguridad llevará incorporados, obligatoriamente, los siguientes elementos:

- Una suela especial que posea propiedades antideslizantes.
- Una puntera reforzada que proteja los dedos del pie.

Además de éstos, y en función del riesgo específico inherente a cada tipo de trabajo, estarán dotados, eventualmente, de alguno o algunos de los siguientes elementos:

- Una plantilla imperforable.
- Un elemento de protección especial para los tobillos.
- Protección contra el riesgo de aplastamientos.

Se realizará integrando en el calzado una puntera de acero que pueda absorber el choque de un objeto sin deformarse y, por lo tanto, sin poner en peligro la integridad física de los dedos del pie.

Las punteras de seguridad deberán ser capaces de soportar una carga estática del orden de dos (2) toneladas y no se deformarán mucho bajo el efecto del choque de un objeto de veinte (20) kg. de peso, dejado caer desde una altura de un (1) metro.

Así mismo, deberán tener una protección horizontal redondeada, para evitar que los dedos puedan resultar seccionados. El espacio libre en el interior de la puntera no será inferior a 15 cm. en el momento del choque, ni a 20 mm. después de producirse el choque.

- Protección contra el riesgo de perforaciones.

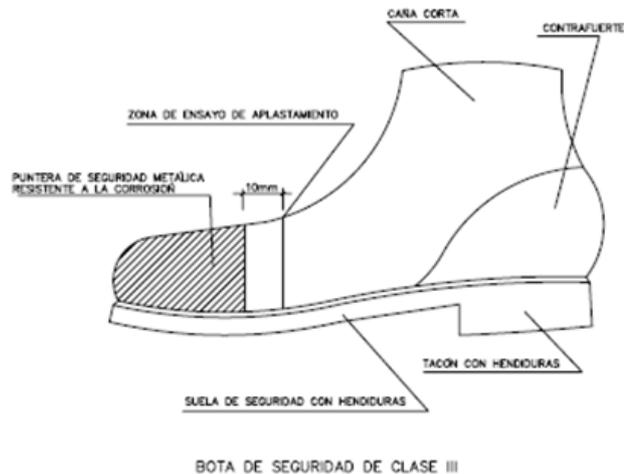
Se realizará incorporando al calzado una plantilla protectora ligera, y por lo tanto delgada, de acero inoxidable.

Su resistencia deberá ser tal que un objeto de ciento veinte (120) kg. de peso, animado de una velocidad de setenta y cinco (75) milímetros por minuto, no producirá la perforación de la plantilla al incidir sobre la misma.

- Características del calzado de seguridad.

El calzado de seguridad deberá reunir las siguientes características:

- Solidez.
- Flexibilidad.
- Ligereza.
- Confort.
- Diseño estético.



❖ Protecciones diversas.

- Protecciones contra caídas de altura.

Será obligatorio el empleo de cinturones de seguridad anticaídas en aquellos casos excepcionales y/o de corta duración, en los que sea imposible o desaconsejar la utilización de protecciones colectivas.

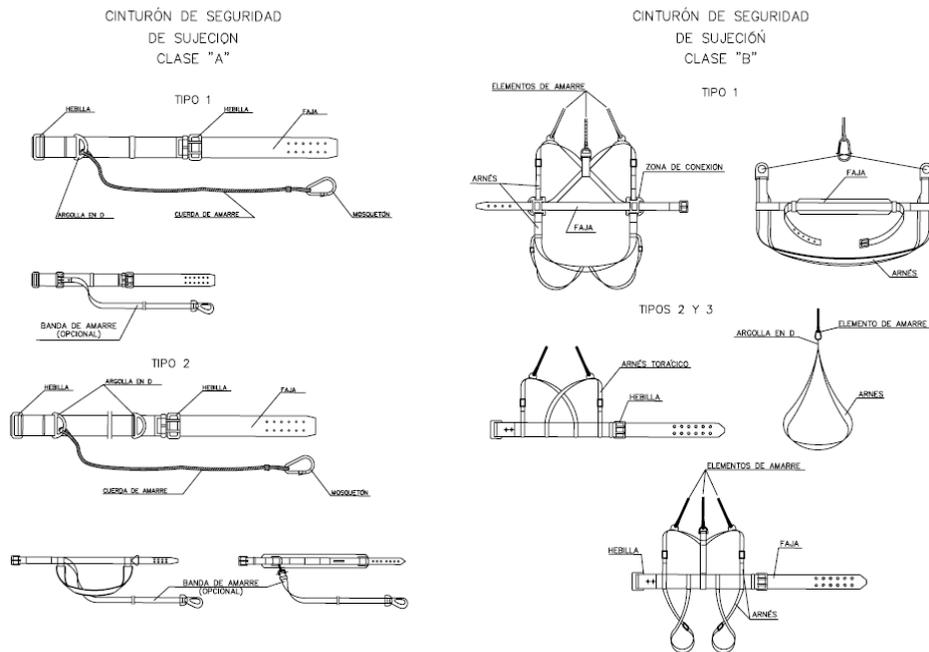
En estos casos, la empresa adjudicataria de las obras estará obligada a tomar todas las medidas necesarias para que los cinturones de seguridad sean efectivamente utilizados, de tal forma que el trabajador no pueda sufrir una caída libre de más de un (1) metro de altura.

Para ello, será necesario equipar a los operarios con cinturones de seguridad adecuados al trabajo que realizan, y serán debidamente instruidos en el manejo de los mismos.

Cuando se utilicen cinturones de seguridad con caída libre, se tendrá en cuenta que, en el momento del choque que se produce debido a la tensión de la cuerda, en el punto más bajo, el hombre se ve sometido a un esfuerzo brutal (7 u 8 veces su propio peso) por lo que será obligatorio, para evitar los riesgos de sufrir lesiones traumáticas, el empleo de un elemento amortiguador de caída, o de un dispositivo de frenado que limite a un nivel soportable dicho esfuerzo.

Asimismo, se tendrá en cuenta que para el caso de una caída, incluso de altura no superior a 1 m., existe riesgo de fractura de columna vertebral, si la caída es hacia atrás y el anclaje de tipo ventral, y riesgo de sufrir lesiones ventrales si la caída es hacia delante y el anclaje es de tipo dorsal, por lo que el cinturón de seguridad deberá constar de los siguientes elementos:

- Una banda o correa (horizontal)
- Un arnés para el tronco, es decir, un par de tirantes que pasen por los hombros.
- Un arnés de asiento, es decir, un par de correas unidas a los tirantes que permitan descansar en ellas la región glútea.
- Un arnés para los muslos, esto es, un par de correas unidas a los tirantes que rodeen los muslos en su zona de unión con el tronco.
- Eventualmente, un chaleco.
- Cuerda de retención la cual deberá tener en su extremo un mosquetón de anclaje, con enclavamiento opcional, y su longitud no será superior a 1,50 m.
- Amortiguadores de caída
El amortiguador es un dispositivo especial que permite frenar la caída y limitar el esfuerzo transmitido a todo el conjunto. Deberá ser solidario con el tiro en los casos en que sea esa la forma de trabajo prevista. El empleo del amortiguador será obligatorio a partir de alturas de caída libre superiores a un metro y medio (1,50 m.).
- Dispositivos anticaída.
Se admitirá, cuando las características del trabajo a realizar así lo permitan, el empleo de aparatos especiales que, unidos a un punto de anclaje situado por encima del plano de trabajo, aseguren una parada casi instantánea en caso de caída. Podrán ser de dos tipos:
 - Dispositivos que acompañen al operario en sus desplazamientos, manteniendo continuamente tenso el cable.
 - Aparatos constituidos por un elemento móvil que deslice a lo largo de un cable vertical, y que asegure el bloqueo instantáneo en caso de caída.



- Diseño y ejecución de anclajes

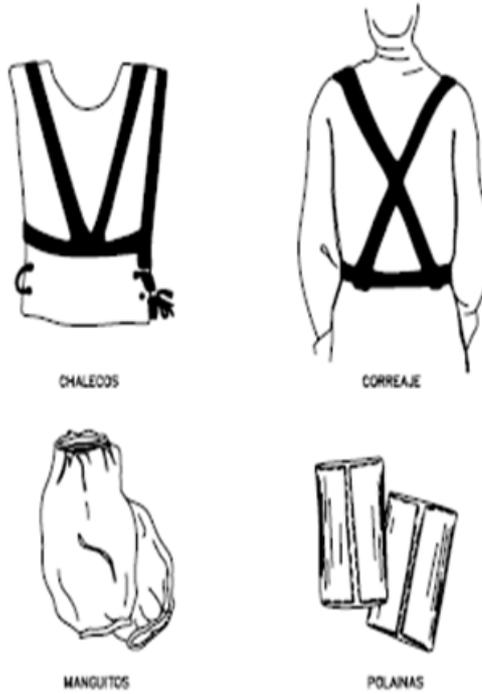
En general, los cinturones de seguridad se unirán por medio de una cuerda de seguridad a un punto fijo, cuya solidez deberá comprobarse exhaustivamente. Cuando sea necesario realizar desplazamiento durante la ejecución de los trabajos, se fijará una cuerda o cable a partes sólidas y estables de la estructura o del entorno de la zona de trabajos, procurando que dicha cuerda no esté demasiado tensa. En el extremo del tiro del cinturón se colocará un mosquetón de montañero que pueda deslizar por la cuerda, permitiendo así los movimientos del operario.

En aquellos casos en que la ejecución del anclaje a puntos fijos sea imposible o desaconsejable, podrá realizarse el mismo por medio de un enganche de corredera que deslice a lo largo de una cuerda vertical que puede estar anclada en puntos muy lejanos.

El enganche de corredera se bloqueará automáticamente sobre la propia cuerda, liberalizándose el deslizamiento del mismo por efecto de una simple presión de la mano, y bastará con que cese esa presión para que el bloqueo se realice de nuevo.

De esta forma se conseguirá variar el punto de fijación a lo largo de una línea, con la frecuencia que se desee.

PRENDAS DE SEÑALIZACIÓN PERSONAL



Todas y cada una de las condiciones mencionadas en este pliego han de cumplirse a la hora de la realización del proyecto, ya sea el trabajador contratado de Michelin España Portugal S.A. o de una empresa subcontratada.

PLANOS



PLANOS

PLANOS ELÉCTRICOS

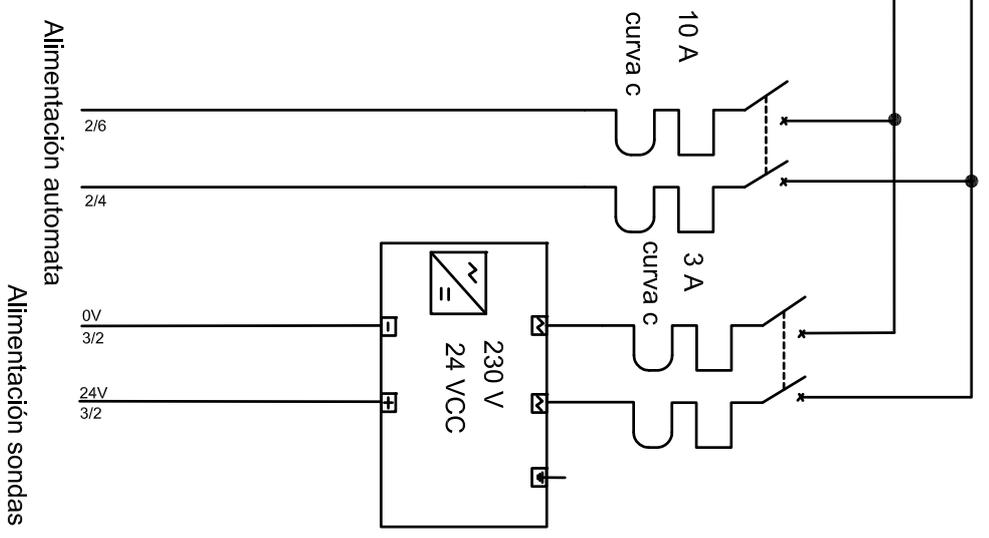
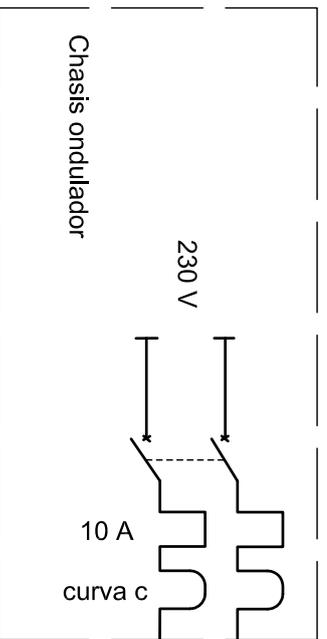
ALIMENTACIÓN AUTÓMATA	1
CONFIGURACIÓN AUTÓMATA	2
ENTRADAS ANALÓGICAS DE UNA LÍNEA	3
ARMARIO REGISTRADOR	4
REGISTRADOR SM3000	5
ENTRADAS ANALÓGICAS REGISTRADOR	6
CONFIGURACIÓN CARTAS REGISTRADOR	7
SWITCH REGISTRADOR	8
SALIDAS ANALÓGICAS	9
EXTERIOR ARMARIO REGISTRADOR	10

PLANOS DE FLUIDOS

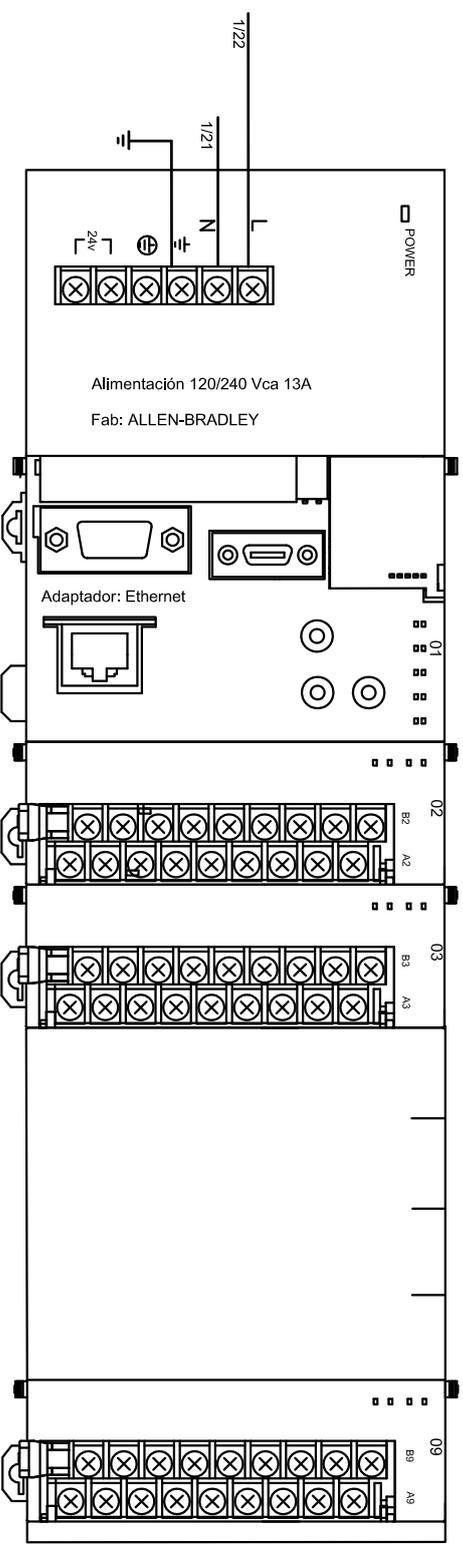
AGUA HELADA	11
AIRE TALLER DE PREPARACIÓN DE MATERIAS	12
AIRE ZB	13
VAPOR	14



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39

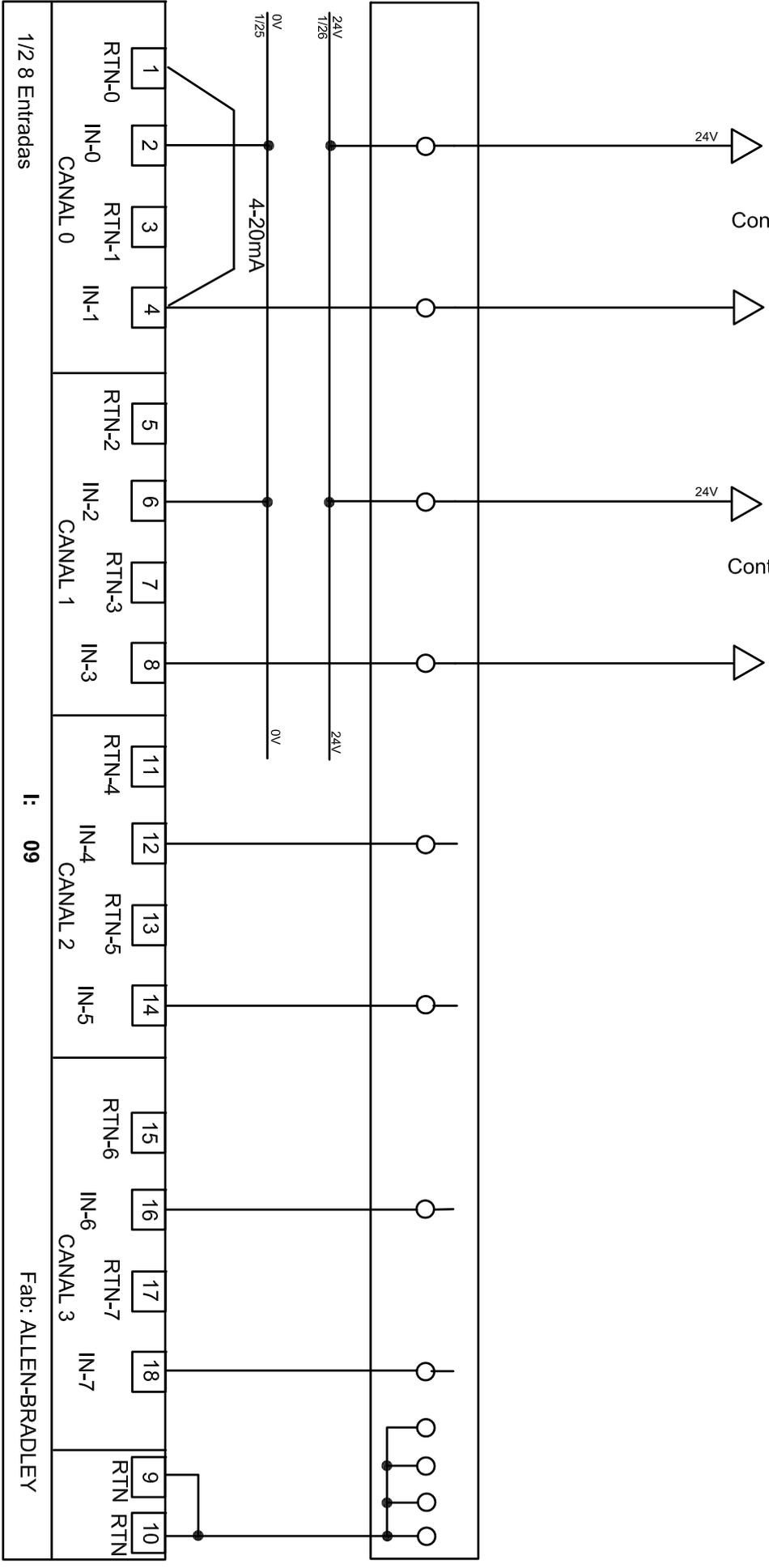


	NOMBRE	FECHA	FIRMA	R. SALARIAL	ENTIDAD
DIBUJADO	CRISTIAN F.	24/03/2014			EII UVA
COMPROBADO					
ESCALA	TITULO	ALIMENTACIÓN AUTOMATA			
	Nº PLANO	1			
	SUSTITUIDO POR:				



NOMBRE		FECHA		FIRMA		R. SALARIAL		ENTIDAD	
DIBUJADO		CRISTIAN F.		24/03/2014				EII UVA	
COMPROBADO									
ESCALA		TITULO		CONFIGURACIÓN AUTOMATA LÍNEA					
								Nº PLANO 2	
								SUSTITUIDO POR:	

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39

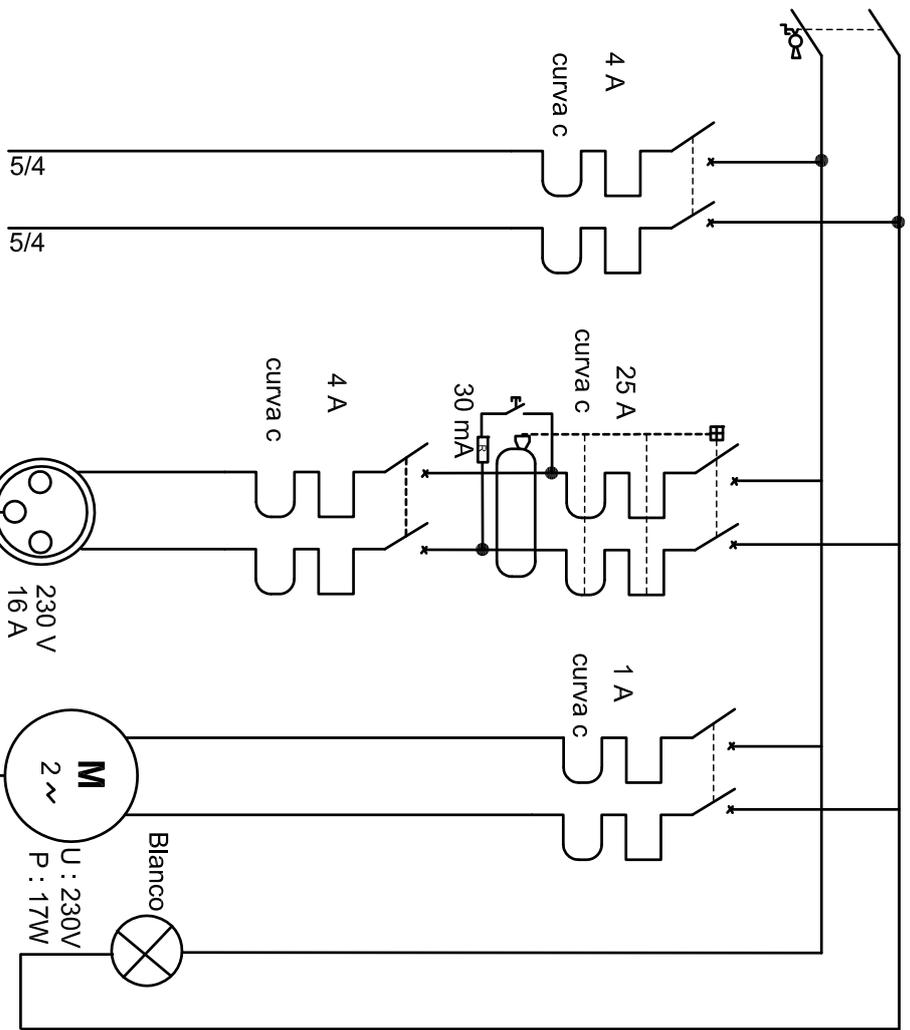
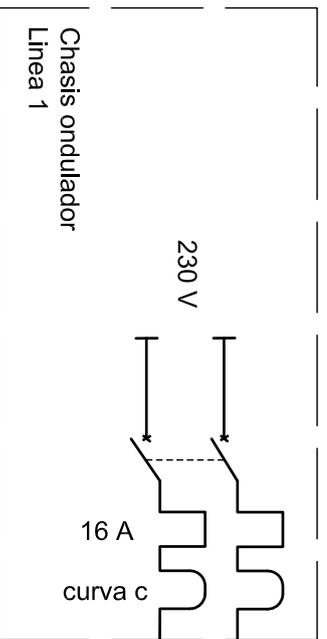


1/2 8 Entradas

I: 09

Fab: ALLEN-BRADLEY

NOMBRE		FECHA		FIRMA		R. SALARIAL		ENTIDAD	
DIBUJADO		24/03/2014						EII UVA	
COMPROBADO									
TITULO				ENTRADAS ANALÓGICAS LÍNEA					
ESCALA				Nº PLANO 3					
				SUSTITUIDO POR:					



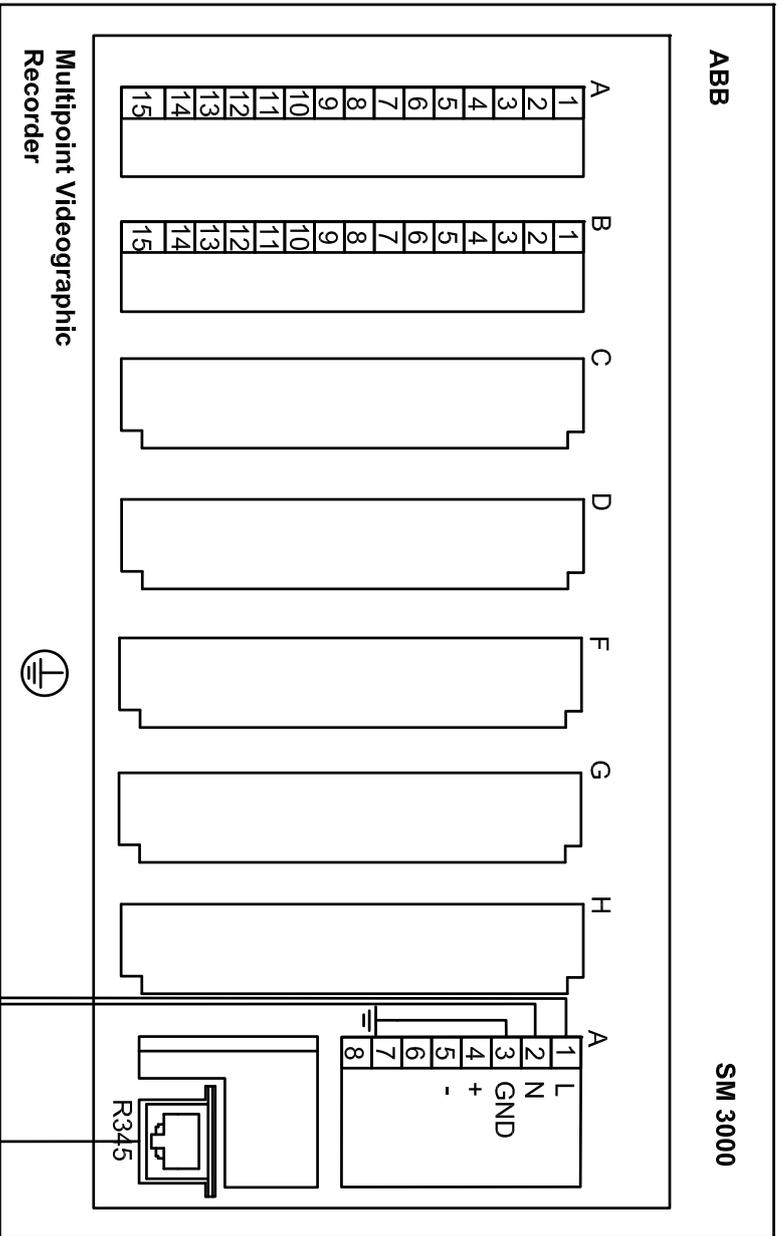
Allimentación equipos,
automatas y registrador

Toma de corriente
armario

Ventilador
refrigeración
armario

Piloto en
tensión

NOMBRE	FECHA	FIRMA	R. SALARIAL	ENTIDAD
DIBUJADO	CRISTIAN F.	24/03/2014		EII UVA
COMPROBADO				
ESCALA	TITULO	ARMARIO DEL REGISTRADOR		
		Nº PLANO	4	
		SUSTITUIDO POR:		



4/21

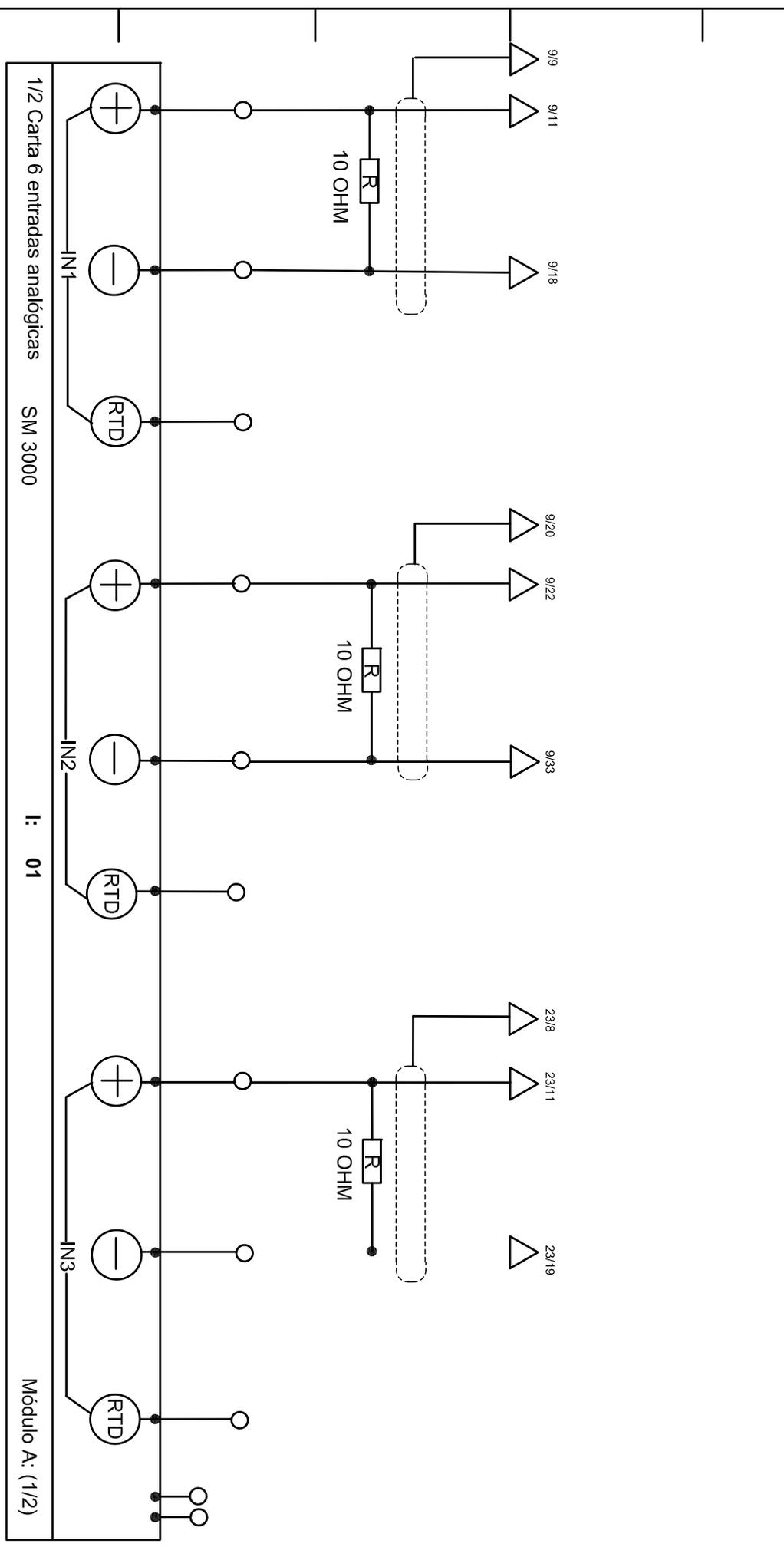
7/4

4/20

7/6

8/19

	NOMBRE	FECHA	FIRMA	R. SALARIAL	ENTIDAD
DIBUJADO	CRISTIAN F.	24/03/2014			EIII UVA
COMPROBADO					
ESCALA	TITULO	REGISTRADOR SM3000			Nº PLANO 5
					SUSTITUIDO POR:

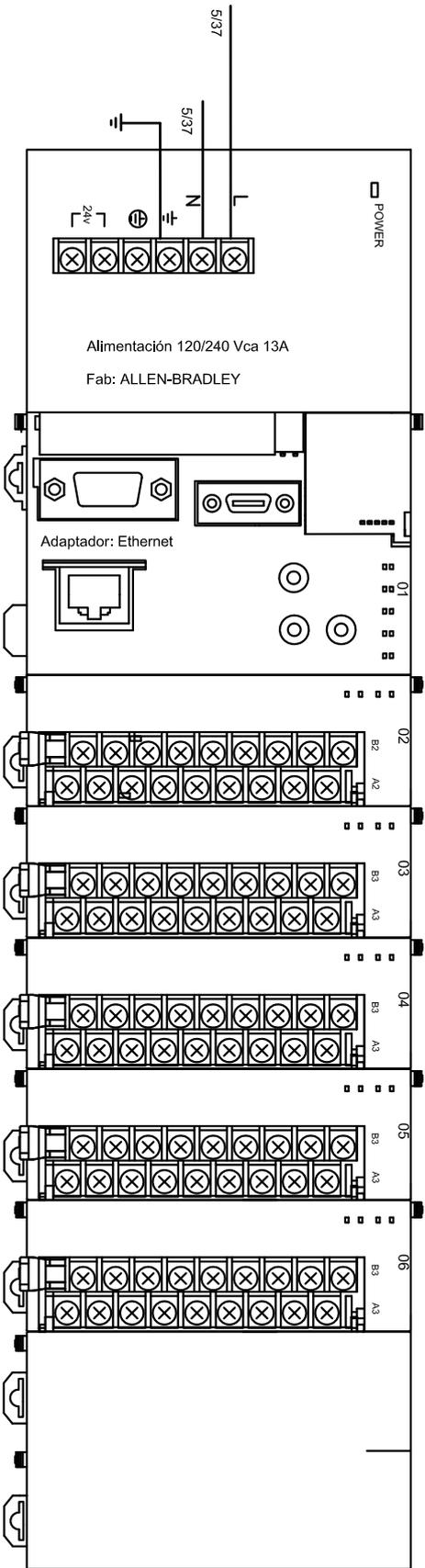


AGUA HELADA

VAPOR ACEITES

AIRE NEGRO

		NOMBRE	FECHA	FIRMA	R. SALARIAL	ENTIDAD
DIBUJADO		CRISTIAN F.	24/03/2014			EII UVA
COMPROBADO						
ESCALA	TITULO	ENTRADAS ANALÓGICAS REGISTRADOR				
		Nº PLANO	6			
		SUSTITUIDO POR:				



NOMBRE	FECHA	FIRMA	R. SALARIAL	ENTIDAD
DIBUJADO	CRISTIAN F.	24/03/2014		EII UVA
COMPROBADO				
ESCALA	TITULO	CONFIGURACIÓN AUTOMATA REGISTRADOR		
	Nº PLANO	7		
	SUSTITUIDO POR:			

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39

Adaptador: Ethernet

O: 01

Fab: ALLEN-BRADLEY

172.17.3.300

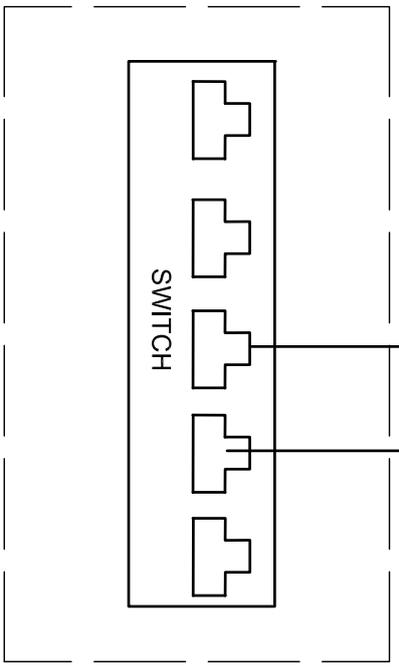
RED: ETHERNET

LATIGUILLO ETH-PLC

LATIGUILLO ETH SM-3000

5/36

SWITCH



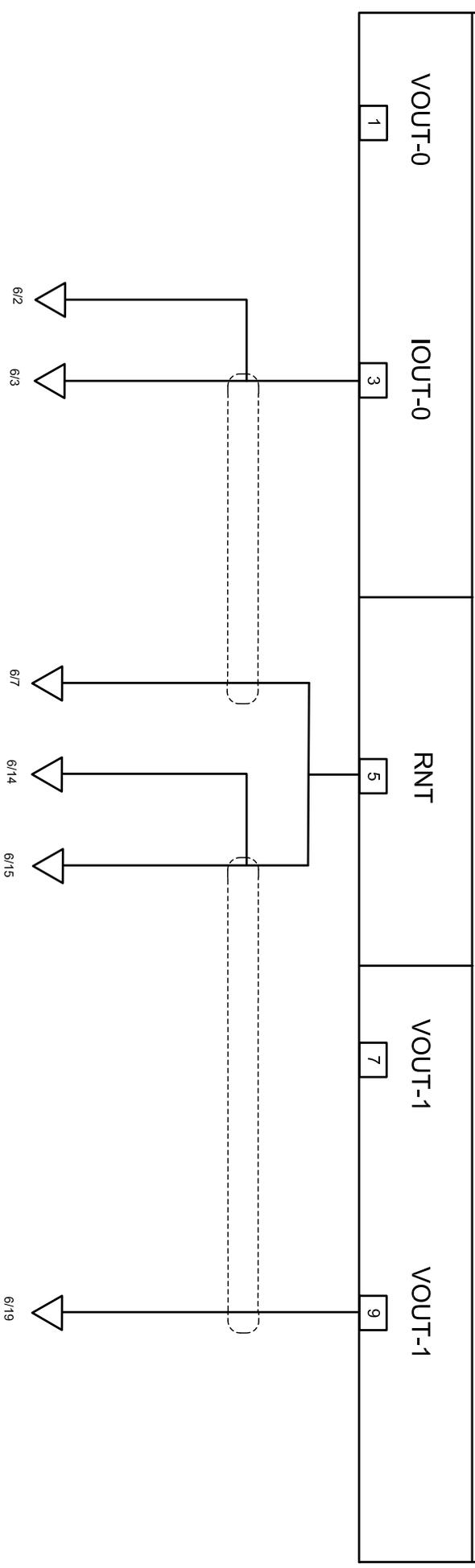
	NOMBRE	FECHA	FIRMA	R. SALARIAL	ENTIDAD
DIBUJADO	CRISTIAN F.	24/03/2014			EII UVA
COMPROBADO					
ESCALA	TITULO	SWITCH REGISTRADOR			Nº PLANO 8
					SUSTITUIDO POR:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39

1/4 Carta 8 salidas analógicas

O: 02

Fab: ALLEN-BRADLEY

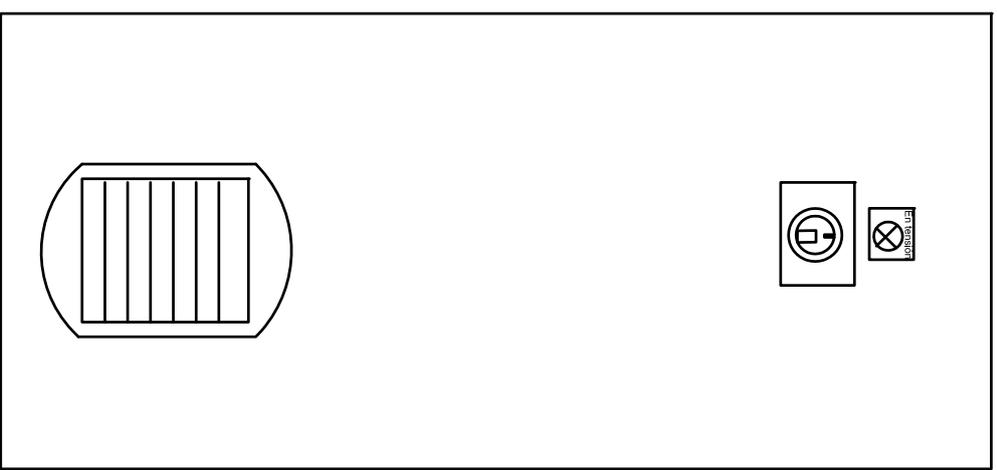
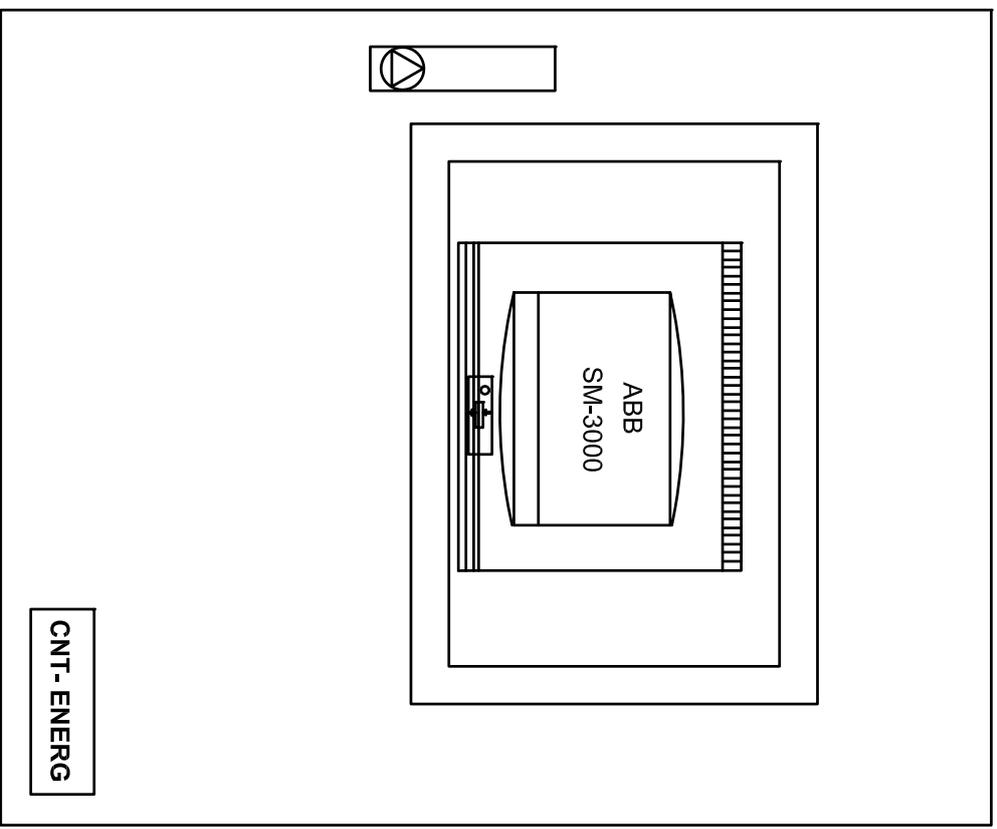
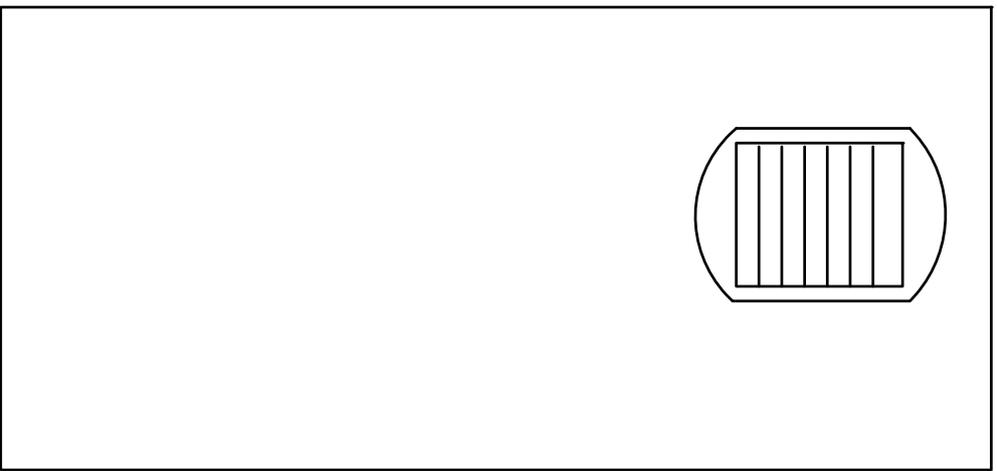


AGUA
HELADA

VAPOR
ACEITES

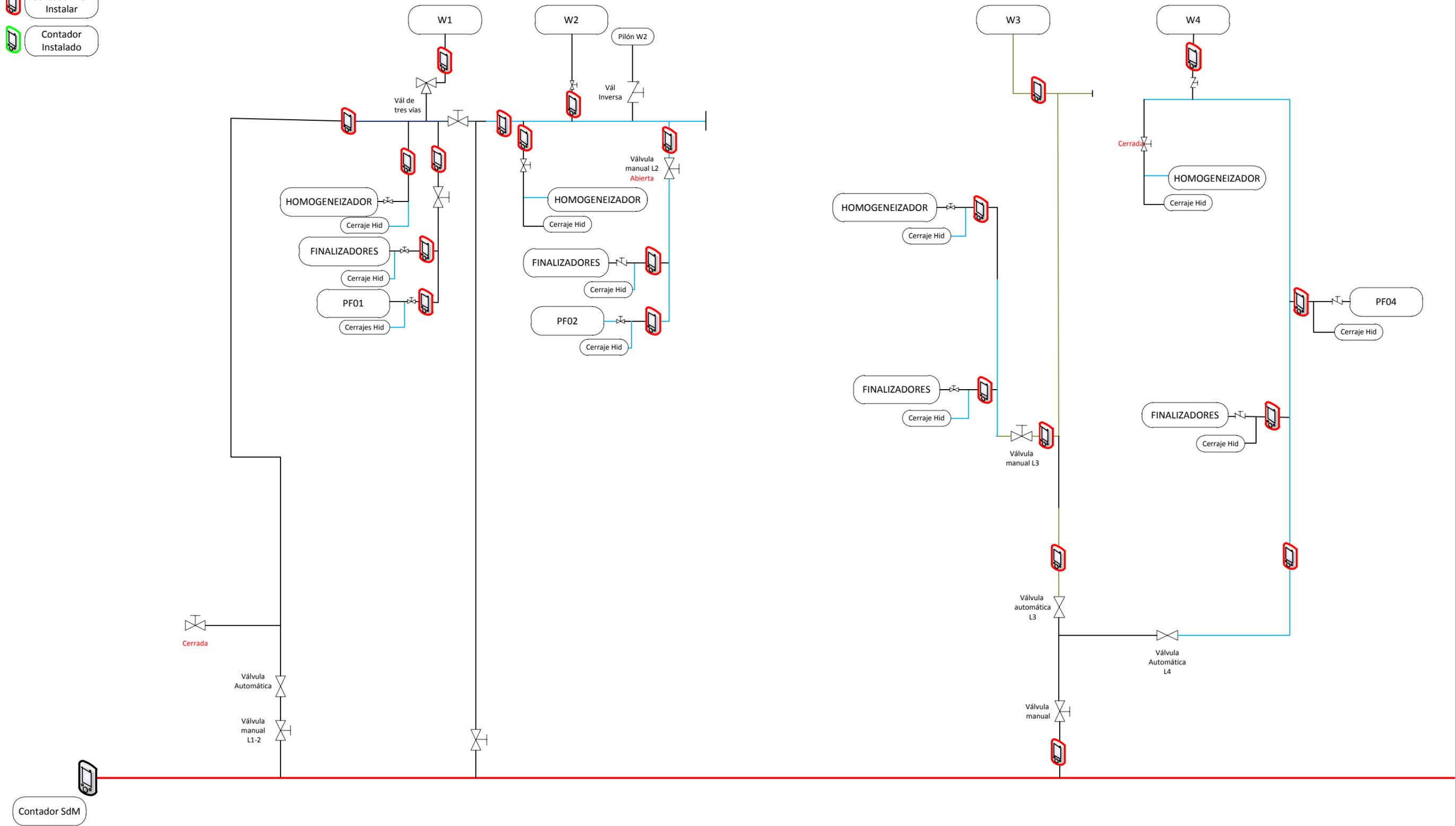
		NOMBRE		FECHA		FIRMA		R. SALARIAL		ENTIDAD	
DIBUJADO		CRISTIAN F..		24/03/2014						EII UVA	
COMPROBADO											
ESCALA		TITULO		SALIDAS ANALÓGICAS				Nº PLANO		9	SUSTITUIDO POR:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39

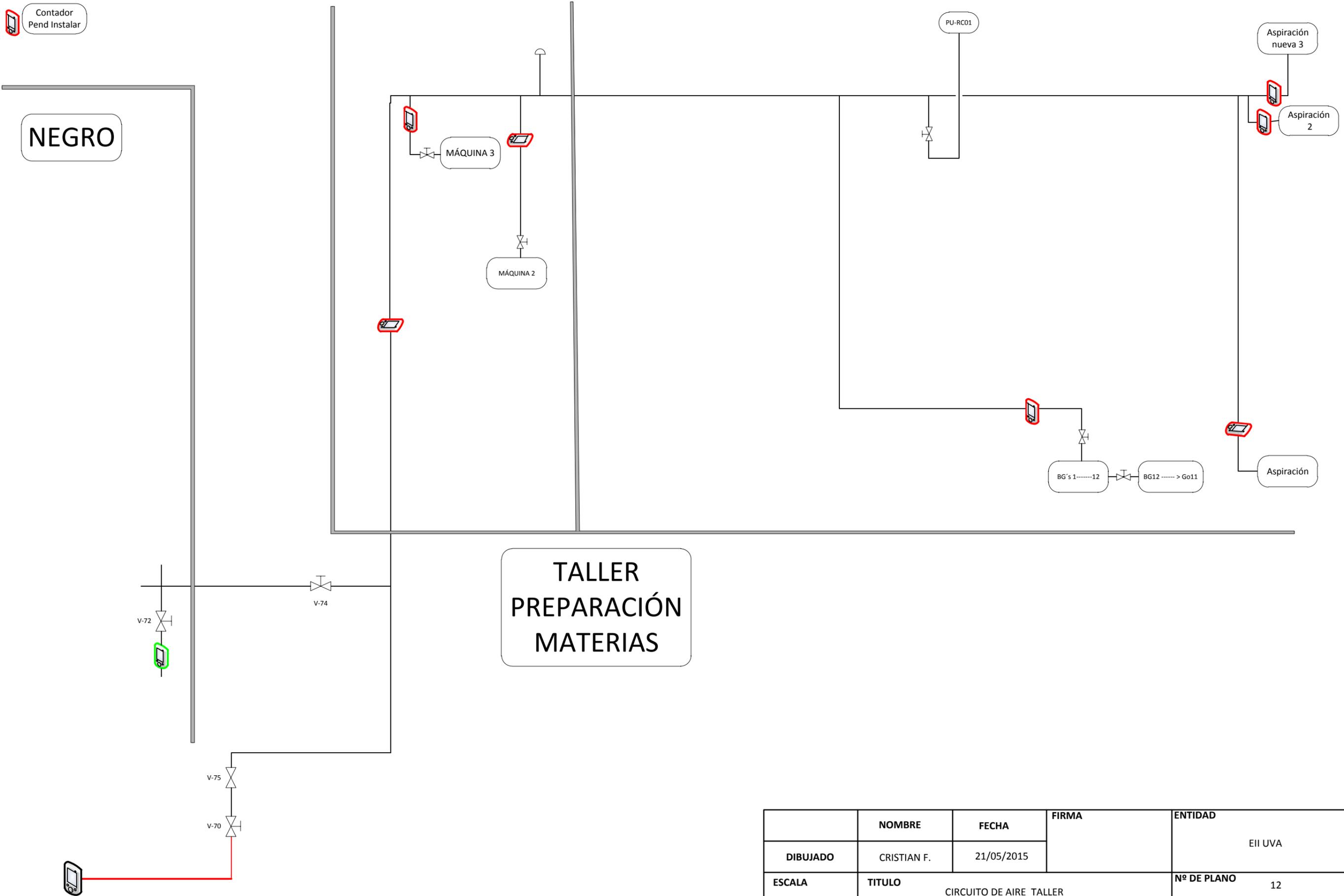
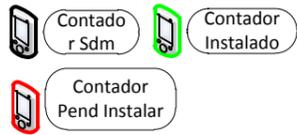


	NOMBRE	FECHA	FIRMA	R. SALARIAL	ENTIDAD
DIBUJADO	CRISTIAN F.	24/03/2014			EII UVA
COMPROBADO					
ESCALA	TITULO	EXTERIOR ARMARIO REGISTRADOR			Nº PLANO 10
					SUSTITUIDO POR:

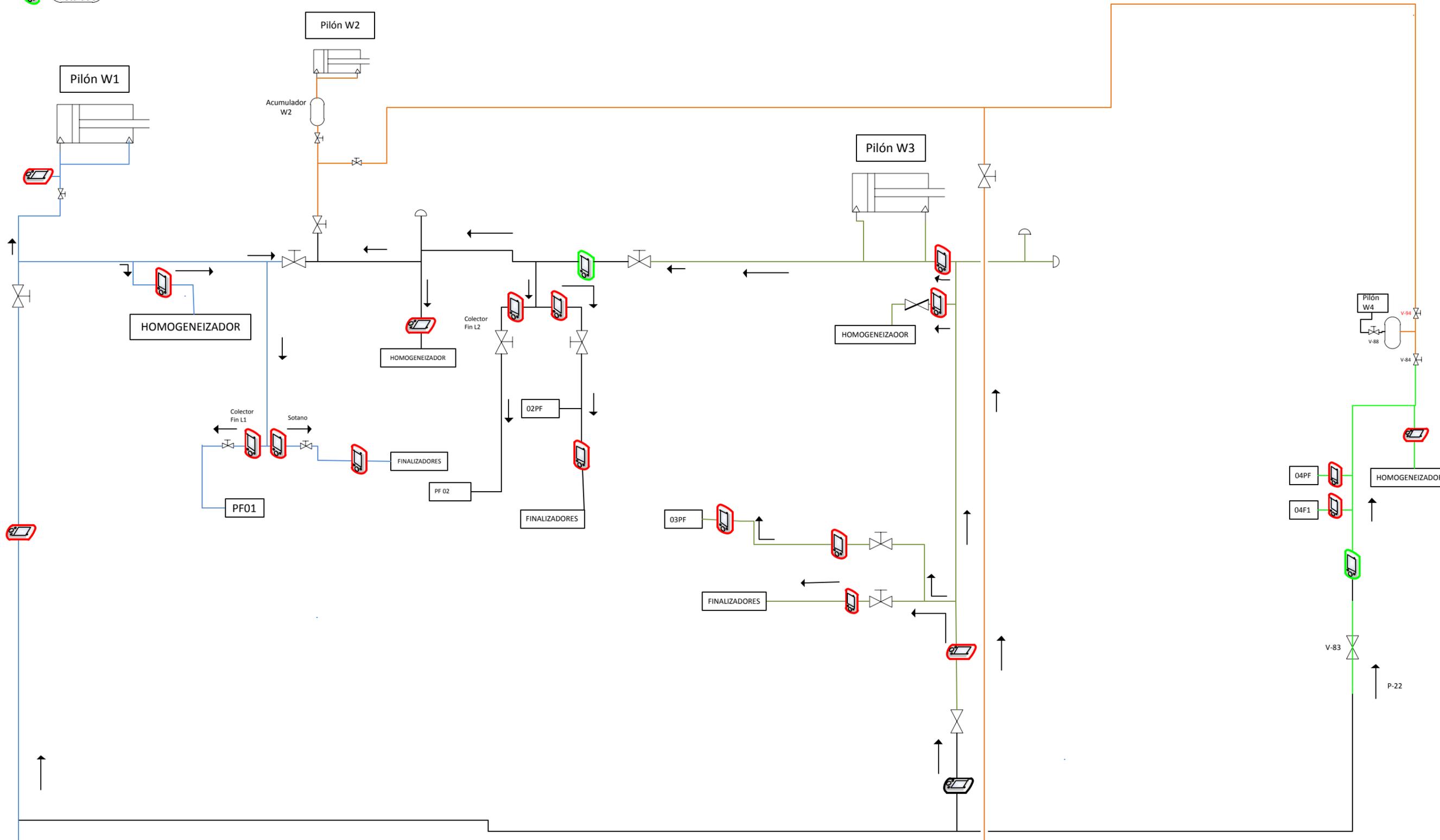
-  Contador SdM
-  Contador Pen Instalar
-  Contador Instalado



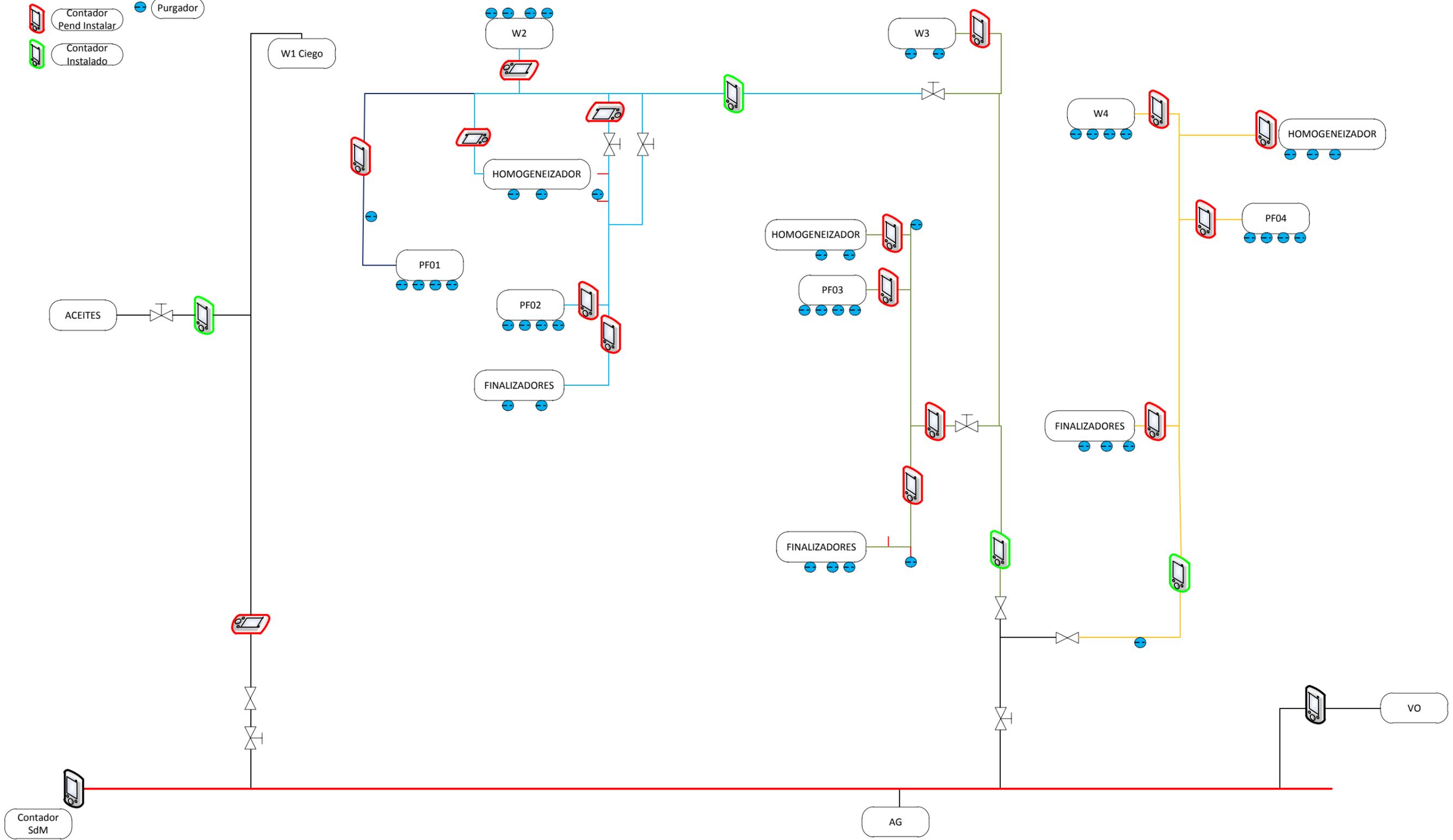
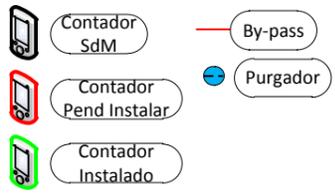
	NOMBRE	FECHA	FIRMA	ENTIDAD
DIBUJADO	CRISTIAN F.	21/05/2015		EII UVA
ESCALA	TITULO			Nº DE PLANO
	AGUA HELADA			11
				COMPROBADO POR:



	NOMBRE	FECHA	FIRMA	ENTIDAD
DIBUJADO	CRISTIAN F.	21/05/2015		EII UVA
ESCALA	TITULO			Nº DE PLANO
	CIRCUITO DE AIRE TALLER PREPARACIÓN			12
				COMPROBADO POR:



	NOMBRE	FECHA	FIRMA	ENTIDAD
DIBUJADO	CRISTIAN F.	21/05/2015		EII UVA
ESCALA	TITULO			Nº DE PLANO
	CIRCUITO DE AIRE ZB			13
	COMPROBADO POR:			



	NOMBRE	FECHA	FIRMA	ENTIDAD
DIBUJADO	CRISTIAN F.	21/05/2015		EII UVA
ESCALA	TITULO	VAPOR SATURADO		Nº DE PLANO 14
				COMPROBADO POR:

PRESUPUESTO



1. CUADRO DE PRECIOS

1.1. Cuadro de precios de materiales.

Capítulo 1- Adquisición de caudalímetros.

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
1.1	Adquisición de caudalímetros de aire.				
	Aire tipo Vortex DN 15.	2	Material	1.567	3.134,00 €
	Aire tipo Vortex DN 25.	24	Material	1.830	43.920,00 €
	Aire tipo Swirl DN 25.	4	Material	2.515	10.060,00 €
	Aire tipo Vortex DN 40.	4	Material	1.876	7.504,00 €
	Aire tipo Swirl DN 40.	2	Material	2.583	5.166,00 €
	Aire tipo Vortex DN 50.	3	Material	1.918	5.754,00 €
SUBTOTAL					75.538,00 €

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
1.2	Adquisición de caudalímetros de vapor.				
	Vapor tipo Swirl DN 32.	2	Material	2.863	5.726,00 €
	Vapor tipo Vortex DN 40.	4	Material	2.110	8.440,00 €
	Vapor tipo Swirl DN 40.	1	Material	2.863	2.863,00 €
	Vapor tipo Vortex DN 50.	6	Material	2.151	12.906,00 €
	Vapor tipo Vortex DN 100.	1	Material	2.527	2.527,00 €
	Vapor tipo Swirl DN 100.	1	Material	3.436	3.436,00 €
SUBTOTAL					35.898,00 €

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
1.3	Adquisición de caudalímetros de agua.				
	Agua tipo Electromagnético DN 65.	2	Material	1.074	2.148,00 €
	Agua tipo Electromagnético DN 80.	14	Material	1.091	15.274,00 €
	Agua tipo Electromagnético DN 100.	2	Material	1.169	2.338,00 €
	Agua tipo Electromagnético DN 200.	3	Material	1.575	4.725,00 €
SUBTOTAL					24.485,00 €
SUBTOTAL ACTIVIDAD					135.921,00 €
IVA					21%
TOTAL ACTIVIDAD					164.464,41 €

Capítulo 2- Adquisición registrador ScreenMaster 3000.

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
2.1	Adquisición de registrador ScreenMaster 3000.				
	Registrador ScreenMaster 3000.	1	Material	4.775	4.775,00 €
SUBTOTAL					4.775,00 €
SUBTOTAL ACTIVIDAD					4.775,00 €
IVA					21%
TOTAL ACTIVIDAD					5.777,75 €

Capítulo 3- Suministro eléctrico.

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
3.1	Adquisición de armario metálico.				
	Armario metálico, de dimensiones aproximadas de 1000x800x400 mm, provisto de ventilador, filtro, etc.	1	Material	1284,03	1.284,03 €
SUBTOTAL					1.284,03 €
Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
3.2	Elementos de mando de conexionado y de protección.				
	Interruptor general de corte en carga 3P/16A.	1	Material	347,82	347,82 €
	Fuente de alimentación 220V/24Vcc.	1	Material	51,898	51,90 €
	Diferencial 2P/25A/30mA.	1	Material	18,689	18,69 €
	Pequeño material eléctrico de conexionado, etiquetado y fijación.	1	Material	413,578	413,58 €
	Material de cableado y conexionado conteniendo: Cable 4x0,5 mm ² apantallado (300m), Tubo flexo con alma de acero, Cable desnudo 6mm ² de CU para T. Tierra.	1	Material	8719,7	8.719,70 €
	Cable de alimentación 220Vca de tipo 3G de 2,5 mm ² .	4500	Metro	7,45	33.525,00 €
	Tubo flexible con alma de acero, y cable de cobre desnudo Z4575R1 de 6 mm ² .	4500	Metro	9,75	43.875,00 €
SUBTOTAL					86.951,69 €
SUBTOTAL ACTIVIDAD					86.951,69 €
IVA					21%
TOTAL ACTIVIDAD					105.211,54 €

1.2. Cuadro de precios de mano de obra.

Capítulo 4- Instalación de caudalímetros.

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
4.1	Instalación de caudalímetros de aire.				
	Aire tipo Vortex DN 15	20	Horas	27,19	679,75 €
	Aire tipo Vortex DN 25.	190	Horas	27,19	5.845,85 €
	Aire tipo Swirl DN 25.	40	Horas	27,19	1.196,36 €
	Aire tipo Vortex DN 40.	40	Horas	27,19	1.196,36 €
	Aire tipo Swirl DN 40.	10	Horas	27,19	299,09 €
	Aire tipo Vortex DN 50.	30	Horas	27,19	897,27 €
SUBTOTAL					10.114,68 €

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
4.2	Instalación de caudalímetros de vapor.				
	Vapor tipo Swirl DN 32.	20	Horas	27,19	598,18 €
	Vapor tipo Vortex DN 40.	40	Horas	27,19	1.196,36 €
	Vapor tipo Swirl DN 40.	10	Horas	27,19	299,09 €
	Vapor tipo Vortex DN 50.	60	Horas	27,19	1.794,54 €
	Vapor tipo Vortex DN 100.	10	Horas	27,19	299,09 €
	Vapor tipo Swirl DN 100.	10	Horas	27,19	299,09 €
SUBTOTAL					4.486,35 €

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
4.3	Instalación de caudalímetros de agua.				
	Agua tipo Electromagnético DN 65.	20	Horas	27,19	598,18 €
	Agua tipo Electromagnético DN 80.	140	Horas	27,19	4.187,26 €
	Agua tipo Electromagnético DN 100.	20	Horas	27,19	598,18 €
	Agua tipo Electromagnético DN 200.	30	Horas	27,19	897,27 €
SUBTOTAL					6.280,89 €
SUBTOTAL ACTIVIDAD					20.881,92 €
IVA					21%
TOTAL ACTIVIDAD					25.267,12 €

Capítulo 5- instalación de registradores ScreenMaster 3000 y autómatas Allen Bradley.

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
5.1	Instalación de registrador SM 3000.				
	Registrador ScreenMaster 3000.	80	Horas	27,19	2.392,72 €
SUBTOTAL					2.392,72 €

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
5.2	Instalación de autómatas Allen Bradley.				
	Automata Allen Bradley.	97	Horas	27,19	2.901,17 €
SUBTOTAL					2.901,17 €
SUBTOTAL ACTIVIDAD					5.293,89 €
IVA					21%
TOTAL ACTIVIDAD					6.405,61 €

Capítulo 6- instalación de armario, componentes de mando y fuerza, y cableado.

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
6.1	Instalación de armario.				
	Instalación y colocación de armario en pared.	2	Horas	27,19	59,82 €
SUBTOTAL					59,82 €

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
6.2	Instalación de componentes de mando, fuerza y cableado.				
	Suministro, tendido y conexionado de cable de alimentación 220Vca	60	Horas	27,19	1.903,30 €
	Cableado de señales de 4 a 20mA	100	Horas	27,19	2.990,90 €
	Tendido y conexionado, de red Ethernet de Telemetría.	1	Horas	27,19	29,91 €
	Tendido y conexionado, de red Ethernet de Telemetría para Control Logix.	1	Horas	27,19	29,91 €
SUBTOTAL					4.954,02 €
SUBTOTAL ACTIVIDAD					5.013,84 €
IVA					21%
TOTAL ACTIVIDAD					6.066,74 €

2. PRECIO DESCOMPUESTO

Capítulo 1- Adquisición de caudalímetros.

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
1.1	Adquisición de caudalímetros de aire.				
	Caudalimetro de aire tipo Vortex DN 15				
	Caudalimetro Vortex DN 15	2	Material	1567	3.134,00 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	3134	313,40 €
	SUBTOTAL				3.447,40 €
	Caudalimetro de aire tipo Vortex DN 15 y 25.				
	Caudalimetro Vortex DN 25.	19	Material	1830	34.770,00 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	34770	3.477,00 €
SUBTOTAL				38.247,00 €	
	Caudalimetro de aire tipo Swirl DN 25.				
	Caudalimetro Swirl DN 25.	4	Material	2515	10.060,00 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	10060	1.006,00 €
SUBTOTAL				11.066,00 €	
	Caudalimetro de aire tipo Vortex DN 40.				
	Caudalimetro Vortex DN 40.	4	Material	1876	7.504,00 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	7504	750,40 €
SUBTOTAL				8.254,40 €	
	Caudalimetro de aire tipo Swirl DN 40.				
	Caudalimetro Swirl DN 40.	1	Material	2583	2.583,00 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	2583	258,30 €
SUBTOTAL				2.841,30 €	
	Caudalimetro de aire tipo Vortex DN 50.				
	Caudalimetro Vortex DN 50.	3	Material	1918	5.754,00 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	5754	575,40 €
SUBTOTAL				6.329,40 €	

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
1.2	Adquisición de caudalímetros de vapor.				
	Caudalimetro de vapor tipo Swirl DN 32.				
	Caudalimetro Swirl DN 32.	2	Material	2863	5.726,00 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	5726	572,60 €
SUBTOTAL				6.298,60 €	

Caudalimetro de vapor tipo Vortex DN 40.					
Caudalimetro Vortex DN 40.	4	Material	2110	8.440,00 €	
Costes indirectos.	10%	Porcentaje	8440	844,00 €	
SUBTOTAL				9.284,00 €	

Caudalimetro de vapor tipo Swirl DN 40.					
Caudalimetro Swirl DN 40.	1	Material	2863	2.863,00 €	
Costes indirectos.	10%	Porcentaje	2863	286,30 €	
SUBTOTAL				3.149,30 €	

Caudalimetro de vapor tipo Vortex DN 50.					
Caudalimetro Vortex DN 50.	6	Material	2151	12.906,00 €	
Costes indirectos.	10%	Porcentaje	12906	1.290,60 €	
SUBTOTAL				14.196,60 €	

Caudalimetro de vapor tipo Vortex DN 100.					
Caudalimetro Vortex DN 100.	1	Material	2527	2.527,00 €	
Costes indirectos.	10%	Porcentaje	2527	252,70 €	
SUBTOTAL				2.779,70 €	

Caudalimetro de vapor tipo Swirl DN 100.					
Caudalimetro Swirl DN 100.	1	Material	3436	3.436,00 €	
Costes indirectos.	10%	Porcentaje	3436	343,60 €	
SUBTOTAL				3.779,60 €	

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
1.3	Adquisición de caudalímetros de agua.				
Caudalimetro de agua tipo electromagnético DN 65.					
Caudalimetro electromagnético DN 65.	2	Material	1074	2.148,00 €	
Costes indirectos.	10%	Porcentaje	2148	214,80 €	
SUBTOTAL				2.362,80 €	
Caudalimetro de agua de tipo electromagnético DN 80.					
Caudalimetro electromagnético DN 80.	14	Material	1091	15.274,00 €	
Costes indirectos.	10%	Porcentaje	15274	1.527,40 €	
SUBTOTAL				16.801,40 €	
Caudalimetro de agua de tipo electromagnético DN 100.					
Caudalimetro electromagnético DN 100.	2	Material	1169	2.338,00 €	
Costes indirectos.	10%	Porcentaje	2338	233,80 €	
SUBTOTAL				2.571,80 €	

	Caudalimetro de agua de tipo electromagnético DN 200.				
	Caudalimetro electromagnético DN 200.	3	Material	1575	4.725,00 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	4725	472,50 €
SUBTOTAL					5.197,50 €

Capítulo 2- Adquisición registrador ScreenMaster 3000.

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
2.1	Adquisición de registrador ScreenMaster 3000.				
	Compra de registrador ScreenMaster 3000.				
	Registrador ScreenMaster 3000.	1	Material	4297,5	4.775,00 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	4775	477,50 €
SUBTOTAL					5.252,50 €

Capítulo 3- Suministro eléctrico.

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
3.1	Adquisición de armario metálico.				
	Armario metálico, de dimensiones aproximadas de 1000x800x400 mm, provisto de placa de montaje y accesorios (ventilador, filtro, etc.).				
	Armario metálico.	1	Material	1167,3	1167,3
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	1167,3	116,73 €
SUBTOTAL					1.284,03 €

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
3.2	Elementos de mando de conexionado y de protección.				
	Interruptor general de corte en carga 3P/16A.				
	Interruptor general 3P/16A.	1	Material	316,2	316,20 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	316,2	31,62 €
SUBTOTAL					347,82 €

	Fuente de alimentación 220V/24Vcc.				
	Fuente de alimentación 220V/24Vcc.	1	Material	47,18	47,18 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	47,18	4,72 €
SUBTOTAL					51,90 €

Toma de corriente, con diferencial 2P/25A/30mA, para conexión de PC.					
Diferencial 2P/25A/30mA.	1	Material	16,99	16,99 €	
Costes indirectos.	10%	Porcentaje	16,99	1,70 €	
SUBTOTAL				18,69 €	
Pequeño material eléctrico de conexionado, etiquetado y fijación.					
Pequeño material.	1	Material	375,98	375,98 €	
Costes indirectos.	10%	Porcentaje	375,98	37,60 €	
SUBTOTAL				413,58 €	
Material de cableado y conexionado conteniendo: Cable 4x0,5 mm ² apantallado, Tubo flexo con alma de acero, Cable desnudo 6mm ² de CU para T. Tierra.					
Material de cableado y conexionado.	1	Material	7927	7.927,00 €	
Costes indirectos.	10%	Porcentaje	7927	792,70 €	
SUBTOTAL				8.719,70 €	
Cable de alimentación 220Vca de tipo 3G de 2,5 mm ² .					
Cable de tipo 3G de 2,5 mm ² .	4500	Material	7,45	33.525,00 €	
Costes indirectos.	10%	Porcentaje	33525	3.352,50 €	
SUBTOTAL				36.877,50 €	
Tubo flexible con alma de acero, y cable de cobre desnudo Z4575R1 de 6 mm ² .					
Tubo flexible con alma de acero, y cable de cobre desnudo Z4575R1 de 6 mm ² .	4500	Material	9,75	43.875,00 €	
Costes indirectos.	10%	Porcentaje	43875	4.387,50 €	
SUBTOTAL				48.262,50 €	

Capítulo 4- Instalación de caudalímetros.

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)	
4.1	Instalación de caudalímetros de aire.					
Instalación de caudalímetros de aire de tipo Vortex DN 15.						
	Oficial de electricista.	1 ^o	20	Horas	27,19	543,80 €
	Oficial de fontanero.	1 ^o	30	Horas	27,19	815,70 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	1359,5	135,95 €	
SUBTOTAL				1.495,45 €		

Instalación de caudalímetros de aire de tipo Vortex DN 25.					
Oficial de electricista.	1º	100	Horas	27,19	2.719,00 €
Oficial de fontanero.	1º	150	Horas	27,19	4.078,50 €
Costes indirectos.		10%	Porcentaje	6797,5	679,75 €
SUBTOTAL					7.477,25 €
Instalación de caudalímetros de aire de tipo Swirl DN 25.					
Oficial de electricista.	1º	10	Horas	27,19	271,90 €
Oficial de fontanero.	1º	30	Horas	27,19	815,70 €
Costes indirectos.		10%	Porcentaje	1087,6	108,76 €
SUBTOTAL					1.196,36 €
Instalación de caudalímetros de aire de tipo Vortex DN 40.					
Oficial de electricista.	1º	10	Horas	27,19	271,90 €
Oficial de fontanero.	1º	30	Horas	27,19	815,70 €
Costes indirectos.		10%	Porcentaje	1087,6	108,76 €
SUBTOTAL					1.196,36 €
Instalación de caudalímetros de aire de tipo Swirl DN 40.					
Oficial de electricista.	1º	2	Horas	27,19	54,38 €
Oficial de fontanero.	1º	8	Horas	27,19	217,52 €
Costes indirectos.		10%	Porcentaje	271,9	27,19 €
SUBTOTAL					299,09 €
Instalación de caudalímetros de aire de tipo Swirl DN 40.					
Oficial de electricista.	1º	10	Horas	27,19	271,90 €
Oficial de fontanero.	1º	20	Horas	27,19	543,80 €
Costes indirectos.		10%	Porcentaje	815,7	81,57 €
SUBTOTAL					897,27 €

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
4.2	Instalación de caudalímetros de vapor.				
	Instalación de caudalímetros de vapor de tipo Swirl DN 32.				
	Oficial de 1º electricista.	5	Horas	27,19	135,95 €
	Oficial de 1º fontanero.	15	Horas	27,19	407,85 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	543,8	54,38 €
				SUBTOTAL	598,18 €
	Instalación de caudalímetros de vapor de tipo Vortex DN 40.				
	Oficial de 1º electricista.	10	Horas	27,19	271,90 €
	Oficial de 1º fontanero.	30	Horas	27,19	815,70 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	1087,6	108,76 €
				SUBTOTAL	1.196,36 €
	Instalación de caudalímetros de vapor de tipo Swirl DN 40.				
	Oficial de 1º electricista.	3	Horas	27,19	81,57 €
	Oficial de 1º fontanero.	7	Horas	27,19	190,33 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	271,9	27,19 €
				SUBTOTAL	299,09 €
	Instalación de caudalímetros de vapor de tipo Vortex DN 50.				
	Oficial de 1º electricista.	20	Horas	27,19	543,80 €
	Oficial de 1º fontanero.	40	Horas	27,19	1.087,60 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	1631,4	163,14 €
				SUBTOTAL	1.794,54 €
	Instalación de caudalímetros de vapor de tipo Vortex DN 100.				
	Oficial de 1º electricista.	3	Horas	27,19	81,57 €
	Oficial de 1º fontanero.	7	Horas	27,19	190,33 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	271,9	27,19 €
				SUBTOTAL	299,09 €

	Instalación de caudalímetros de vapor de tipo Swirl DN 100.				
	Oficial de 1º electricista.	3	Horas	27,19	81,57 €
	Oficial de 1º fontanero.	7	Horas	27,19	190,33 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	271,9	27,19 €
				SUBTOTAL	299,09 €

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
4.3	Instalación de caudalímetros de agua.				
	Instalación de caudalímetros de Agua de tipo Electromagnético DN 65.				
	Oficial de 1º electricista.	5	Horas	27,19	135,95 €
	Oficial de 1º fontanero.	15	Horas	27,19	407,85 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	543,8	54,38 €
				SUBTOTAL	598,18 €

	Instalación de caudalímetros de Agua de tipo Electromagnético DN 80.				
	Oficial de 1º electricista.	50	Horas	27,19	1.359,50 €
	Oficial de 1º fontanero.	90	Horas	27,19	2.447,10 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	3806,6	380,66 €
				SUBTOTAL	4.187,26 €

	Instalación de caudalímetros de Agua de tipo Electromagnético DN 100.				
	Oficial de 1º electricista.	5	Horas	27,19	135,95 €
	Oficial de 1º fontanero.	15	Horas	27,19	407,85 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	543,8	54,38 €
				SUBTOTAL	598,18 €

	Instalación de caudalímetros de Agua de tipo Electromagnético DN 200.				
	Oficial de 1º electricista.	10	Horas	27,19	271,90 €
	Oficial de 1º fontanero.	20	Horas	27,19	543,80 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	815,7	81,57 €
				SUBTOTAL	897,27 €

Capítulo 5- instalación de registradores ScreenMaster 3000 y autómatas Allen Bradley.

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
5.1	Instalación de registrador SM 3000.				
	Instalación de registrador ScreenMaster 3000.				
	Oficial de 1º electricista.	40	Horas	27,19	1.087,60 €
	Peón ordinario electricista.	40	Horas	27,19	1.087,60 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	2175,2	217,52 €
SUBTOTAL					2.392,72 €

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
5.2	Instalación de autómatas Allen Bradley.				
	Instalación de registrador ScreenMaster 3000.				
	Programador automata Allen Bradley.	27	Horas	27,19	734,13 €
	Oficial de 1º electricista.	35	Horas	27,19	951,65 €
	Peón ordinario electricista.	35	Horas	27,19	951,65 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	2637,43	263,74 €
SUBTOTAL					2.901,17 €

Capítulo 6- instalación de armario, componentes de mando y fuerza, y cableado.

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
6.1	Instalación de armario.				
	Instalación y colocación de armario en pared.				
	Oficial de 1º albañil.	1	Horas	27,19	27,19 €
	Peón ordinario albañil.	1	Horas	27,19	27,19 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	54,38	5,44 €
SUBTOTAL					59,82 €

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Tip. Unidad	Precio (€)	Importe (€)
6.2	Instalación de componentes de mando, fuerza y cableado.				
	Suministro, tendido y conexionado de cable de alimentación 220Vca				
	Oficial de 1º electricista.	50	Horas	27,19	1.359,50 €
	Peón ordinario electricista.	50	Horas	27,19	1.359,50 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	2719	271,90 €
				SUBTOTAL	2.990,90 €
	Cableado de señales de 4 a 20mA Hasta AG de telemetría de L1, Farrel, L3-L4, C Gomas. Modificación en Chasis de Telemetría para colocar protecciones automáticas en cada uno de ellos. Conexión de alimentación en contadores.				
	Oficial de 1º electricista.	50	Horas	27,19	1.359,50 €
	Peón ordinario electricista.	50	Horas	27,19	1.359,50 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	2719	271,90 €
				SUBTOTAL	2.990,90 €
	Suministro, tendido y conexionado, de red Ethernet de Telemetría para Registrador.				
	Oficial de 1º electricista.	0,5	Horas	27,19	13,60 €
	Peón ordinario electricista.	0,5	Horas	27,19	13,60 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	27,19	2,72 €
				SUBTOTAL	29,91 €
	Suministro, tendido y conexionado, de red Ethernet de Telemetría para Control Logix.				
	Oficial de 1º electricista.	0,5	Horas	27,19	13,60 €
	Peón ordinario electricista.	0,5	Horas	27,19	13,60 €
	Costes indirectos.	10%	Porcentaje	27,19	2,72 €
				SUBTOTAL	29,91 €

3. MEDICIONES

Actividad	Descripción de unidades	Unidad	Precio (€)	Importe (€)
1.1	Adquisición de caudalímetros de aire.	1	75538	75.538,00 €
1.2	Adquisición de caudalímetros de vapor.	1	35898	35.898,00 €
1.3	Adquisición de caudalímetros de agua.	1	24485	24.485,00 €
2.1	Adquisición de registrador ScreenMaster 3000.	1	4775	4.775,00 €
3.1	Adquisición de armario metálico.	1	1284,03	1.284,03 €
3.2	Elementos de mando de conexionado y de protección.	1	86951,69	86.951,69 €
4.1	Instalación de caudalímetros de aire.	1	10114,68	10.114,68 €
4.2	Instalación de caudalímetros de vapor.	1	4486,35	4.486,35 €
4.3	Instalación de caudalímetros de agua.	1	6280,89	6.280,89 €
5.1	Instalación de registrador SM 3000.	1	2392,72	2.392,72 €
5.2	Instalación de automata Allen Bradley.	1	2901,173	2.901,17 €
6.1	Instalación de armario.	1	59,818	59,82 €
6.2	Instalación de componentes de mando, fuerza y cableado.	1	4954,018	4.954,02 €

4. RESUMEN DE CAPÍTULOS

Capítulos	Resumen	Importe (€)	Porcentaje (%)
1	Adquisición de caudalímetros.	135.921,00 €	53%
2	Adquisición registrador ScreenMaster 3000.	4.775,00 €	2%
3	Suministro eléctrico.	86.951,69 €	34%
4	Instalación de caudalímetros.	20.881,92 €	8%
5	Instalación de registrador ScreenMaster 3000 y autómata Allen Bradley.	5.293,89 €	2%
6	Instalación de armario, componentes de mando y fuerza, y cableado.	5.013,84 €	2%
SUBTOTAL PROYECTO		258.837,33 €	
IVA (21%)		54.355,84 €	
TOTAL PROYECTO		313.193,17 €	



ANEXOS



ANEXO I: DIÁMETRO Y CAUDAL ESTIMADO POR MÁQUINA

A continuación, se representa el diámetro y el caudal máximo estimado que tiene cada tubería originalmente en cada una de las máquinas en la que se pretende instalar un contador, diferenciado según el fluido y la línea de fabricación en la que se encuentra.

AIRE.

Ejemplo de Línea.

SITUACIÓN	DN	CAUDAL MÁX EST (m ³ /h)
Mezclador	80	700
Homogeneizador	25	150
Colector	25	150
Finalizador	25	120
Sótano	40	300
General Línea	50	1250

Taller de preparación de materias.

SITUACIÓN	DN	CAUDAL MÁX EST (m ³ /h)
Máquina 1	25	150
Máquina 2	25	150
Máquina 3	15	100
BG´s	15	100
Aspiración 2	25	150
Aspiración 1	25	150
Tras los Secadores	65	300
Negro	60	200
General	40	250

VAPOR SATURADO.

Ejemplo de Línea.

SITUACIÓN	DN	CAUDAL MÁX EST (T/h)
Mezclador	40	0.6
Homogeneizador	40	0.2
Finalizador	40	0.2
Sótano	100	0.6
Perfiladora	32	0.2

AGUA HELADA.

Ejemplo de Línea.

SITUACIÓN	DN	CAUDAL MÁX EST (m ³ /h)
Homogeneizador	80	20
Finalizador	65	25
Perfiladora	65	30
General Línea	80	250
Sótano	200	150
Mezclador	100	70

ANEXO II: UBICACIÓN Y TIPO DE CADA CONTADOR

En el siguiente anexo se representan los tipos de contadores que se instalarán en cada una de las maquinas dependiendo de las características necesarias en cada una de las zonas, estas tablas están diferenciadas por los diferentes fluidos que por ellas pasan y la zona del taller donde se encuentran.

AIRE

Ejemplo de Línea.

SITUACIÓN	DN (mm)	TIPO	RANGO (m ³ /h)	PÉRDIDAS DE CARGA (mbar)
Mezclador	50	Vortex	127 - 3753	13.2
Homogeneizador	25	Vortex	47.6 - 1126	8
Colector	25	Vortex	47.6 - 1126	8
Finalizadores	25	Swirl	20.2 - 375.3	18.6
Sótano	40	Vortex	121 - 2927	6.19
General Línea 1	50	Vortex	127 - 3759	41.9

Taller de preparación de materias.

SITUACION	DN (mm)	TIPO	RANGO (m ³ /h)	PÉRDIDAS DE CARGA (mbar)
Máquina 1	25	Vortex	47.6 - 1126	8
Máquina 2	25	Vortex	47.6 - 1126	8
Máquina 3	15	Vortex	12.6 - 178	26.8
BG´s	15	Vortex	47.6 - 1126	26.8
Aspiración 2	25	Vortex	47.6 - 1126	8
Nueva aspiración 3	25	Vortex	47.6 - 1126	8
Negro	65	Vortex	126 - 3708	1.7
General	40	Vortex	120 - 2892	4.35
Aspiración 1	25	Vortex	47.6 - 1126	8

VAPOR SATURADO.

Ejemplo de Línea.

SITUACIÓN	DN (mm)	TIPO	RANGO (T/h)	PÉRDIDAS DE CARGA (mbar)
Homogeneizador	40	Swirl	0.022 - 0.4114	29
Perfiladora	32	Swirl	0.015 - 0.2674	48
Sótano	100	Vortex	0.28 - 4	1.83
Mezclador	40	Vortex	0.0567 - 0.8	69.8

AGUA HELADA.

Ejemplo de Línea.

SITUACIÓN	DN (mm)	TIPO	RANGO (m ³ /h)	PÉRDIDAS DE CARGA (mbar)
Finalizadores	80	EM	0 - 180	-
Mezclador	80	EM	0 - 180	-
Perfiladora	65	EM	0 - 120	-
Sótano	100	EM	0 - 240	-
General Línea	200	EM	0 - 1080	-

BIBLIOGRAFÍA



ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO

1. www.w3.org (20/2/2015) – Estándar
2. Guía del usuario IM/SM3000–E Rev. L (ABB) – Registrador
3. Especificación Técnica D184S035U05 Rev. 12 (ABB) – Registrador
4. Data sheet DS/FSV430/450-EN Rev.B (ABB) - Caudalímetros
5. www.abb.com/instrumentation (Febrero-Marzo 2015) - Catálogo de productos de ABB
6. <http://www.hyperphysics.phy> (Marzo 2015) – Principios de medida de caudalímetros
7. Reglamento ITC/BT de Baja Tensión.
8. Manual Visual Basic para Excel
9. <https://msdn.microsoft.com/es-es> (Marzo 2015) - Guía de ayuda de programas Microsoft
10. www.mailxmail.com (Marzo 2015) – Curso tutorial de Visual Basic
11. <http://redestelematicas.com/el-switch-como-funciona-y-sus-principales-caracteristicas/> (Abril 2015) – Switch
12. literature.rockwellautomation.com (Marzo 2015) – Manual del autómatas