



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática**

**DETECCIÓN DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LOS  
CIRCUITOS DE ASPIRACIÓN Y GESTIÓN DE ENERGÍA DE LA  
ACTIVIDAD DE MEZCLAS**

**Autor:**

**Velasco Gutiérrez, Daniel**

**Tutor:**

**García Ruiz, F. Javier  
Departamento de Ingeniería  
de Sistemas y Automática.**

**Valladolid,  
septiembre de 2019.**



## Resumen:

Este trabajo final de grado consiste en la mejora de un sistema ya existente, automatizando la obtención de datos, su tratamiento y conclusiones.

Su objetivo final es recoger datos de presión para poder cuantificar el estado a lo largo del tiempo de unas instalaciones de aspiración, mejorando el rendimiento energético y el controlando el estos conductos; superando los obstáculos técnicos que ello supone a través de diseño, supervisión e instalación de un sistema hardware de captación de datos con la menor carga computacional posible.

Además, implementaré unas aplicaciones de tipo “software” para almacenar información, datarla y visualizarla; aparte de la comunicación entre las aplicaciones. También diseñaré un algoritmo para la detección de la obstrucción de los conductos.

Por último, realizaré un estudio de los datos obtenidos, analizando las distintas situaciones, detectando los cambios de presión y determinando sus causas, para obtener un método de detección de las diferentes situaciones posibles.

## Palabras claves:

Aspiraciones, Automático, Detección, “SmallData” y Optimización.

### Resumen en ingles:

This Bachelor final project entails the improvement of an already existent system, automating the collection of data, its treatment and conclusions.

Its final objective is to gather information using the pressure to quantify the state within the time in a fume suction plant. Improving the energetic performance and the state of the suction pipes. Overcoming the technical obstacles that are to be encountered by designing and supervising the installation of a data collecting hardware system with a minimal computing workload.

Furthermore, I will create a series of software utilities that will store the data over time, will allow the communication between apps and will make that data visible. I will also create an algorithm in order to detect the obstruction of the conducts.

In the end, I will carry a study of the obtained data, analyzing the different situations, detecting the pressure changes and diagnosing the causes in order to obtain the detection method of the different possible states.

### Palabras claves en ingles:

“Extraction system”, “Automatic”, “Detection”, “SmallData” and “Optimization”.

## Índice:

1	Introducción.....	7
1.1.	Objetivos:.....	9
1.1.1	Objetivos técnicos:.....	9
1.1.2	Objetivos funcionales:.....	9
2.	Cambios a desarrollar. ....	11
2.1.	Situación actual.....	11
2.2.	Objetivos de las modificaciones.....	12
3	Cambios a desarrollar: Elementos Impuestos: .....	15
3.1	Introducción:.....	15
3.2	Sensor de Presión:.....	15
3.3	Cableado:.....	17
3.4	Autómata: .....	20
3.5	Desarrollo SQL:.....	26
3.5.1	Tabla aspiración:.....	27
3.5.2	Tabla AspPrueba: .....	29
3.6	Desarrollo WinCC: .....	30
3.7	Desarrollo Visual Studio: .....	37
4	Resultados y Conclusiones: .....	53
4.1	Resultados.....	53
4.2	Análisis casos puntuales:.....	54
4.2.1	Caso de obstrucción de filtros de mangas. ....	61
4.3	Análisis caso general. ....	62
4.3.1	Tipo 1 .....	62
4.3.2	Tipo 2: .....	71
4.4	Conclusiones Finales: .....	75
5	Bibliografía: .....	77
	Anexos:.....	78



# Capítulo 1: Introducción y Objetivos.

## 1 Introducción

La empresa Michelin España y Portugal más concretamente en la sede de Valladolid pretende mejorar el sistema de aspiraciones en el taller de mezclas, pudiendo extrapolar esta mejora a otras industrias y/o líneas de producción.

El sistema de aspiraciones está compuesto por un motor que genera el flujo, los conductos por donde circula dicho flujo, válvulas automáticas para cambiar entre modo general o modo recuperación y unos filtros de mangas,

En más detalle el sistema de aspiraciones funciona de la siguiente manera, el motor genera una corriente que crea un flujo entre los finales de los conductos (posicionados alrededor de las maquinas) y los filtros de mangas, como vemos en la figura 1. Las partículas absorbidas se transportan hasta los filtros de mangas donde quedan capturados por estos. Después se limpian, soplando a través de un sistema neumático las mangas, depositando las partículas en el fondo de la estructura donde se reutiliza para nuevas mezclas.

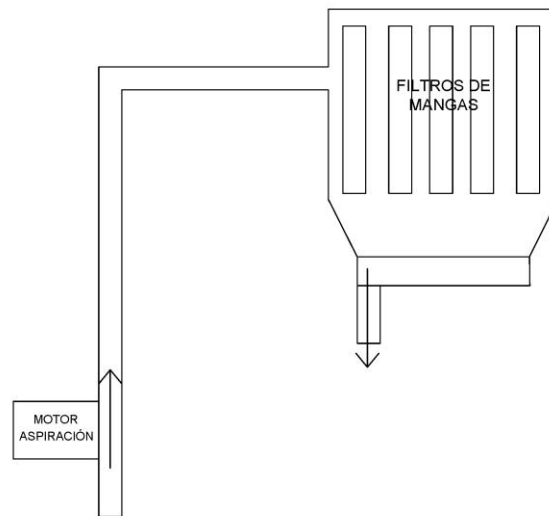


Figura1: Esquema aspiraciones:

El sistema puede trabajar en modo general o en modo recuperación. Cada modo dispone de un conjunto de conductos y un motor por si un sistema falla, entrar el contrario, asegurando el funcionamiento del sistema de aspiraciones en caso de fallo.

Este sistema se encarga de recoger todas las partículas que se desprenden de la mezcla en su proceso de fabricación. En su mayoría, se trata de negro de humo y sílice.

Dicho elemento, el negro de humo, es un compuesto mayormente formado de carbono que se obtiene mediante la combustión incompleta de aceites, grasas, brea, maderas, plantas o gases. Este compuesto aporta resistencia a la abrasión, resistencia a la tensión y disipación de calor.

Aunque el negro de humo no es dañino para los seres vivos, ya que es un componente amorfo que el organismo expulsa naturalmente, es perjudicial para los componentes electrónicos (por ejemplo, los variadores de frecuencia digitales) pudiendo producir cortocircuitos, destruyendo el dispositivo, ardiendo y extendiéndose la llama producida. Además, ensucia toda la zona en la que estén dichas partículas en el ambiente.

La sílice incorpora las características de un menor consumo de combustible, mejor agarre, especialmente en condiciones de humedad, además de un menor desgaste.

Además, el negro de humo tiene la característica de formar un bloque compacto que se adhiere al interior de los conductos, reduciendo el diámetro útil (pudiendo incluso bloquear el caudal) y aumentando la rugosidad. Si estas



características se dan, ocurre la siguiente situación, aumenta el consumo del motor que genera un flujo para mantener el caudal de aspiración constante. Controlar y mantener el estado de los conductos supone una mejora en el consumo energético.

El sistema de aspiraciones absorbe un 7,69% del consumo energético anual. Optimizando el estado del sistema de aspiraciones podemos reducir el consumo energético del taller y por lo tanto el económico.

Todas las partículas aspiradas se recuperan para su reincorporación en otras mezclas, reduciendo el consumo de negro de humo, disminuyendo la facturación de negro de humo adquirido.

Concluimos que controlando el sistema de aspiraciones mejoraríamos tanto en el aspecto económico como en el de producción.

Entonces, conociendo el estado de los conductos en cada momento, podemos planificar la limpieza, estando en todo momento en el estado óptimo, disminuimos la energía utilizada, produciendo el mismo caudal, aumentando la vida útil de los elementos electrónicos colindantes y reduciendo la cantidad de partículas en el ambiente.

### 1.1. Objetivos:

Dividimos los objetivos en dos categorías. Objetivos técnicos y objetivos finales o funcionales.

Los objetivos técnicos o de ingeniería surgen como paso previo para cumplir un objetivo práctico que pretende mejorar el proceso productivo económica y laboralmente.

#### 1.1.1 Objetivos técnicos:

- Diseño, instalación y verificación de los detectores de presión.
- Modificación de “hardware” y “software” del autómata.
- Creación de base de datos con menor carga computacional posible.
- Tratamiento y almacenamiento de la nueva base de datos.
- Visualización de tablas, gráficas y alarmas de una forma práctica.

#### 1.1.2 Objetivos funcionales:

- Controlar en todo momento el estado de los conductos para poder cumplir los siguientes objetivos.
- Mejora del rendimiento energético de las instalaciones de aspiración.
- Disminución de las partículas suspendidas procedentes en la producción.
- Detección previa de una obstrucción en un conducto específico.



# Capítulo 2: Cambios a desarrollar.

## 2. Cambios a desarrollar.

### 2.1. Situación actual.

Para cumplir correctamente los objetivos del sistema del control del grupo de aspiraciones debemos conocer el estado inicial del que partimos.

Nos centraremos en las instalaciones del proceso de mezclas de la factoría Michelin, más en concreto en la aspiración de una línea de producción únicamente.

El conjunto de aspiraciones es muy similar en todas las líneas. Nosotros deseamos controlar la línea dos ya que es la de mayor consumo energético de las cuatro existentes.

El sistema de las aspiraciones está regido por un autómata “control logix” de “Rockwell” e incorpora, además, un “PanelView” para ver el estado del motor, filtros y sistema de incendios.

Actualmente no existe ningún control automatizado. Un empleado de GTA equipado con tubo de Venturi, mide la velocidad en cada uno de los conductos individuales y compara con unos valores de referencia. Este proceso se repite cada 6 meses aproximadamente.

El proceso actual tiene varias características no ideales con sus consecuencias en el proceso productivo:

- El proceso se realiza manualmente, siendo tediosa su realización.
- Periodos de toma de muestra prolongados, con instantes de tiempo en un estado no óptimo de funcionamiento, sin tener constancia de ello.

- Tomas de muestras puntuales en el tiempo, una muestra cada intervalo de tiempo prolongado, pudiendo enmascarar el estado no ideal de las instalaciones.
- El valor de la velocidad medida es distinto dependiendo del punto respecto el centro del conducto, debiendo tomar varios valores a distintos puntos en la misma sección y, realizando todas estas medidas, se eleva el tiempo de toma.
- Si los valores tomados exceden los de referencia, se procede a una limpieza global.

En resumen, el método de trabajo actual, aunque válido, presenta ciertos factores que serán mejorados, si se automatiza la captación de datos.

## 2.2. Objetivos de las modificaciones.

Determinado el estado actual, se propone mejorar el sistema. Para ello, debemos conocer el alcance del mismo, obteniendo información de forma continuada, tratándola, almacenándola, graficándola, comparándola con una referencia fija, generando un histórico y creando un algoritmo para detectar las situaciones no óptimas automáticamente.

Únicamente enumeramos los cambios que se deberán desarrollar en el siguiente capítulo:

1. Instalación de los sensores, la colocación de los sensores se hará en tramos rectos, lo más próximo a donde se aspira, antes de la válvula donde se cambia entre general y recuperación capaz de tomar datos de ambos sistemas con un solo sensor. Los conductos a analizar son una condición de la empresa pero la localización exacta no.
2. Estudio de las especificaciones técnicas del sensor elegido por la empresa: modo de alimentación, resolución, rango, tipo de salida y configuración.
3. Selección del autómata a utilizar, determinando el modelo, análisis del programa existente, estudio de los planos eléctricos y análisis e implementación de la carta.
4. Elección del cable a utilizar (diámetro, si es necesario apantallamiento y otras características) y creación del plano eléctrico para la instalación. Para la creación de planos debemos realizar la búsqueda del plano anterior e incorporar elementos nuevos con el mismo formato, si se utiliza un autómata ya existente.
5. Breve descriptivo para la empresa exterior para resumir toda la información generada para un correcto trabajo de la instalación del cableado.

6. Verificación del trabajo realizado, comprobación de la alimentación de los sensores (polaridad), fusibles, conexiones de cable de datos y correspondencia entre un sensor y su llegada al puerto correspondiente de la carta.
7. Estudio de manuales de control logix, análisis del programa existente o creación del mismo; añadir la carta de entradas analógicas, tabla de variables intermedias a utilizar y tratamiento previo.
8. Comunicación del autómata, identificar la estructura de conexión entre autómata y sinóptico e incorporar la transmisión de nuestra información, determinar el programa para la comunicación y crear una conexión desde el sinóptico hasta nuestro servidor.
9. Análisis del programa del sinóptico y modificación para la transmisión de información entre el sinóptico y nuestro servidor.
10. Diseño de un sistema para almacenar la información recogida finalmente tratada, debiendo estar cada valor acompañado de la fecha de la captación, un valor de presiones media por día y veinticuatro valores de presiones medias por hora. Todo ello en formato de tiempo Michelin (días de 6 a 29 horas).
11. Creación de una tabla para la base de datos con el formato indicado anteriormente.
12. Creación de una aplicación de visualización de los datos recogidos, debiendo poder mostrar los valores tanto en tabla como en gráfica, pudiendo filtrar entre presiones de días y de horas, visualizando únicamente los sensores elegidos y en los intervalos de tiempo deseados; algoritmos de detección predictiva de obstrucción y comparación con referencia modificable desde la misma aplicación para la apertura de un bono de limpieza.
13. Análisis de energía en las mismas escalas que la presión, días y horas.
14. Una vez creado el sistema completo, análisis diario de las situaciones ocurridas buscando su origen y solución, si fuera necesario.
15. Analizar los casos puntuales como la búsqueda de la disminución progresiva de presión correspondiente a la obstrucción correspondiente.
16. Determinar finalmente el alcance del sistema creado.



# Capítulo 3:

# Desarrollo de las Modificaciones.

## 3 Cambios a desarrollar: Elementos Impuestos:

Algunos factores vienen impuestos por la empresa que se enumeran a continuación y serán analizados más adelante en su apartado correspondiente.

En primer lugar, el sensor de presión está impuesto por la empresa y es proporcionado para su estudio e instalación.

También los conductos donde se colocaran los sensores vienen impuestos por la empresa aunque no su posición exacta.

### 3.1 Introducción:

Para explicar el desarrollo de las modificaciones lo analizaremos de la misma forma que se adquieren los datos, desde el sensor de presión hasta la aplicación de explotación de los datos, aunque la realización del proyecto se elaboró en varias partes simultáneamente. Como documentación de apoyo se ha utilizado bibliografía variada propia de Michelin [12].

### 3.2 Sensor de Presión:

En primera instancia, explicaremos el sensor de presiones.

#### Sensor DPF 4-20:

Para la captación de información utilizamos un sensor DPF 4-20, es un transductor diferencial de presión con salidas analógicas de rango estándar de 4-20mA.

Analizado el “datasheet” del sensor, anexo [01] y [02], determinamos las siguientes características significativas:

- Consumo: 5VA.
- Protección: IP56, óptima para las ubicaciones de los sensores.
- Máxima carga en la salida: 250 ohmios.

- Modelo DPF4-20 0/1000 24Vdc.
- Terminal 3 positivo o +24Vdc, terminal 5 neutro o 0Vdc.
- Diferentes modos de captaciones nuestra situación nos interesa el modo con “DIP2=ON” ya que no tendremos valores negativos si no un rango aproximado entre 0 y 1000 mmH2O. Dicho modo nos proporciona un rango de 0 a 500mmH2O.
- Debemos realizar una inicialización a cero de los sensores una vez conectados.



Figura 2: Sensor DPF-40.

Analizadas las características, veremos las ventajas que nos proporciona este sensor.

Rango de transmisión de la señal analógica de 4-20mA, en vez de comenzar el rango en 0mA. Pudiendo detectar rotura de cable y/o fallo de señal, cuando estamos por debajo de 4 mA. Teniendo la capacidad de diagnóstico.

El sensor nos posibilita medir tanto presiones relativas como absolutas, dependiendo de la conexión física de las entradas al sensor de presiones, teniendo dos terminales, uno positivo y otro negativo. El sensor realiza la siguiente ecuación para calcular la presión que convertirá después en una señal analógica. La ecuación del sensor corresponde a la ecuación 1.

Si deseamos tomar medidas de presión absolutas, debemos no conectar una de las entradas y mantenerla a presión ambiente, siguiendo la ecuación 2.

$$P_{Sensor} = P_{Terminalpositivo} - P_{Terminalnegativo} \quad \text{Ecuacion 1.}$$

$$P_{Sensor} = P_{conducto} - P_{ambiente} \quad \text{Ecuación 2.}$$



Si deseamos tomar medidas de presión relativas, conectamos ambos terminales al conducto. El sensor se comportará como en la ecuación 1, si se conecta ambos conductos se expresará como en la ecuación 3.

$$P_{Sensor} = P_{punto1} - P_{punto2} \quad \text{Ecuación 3}$$

En nuestra aplicación utilizaremos el primer caso, presión absoluta, aunque con la peculiaridad de que se eliminan los cambios por la variación de la presión ambiente. Desarrollando la ecuación 1 y 2, obtenemos la ecuación 8, con las ecuaciones 4 a 7 de pasos intermedios, que representa el valor captado por nuestro sensor. Este valor es negativo ya que se trabaja en depresión para que no se introduzcan partículas en el sensor. El símbolo negativo se cambiará a positivo a través de software.

$$P_{Sensor} = P_{Terminalpositivo} - P_{Terminalnegativo} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$P_{Sensor} = P_{ambiente} - P_{conducto} \quad \text{Ecuación 5}$$

$$P_{conducto} = P_{instalacion} + P_{ambiente} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$P_{Sensor} = P_{ambiente} - (P_{instalacion} + P_{ambiente}) \quad \text{Ecuación 7}$$

$$P_{Sensor} = -P_{instalacion} \quad \text{Ecuación 8}$$

La conexión de la manga con la tubería se realiza mediante acoplamiento a favor del flujo, no enfrentado a él. De este modo, la succión tiende a extraer la suciedad de la manga. El sensor trabaja en depresión por lo cual no se obstruyen las conexiones entre el conducto y el sensor. El flujo parte del sensor hacia el conducto principal, eliminando partículas que se puedan introducir en el conducto auxiliar que une a los dos puntos antes mencionados.

Por la distribución de las tuberías de aspiración debemos incorporar 7 sensores DPF 4-20. Disponemos de 8 sensores, 7 a incorporar y 1 de repuesto. En futuras instalaciones, no serán necesario tantos sensores, pudiendo analizar los conductos más críticos (menor diámetro) e instalarlos en ellos. En este caso, al ser más experimental cuantos más datos dispongamos, mejores conclusiones podemos obtener.

Por último, los sensores son colocados en tramos rectos de los conductos alejados de los codos. Esto se hace para evitar el flujo turbulento que aparece en estos elementos.

### 3.3 Cableado:

Una vez determinadas las características del sensor, debemos realizar un análisis del cableado para comenzar la instalación de los sensores.

En primer lugar, debemos realizar un cálculo aproximado de las distancias entre sensor y autómatas para la realización de un presupuesto, ya que la

instalación del cable entre estos elementos será realizada por una empresa externa.

Punto	Longitud aproximada(metros)
PT1	50m
PT2	53m
PT3	40m
PT4	40m
PT5	25m
PT6	30m
PT7	30m

Tabla 1: Longitudes cableado.

Una vez determinada la longitud aproximada, debemos elegir el tipo de cable que utilizaremos. En el “datasheet” del sensor, anexo [02], indica que, para un correcto funcionamiento, debemos utilizar cable apantallado de sección mínima de 1 mm<sup>2</sup>, separado del cableado de alimentación el cableado de datos. Por lo tanto, ya tenemos la sección de los cables de datos.

Ahora debemos determinar la sección mínima de la alimentación de los sensores.

La alimentación de los sensores es alimentación continua de 24V. Con la siguiente ecuación determinamos la sección mínima necesaria.

- Señal de alimentación continua:

$$S = \frac{\rho * 2 * L}{u} * I \quad \text{Ecuación 8}$$

$$S = \frac{0.0171 * 2 * 50}{24} * \frac{2,5}{24} = 0.7121878 \text{mm}^2 \quad \text{Ecuación 9.}$$

Calculado la sección mínima para ambos cables como se visualiza en las ecuaciones 8 y 9. Determinamos que una manguera de sección 1 mm<sup>2</sup> y apantallamiento individual es óptimo para el proyecto.

Además, debemos decidir si queremos una estructura del cableado punto a punto o tener puntos comunes. Como los sensores no están a distancias muy elevadas, menos de 100 metros, y además los sensores no están agrupados físicamente, se decide realizar una estructura del cableado punto a punto como vemos en la figura 4.

Por ultimo, debemos realizar un esquema de la posición relativa de los sensores para la creación de un documento para la instalación del cableado como vemos en la figura 3 o anexo 16.

Respecto a las conexiones de las entradas de los sensores, determinamos que el terminal cinco y tres se utilizan para la alimentación de 24V en continua. Siendo el terminal cinco para 0 voltios y el tres para 24 voltios.

En segundo lugar, el terminal 1 y 2 se utiliza para la captación de datos.

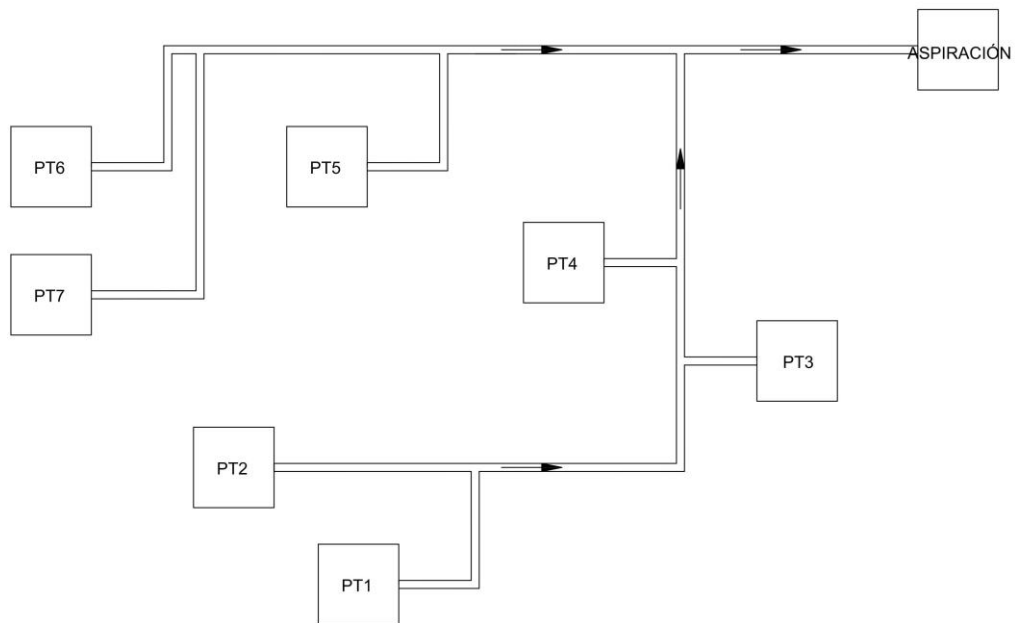


Figura 3: Esquema del sistema a cablear

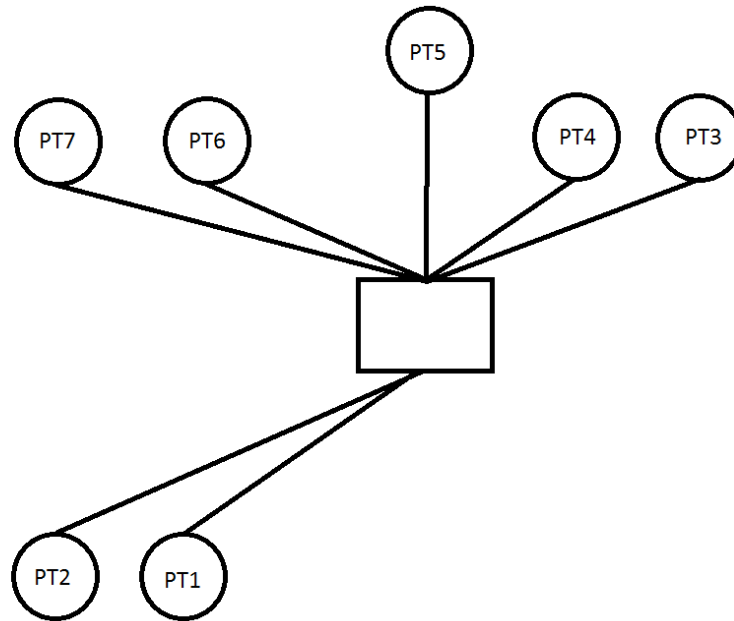


Figura4: Esquema cableado

Una vez determinado el cableado y conexiones respecto las necesidades de los sensores, se analizan en el lado del autómata. Todo lo relacionado con la carta y el autómata será detallado en el apartado siguiente ya que ahora nos interesa la parte del cableado.

Para recoger la información, instalamos una carta en el autómata de las aspiraciones con slots de reserva. Para ello es necesaria una carta de entradas analógicas y mínimo siete entradas.

Se utiliza una carta 1756-IF16 de la que podemos ver sus principales esquemas en los anexos [05], [06] y [07] procedentes del manual de "Rockwell".

Se realiza un descriptivo del proyecto de cableado de los sensores para la empresa exterior. El modo de cableado corresponde al diferencial para obtener mayor inmunidad al ruido y reducir el posible error producido por las interferencias electromagnéticas.

También, unos planos eléctricos para actualizar los existentes como vemos en los anexos [03] y [04]. En estos planos vemos la forma de conexión en la nueva carta del autómata. Dicha conexión necesita cuatro entradas de la carta del autómata por sensor. Conectando las salidas de datos del sensor a la carta de la forma mostrada en los planos indicados.

### 3.4 Autómata:

En la línea de producción número dos funcionan gran cantidad de autómatas tanto en número como variedad. Por ello, elegir el óptimo no es tarea sencilla.

Para conocer más los autómatas de Rockwell para su modificación se estudia el funcionamiento general con los manuales generales en la bibliografía [01] y [02].

En primer lugar, debemos seleccionar cual es el más indicado. Se decide utilizar el control logix que controla las aspiraciones para mantener una coherencia con la utilidad de cada uno de ellos; además tiene un posicionamiento relativo a los sensores adecuado.

Una vez determinado el autómata a utilizar, revisamos ciertos factores que debe cumplir este autómata.

- Espacio libre para instalación de nuestra propia carta, tener un slot de reserva. También serviría una carta ya instalada con entradas analógicas y suficientes entradas libres para la aplicación.

Revisando comprobamos que no existe una carta disponible para las entradas del sensor, pero si existe un slot libre en el chasis.

Para seleccionar la carta, utilizamos un catálogo proporcionado por la empresa, catálogo de cartas Rockwell de la bibliografía [12], buscamos una carta de siete entradas analógicas como mínimo.

Además, se revisa todo el catálogo de Control Logix bibliografía [03] y [04], buscamos las diferentes opciones de carta para utilizar tanto cartas digitales como analógicas para un análisis más completo. Seleccionamos una carta analógica que se puede visualizar en el anexo [08], donde en la hoja del catálogo existen las cartas posibles seleccionadas para esta aplicación.

Es necesario una carta de entradas analógica con como mínimo siete entradas. Seleccionamos la 1756-IF16, la cual nos proporciona ocho entradas diferenciales, cuatro diferenciales de alta velocidad o dieciséis entradas unipolares. La carta seleccionada podemos verla en la figura 5.



Figura 5: Carta 1756-IF16

Seleccionamos la carta 1756-IF16 ya que las señales analógicas 4-20mA necesitan una configuración que consume cuatro pines de entrada por sensor. Este módulo de E/S analógicos acepta muestreo en tiempo real.

Una vez seleccionada la carta, se realiza las conexiones, para ello utilizamos el manual de la carta de Rockwell, seleccionada que vemos en el anexo [09].

Para cada entrada 4-20mA, necesitas utilizar cuatro pines de esta carta. Para explicar la conexión, pondremos como ejemplo el sensor uno. Los pines 1, (i RTN-0), pin 3(RTN-0) y pin 4(i RTN-5) deben puentearse entre ellos y conectar la tierra del cable apantallado del sensor, mientras que el otro cable de datos que proveniente del sensor debe ser conectado al pin 2(IN-0). De esta forma, obtenemos hasta ocho entradas diferenciales.

La conexión de los pines de todos los sensores se muestra en los anexos [03] y [04]. Identificado la carta a instalar y la forma de conexiones, se debe determinar la forma de unión entre la carta y el cableado.

Debemos añadir un bloque de terminales extraíbles (RTB). De estos bloques existen tres tipos. Estos sistemas los podemos ver en la figura 6, parte del catálogo de Rockwell.

- Abrazadera de jaula:1756-TBCH
- Abrazadera NEMA: 1756-TBNH

- Abrazadera de resorte:1756-TBSH

**Technical Specifications - 1756-IF16, 1756-IF16K**

Attribute	1756-IF16, 1756-IF16K
Data format	Integer mode (left justified, 2 s complement) IEEE 32-bit floating point
Module conversion method	Sigma-Delta
Isolation voltage	250V (continuous), Reinforced insulation type, Inputs-to-Backplane. No isolation between individual Inputs. Routine tested at 1350V AC for 2 s
Module keying	Electronic, software configurable
Removable terminal block	1756-TBCH 1756-TBS6H

Figura 6: Catalogo de RTB.



Figura 7: Carta instalada en el chasis.

Para nuestra carta de entradas, vemos que es necesario una 1756-TBCH o abrazadera de jaula. Seleccionamos la 1756-TBCH\A apresando los cables a

través de un tornillo de sujeción que evita la desconexión en un ambiente con vibraciones.

En la figura 7 podemos visualizar todo el sistema de captación de datos incorporado al autómata.

Ahora debemos realizar las modificaciones oportunas en el software del autómata con “control estudio 5000”. Dicho proceso no se mostrará en detalle debido a acuerdos de confidencialidad de la empresa.

Añadimos la carta en el programa del autómata, ya que si no realizamos este paso, el autómata no detecta la carta.

Una vez añadida la carta, se genera una tabla automáticamente, con formato de “float”, con las entradas de información adquirida en cada instante. Debemos interpolar los valores tomados de la carta. No debemos olvidar que los sensores de presión miden la presión en cada instante y convierten esta medida en un rango 4-20mA.

La carta incorporada recibe esta información en este mismo rango de intensidad. Para cada entrada independiente, tenemos la misma relación de intensidad con presión que vemos en la tabla 2.

Intensidad(mA)	Presión(mmH2O)
4mA	0mmH2O
20mA	1000mmH2O

Tabla 2: Conversión intensidad a presión.

Una vez escalada la entrada, obtenemos el valor de presión en el autómata. En segundo lugar, creamos una estructura para almacenar el último valor y transmitir los datos recogidos. Esta estructura es de tamaño 7 y tipo entero.

Se forma tomando los datos provenientes de la carta de entradas analógicas, interpolando la intensidad por presión como vimos en la tabla 2, multiplicando dicho valor por 100, transformar los datos de formato “float” a formato entero y moviéndolos a la estructura creada nueva.

Estas conversiones las realizamos para una correcta comunicación entre sistemas de distintas arquitecturas (Siemens y Rockwell). Además trabajamos en centimmH20, disminuyendo la carga en la base de datos con suficiente precisión para poder analizar los históricos y algoritmos.

En la tabla 3 vemos un ejemplo de los tratamientos de la información en el autómata.



Valor recogido por el sensor	Interpolación	Conversión realizada en el autómata:
7,5422mA	56,6745mmH2O	5667centmmH2O

Tabla 3: Ejemplo de conversión.

El tratamiento indicado anteriormente lo realizamos utilizando el bloque “MOVE” transmitir la información de las entradas y almacenar lo en las variables creadas de la estructura y “CPT” para genera la expresión que multiplica por cien. Al realizar el “move” a una variable tipo entero, lo convierte en este tipo. Esta estructura será recogida por el sinóptico para centralizar la toma de datos. Para la ayuda con la programación del autómata, se utiliza el manual de Rockwell en la bibliografía [05].

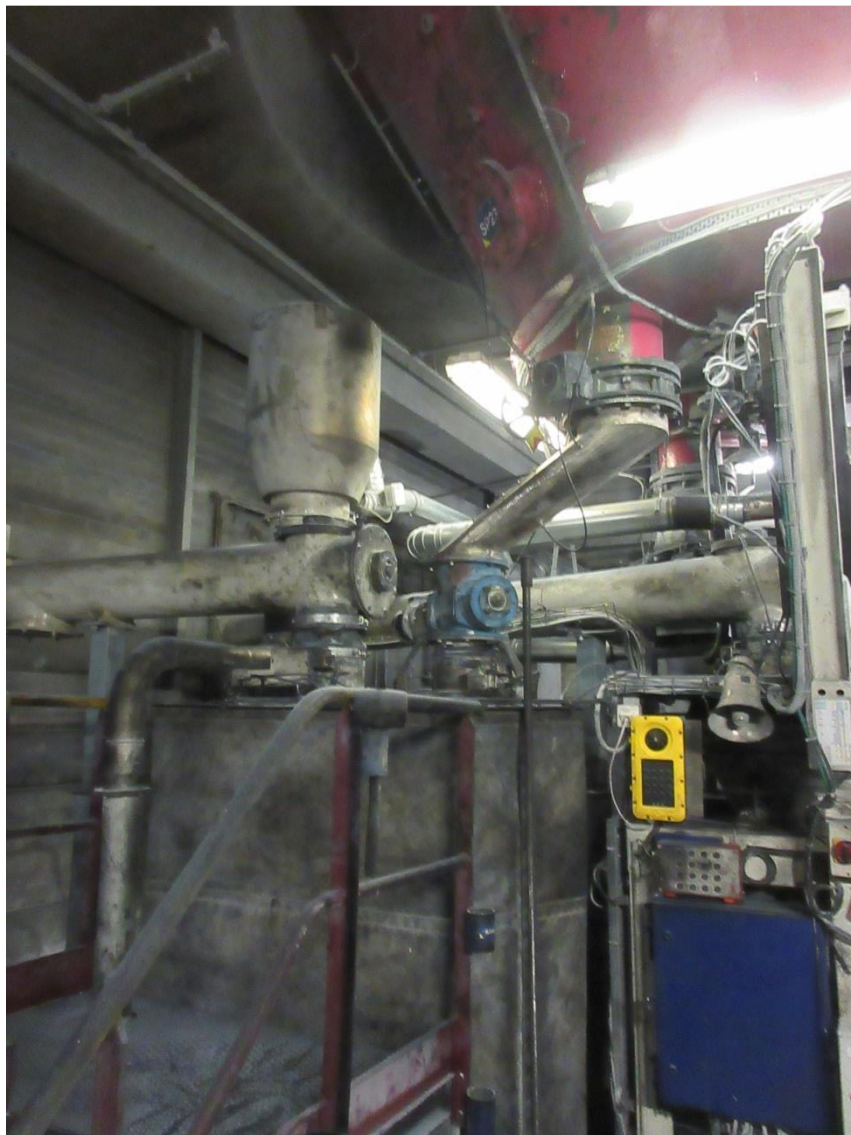


Figura 8: Sensor PT6 Y PT7:

Una vez completada la instalación y la programación necesaria del automatismo, revisamos la instalación. Debemos comprobar tanto que los datos que recogemos son de la ubicación deseada, como que la puesta a cero es correcta.

Para revisar ambos aspectos, desconectamos el conducto que iguala la depresión y vemos si en la tabla de datos del autómata se iguala a cero. Si no es así, puede ser por una mala conexión o que es necesario realizar una puesta a cero.

Todos los sensores estaban en el orden correcto, pero ha sido realizada la puesta a cero de cuatro sensores.

A continuación mostramos el sistema actual. En la figura 8 podemos ver dos conductos a estudiar con sus correspondientes sensores y cableado, mientras que en los anexos, [10] a [14] podemos ver los otros sensores.

### 3.5 Desarrollo SQL:

SQL Server Management Studio es una aplicación software usada para configurar, administrar, navegar, seleccionar y actuar sobre cualquiera de los objetos dentro del servidor. Su estudio y desarrollo se apoya en los manuales de usuario en la bibliografía [08] y manual de conexión [09].

Existen varias aplicaciones para la creación de base de datos y/o servidores. Se utiliza SQL Server por las siguientes ventajas que presenta:

- Facilidad en el soporte de intercambio de información, facilitando el desarrollo de la aplicación.
- Es estable y seguro.
- Trabaja en modo cliente-servidor, donde el servidor almacena la información y los clientes acceden a ella, pudiendo crear varios clientes que accedan al mismo servidor.
- Producto muy maduro, con mucha documentación, aplicado en otros proyectos de la factoría y con multitud de revisiones y actualizaciones

También existen desventajas por usar SQL:

- Gran consumo de memoria RAM para la instalación y el software.
- Contiene límites para conexiones simultáneas.

Una vez determinadas las ventajas y desventajas que nos atañen, se decide que SQL es óptimo para esta aplicación, ya que tenemos un ordenador dedicado para el servidor, por lo cual, el consumo de RAM no es un factor excluyente. Además, en un principio, la aplicación solo contará con un cliente.

La aplicación tendrá dos tipos de registros. El primero corresponde a un registro continuo donde se almacena la información en intervalo de tiempo mínimo (un minuto) y se almacena sin ningún tipo de tratamiento. El segundo corresponde a un registro cada hora, cuyo valor corresponde a la media de los valores registrados en ese intervalo de tiempo, además de un registro de un valor medio de todo el día.

En nuestra base de datos crearemos diferentes tablas de información. En un comienzo necesitaremos ocho espacios para almacenar la información recogida, siete para almacenar los datos de los sensores en los primeros meses de estudio y una para la tabla con menor carga computacional en la vida madura de la aplicación.

En la tabla 4, visualizamos las tablas creadas. La “Tabla\_AspPruebaPTX” corresponde al tipo primero, donde se almacena la información continuamente sin tratamiento y la “Tabla\_Aspiracion” almacena la información cada hora, realizando la media y excluyendo datos aberrantes.

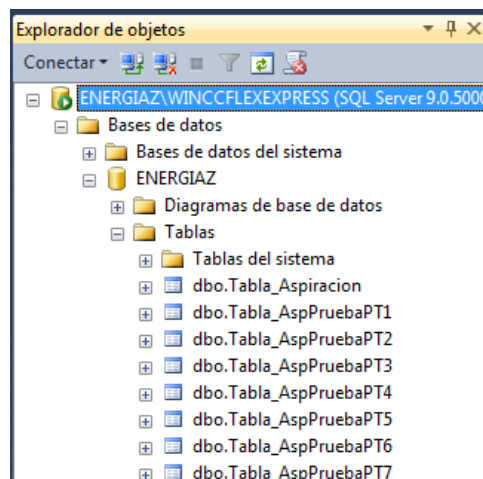


Tabla 4: Tablas de datos SQL-

### 3.5.1 Tabla aspiración:

El objetivo del diseño de esta tabla es almacenar un gran conjunto de información y reducir la carga en almacenamiento que esto puede conllevar.

Para cumplir este objetivo, debemos tener en cuenta que, en un principio, los datos recogidos no son muy variables en el tiempo. Además, nos interesa detectar la disminución o aumento progresivo de las presiones, no los picos producidos instantáneamente en arranques y otros casos, pudiendo detectar las diferencias de presión que significan un cambio de diámetro y una obstrucción de los conductos y almacenando en una fila la media de presiones de un día, fecha y número del sensor.

Además, almacenamos la media de las presiones de cada hora, para poder entrar en mayor detalle en las causas producidas por la sobrepresión de un punto en un día y poder deducir su causa. Todo este diseño se visualiza en la tabla 5.

Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir val
NombreSonda	nchar(3)	<input checked="" type="checkbox"/>
AspFecha	smalldatetime	<input checked="" type="checkbox"/>
PresionSonda	nchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
H06	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H07	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H08	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H09	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H10	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H11	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H12	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H13	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H14	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H15	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H16	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H17	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H18	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H19	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H20	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H21	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H22	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H23	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H24	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H25	int	<input checked="" type="checkbox"/>
H26	int	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla 5: Columnas Tabla\_Aspiracion

En la tabla 5 vemos el formato y tipo de cada columna de la tabla (nchar, smalldatetime o entero). Estos formatos han sido seleccionados de la forma indicada anteriormente para representar de la manera más óptima sus valores.

- El nombre del sensor (NombreSonda) se indica con un nchar [3], ya que los sensores se denominan PTX, donde X representa un número del 1 al 7. Por lo cual, esta columna almacena el nombre del sensor al que corresponden el resto de valores de la fila. Almacena un conjunto de “char” de longitud fija, para reducir la carga de memoria de las tablas, además de evitar introducir cadenas de caracteres de longitud distinta evitando errores de comunicación.
- La columna (AspFecha) almacena los datos de tiempo, que son el año, mes y día, con formato “Smalldatetime” ya que no almacenamos horas, minutos ni segundos, volviendo a reducir la carga de almacenamiento de las tablas. Estas columnas de hora tienen formato de tiempo Michelin. El formato de tiempo Michelin comienza en la hora 6 y finaliza en la hora 29.

- La columna de presión media diaria (PresionSonda), almacena un número con decimales de la presión media de los datos medidos en ese año, mes y día (AspFecha) para ese sensor (NombreSonda). Este valor se almacena en un nchar [10], tipo semejante a un float de tamaño máximo en otros lenguajes de alto nivel, ya que SQL no dispone de float.
- Las últimas columnas almacenan las presiones medias horarias en centimmH2O, una para cada hora en formato Michelin.

Para facilitar la subida de datos a la base de datos SQL a través de WinCC, inicializamos todas las casillas a cero desde el propio SQL server.

NombreSonda	AspFecha	PresionSonda	H06	H07	H08	H09	H10	H11	H12	H13	H14	H15
PT6	2019-05-08 00:00...	3886	5427	3685	3606	3530	3579	3566	3606	3652	3627	3587
PT7	2019-05-08 00:00...	4881	7087	4604	4557	4483	4463	4496	4522	4521	4622	4630
PT1	2019-05-09 00:00...	9655	9609	9704	9847	9806	9863	9831	9766	8367	8422	8491
PT2	2019-05-09 00:00...	8850	9472	9537	9682	9680	9679	9680	9661	8292	8271	8415
PT3	2019-05-09 00:00...	8848	8743	9073	9227	9160	9118	9023	8992	7635	7637	7792
PT4	2019-05-09 00:00...	4102	4045	6088	6664	6624	6620	6669	6645	5726	5759	5813
PT5	2019-05-09 00:00...	2559	2674	2698	2667	2725	2617	2488	2498	4067	4085	4028
PT6	2019-05-09 00:00...	3555	3544	3532	3557	3563	3501	3413	3451	6017	6015	6171
PT7	2019-05-09 00:00...	4705	4611	4580	4591	4517	4453	4260	4323	7862	7896	8198
PT1	2019-05-10 00:00...	9496	9869	9955	10000	9729	9884	9952	9956	9887	9830	9765
PT2	2019-05-10 00:00...	8850	9734	9908	9931	9663	9742	9798	9829	9798	9683	9640
PT3	2019-05-10 00:00...	8688	8945	9103	9195	8901	9027	8925	8894	8889	8889	8854
PT4	2019-05-10 00:00...	4442	4901	4389	4344	4232	4331	4353	4377	4320	4390	4331
PT5	2019-05-10 00:00...	3237	2839	3016	2798	2822	2858	2792	2815	2652	2783	2842
PT6	2019-05-10 00:00...	2568	2597	3404	2566	2622	2608	2564	2629	2555	2545	2514
PT2	2019-05-07 00:00...	8820	9281	9173	9395	9413	9319	9159	9183	9241	9222	9248
PT7	2019-05-10 00:00...	4720	4657	4544	4599	4645	4731	4655	4681	4638	4620	4573
PT1	2019-05-11 00:00...	9999	9982	10011	9970	9895	8749	8399	8462	9078	9673	9733
PT1	2019-05-20 00:00...	10284	9132	9118	10534	10666	10169	10653	10193	10092	10356	10128
PT2	2019-05-20 00:00...	8800	8982	8866	10221	10478	9973	10377	9626	9965	10254	9827
PT3	2019-05-20 00:00...	9141	8066	7967	9317	9474	9029	9434	8966	8945	9254	8994
PT4	2019-05-20 00:00...	4709	4260	4202	4777	4667	4629	4783	4554	4575	4711	4638
PT5	2019-05-20 00:00...	2888	4359	4285	3099	3010	2770	2708	2693	2615	2622	2971
PT6	2019-05-20 00:00...	3985	6484	6496	3887	3639	3399	3418	3370	3360	3358	4172
PT7	2019-05-20 00:00...	5213	8811	8851	5030	4734	4341	4490	4384	4360	4419	5405
PT1	2019-05-21 00:00...	10440	10607	10389	10389	10200	10286	10548	10692	10294	10132	10123
PT2	2019-05-21 00:00...	8800	10531	10239	10239	10037	10218	10499	10395	10138	10023	10326
PT3	2019-05-21 00:00...	9113	9356	9283	9283	9099	9071	9494	9496	9159	8986	8981
PT4	2019-05-21 00:00...	4764	4769	4681	4681	4624	4644	4776	4823	4703	4664	4695
PT5	2019-05-21 00:00...	2708	2708	2832	2832	2793	2823	2868	2985	2615	2603	2738
PT6	2019-05-21 00:00...	3556	3545	3538	3538	3569	3596	3535	3468	3577	3561	3572
PT7	2019-05-21 00:00...	4625	4676	4576	4576	4595	4633	4652	4581	4634	4614	4644
PT2	2019-05-11 00:00...	8780	9953	10083	10055	10024	8847	8546	8558	9359	9965	9957
PT3	2019-05-11 00:00...	8799	8901	9173	9235	9078	7893	7587	7612	8402	8876	8940
PT4	2019-05-11 00:00...	4183	4377	4344	4327	4335	3834	3738	3747	4036	4314	4327

Tabla 6: Tabla con información de presiones.

En la tabla 6 podemos apreciar la captura de datos con el formato desarrollado y explicado.

### 3.5.2 Tabla AspPrueba:

Este apartado agrupa a todas las tablas de pruebas para cada uno de los siete sensores instalados. Estas tablas tienen como finalidad almacenar toda la información recogida sin ningún filtro para rediseñar las tablas finales en caso de no ser óptimas sin perder información en el proceso de evolución de la aplicación.

Existen 7 tablas de pruebas, una para cada sensor. En ellas se almacena la presión en centimmH2O y la fecha completa de captura de esta información (año, mes, día, hora, minuto y segundo); teniendo cada fila dos columnas, fecha completa y presión de tipo “datetime” para las fechas e “int” para las presiones.

### 3.6 Desarrollo WinCC:

WinCC es un sistema “software” de supervisión y adquisición de datos (SCADA) e interfaz hombre-máquina de Siemens.

Este software lo utilizaremos ya que existe corriendo una aplicación con este motor en el servidor a utilizar. También se utiliza este software para la transmisión de datos entre los autómatas y un grupo central determinado sinóptico, además de tener las siguientes ventajas:

- Capacidad de realizar “scripts” facilitando la programación y transparencia del programa.
- Complejas librerías como librerías para la transmisión de información a bases SQL.
- Herramientas para configuración gráfica y tratamiento de datos.

Antes de documentar los procesos que realiza WinCC, existen ciertos temas que se deben desarrollar.

La factoría cuenta con gran cantidad y variedad de autómatas. Para la recogida de esta gran cantidad de información de forma correcta y óptima, se transmiten todos los datos de los autómatas a un grupo central determinado sinóptico y el resto de equipos lo solicitan al sinóptico. Esto se realiza para evitar una carga de envío de información para los autómatas, centralizando la recogida de la misma.

También tenemos que tener en cuenta que estamos conectando sistemas de diferentes tecnologías y arquitecturas, WinCC de Siemens y Control Logix de Allen-Bradley.

Este programa es utilizado para dos procesos o aplicaciones distintas.

En primer lugar, para establecer intercambio de información entre el autómata y el sinóptico.

Para la conexión entre sinóptico y autómata, debemos generar, en el campo comunicaciones, unas variables con los campos que vemos en la tabla 7, figura 8 y 9. En la tabla 7 determinamos los diferentes parámetros que debemos conocer para la comunicación. En la figura 8 vemos la conexión entre dispositivos ya en WinCC. Para que exista intercambio de información, es necesario crear la conexión, indicando con qué sistema queremos conectarnos (drivers de comunicaciones). El nombre indica una nomenclatura arbitraria y la dirección IP. Por último, en la figura 9 vemos la conexión ya creada en la tabla de conexiones existentes. Para las conexiones de WinCC se utiliza el manual de la bibliografía [07].

Nombre	Driver de comunicación	Online
AutoamtaASPL2	Allen Bradley E/IP C.logix	Activo

Tabla 7: Parámetros de conexión.

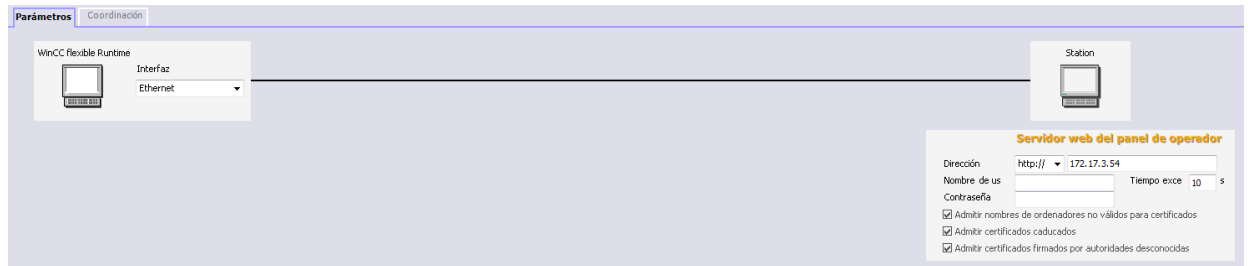


Figura 8: Ejemplo de conexión.

Nombre	Driver de comunicación	Online
CLOGIXTelem	Allen Bradley E/IP C.Logix	Activado

Figura 9: Tablas de Conexiones.

Una vez realizada la conexión, debemos indicar qué elementos del autómatas queremos transmitir al sinóptico. Para identificar estos elementos, debemos conocer los elementos de la tabla 8 para cada variable. Analizamos una de las variables donde se almacena la presión de un sensor, el resto son semejantes.

- Nombre: Nombre de la variable que damos dentro de WinCC en el que recogemos la información.
- Nombre a visualizar: alias de la variable (opcional).
- Conexión: Nombre de la conexión realizada anteriormente.
- Tipo de datos: Tipo de dato a adquirir, debe coincidir obligatoriamente cliente y servidor.
- Dirección: Dirección dentro de todo el sistema donde nos conectamos. Nombre dentro del elemento externo donde queremos adquirir la información.
- Ciclo de adquisición: Tiempo entre actualización de la adquisición de datos. Puede ser unidades de tiempo o crear una personalizada.

Nombre	Nombre a Visualizar	Conexión	Tipo de datos	Dirección	Ciclo de adquisición
SondaPP1		AutoamtaASPL2	Int	Sonda_Presion(1)	1 min
SondaPP2		AutoamtaASPL2	Int	Sonda_Presion(2)	1 min
SondaPP3		AutoamtaASPL2	Int	Sonda_Presion(3)	1 min
SondaPP4		AutoamtaASPL2	Int	Sonda_Presion(4)	1 min
SondaPP5		AutoamtaASPL2	Int	Sonda_Presion(5)	1 min
SondaPP6		AutoamtaASPL2	Int	Sonda_Presion(6)	1 min
SondaPP7		AutoamtaASPL2	Int	Sonda_Presion(7)	1 min

Tabla 8: Parámetros de las variables

En la tabla 9 vemos una conexión a un elemento concreto y a una dirección concreta de este elemento.

Nombre	Nombre a visualizar	Conexión	Tipo de datos	Dirección	Elementos de ...	Ciclo de adquis...
Apelacion		SINGR02	String	AP31\MI20_Apelacion	1	1 s

Tabla 9: Tablas variables de conexión.

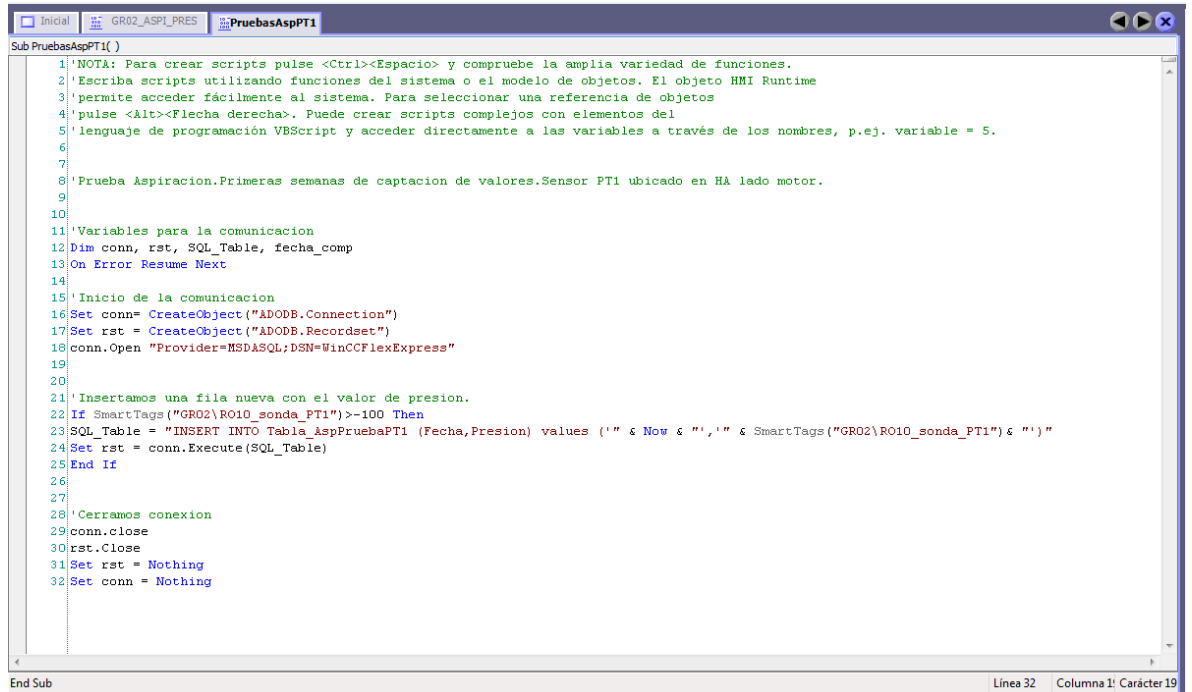
En resumen, una vez creada la conexión, recogemos la información (Dirección), la almacenamos (Nombre), elegimos el tipo de datos y la conexión a la que deseamos conectarnos.

En la segunda aplicación de WinCC debemos establecer la conexión entre el sinóptico y nuestro equipo para la recogida de datos de presión, además de la recogida de datos y tratamiento.

Recordamos que uno de los objetivos es crear una base de datos sostenible en el tiempo, para ello generamos un algoritmo que registre una base de datos reducida. Esto se debe a la velocidad de cambio de los datos tomados en un principio.

Para realizar un correcto seguimiento en los primeros meses de vida de la aplicación, generaremos una serie de “scripts” más simples donde solo captamos la presión y la fecha sin ningún tipo de tratamiento esto se realiza para comprobar la correcta captación en el programa completo y determinación de las deducciones iniciales. Existe una tabla y un script para cada sensor. Este script lo visualizamos en la figura 10.





```
1'NOTA: Para crear scripts pulse <Ctrl><Espacio> y compruebe la amplia variedad de funciones.
2'Escriba scripts utilizando funciones del sistema o el modelo de objetos. El objeto HMI Runtime
3'permite acceder fácilmente al sistema. Para seleccionar una referencia de objetos
4'pulse <Alt><Flecha derecha>. Puede crear scripts complejos con elementos del
5'lenguaje de programación VBScript y acceder directamente a las variables a través de los nombres, p.ej. variable = 5.
6
7
8'Prueba Aspiracion.Primeras semanas de captacion de valores.Sensor PT1 ubicado en HA lado motor.
9
10
11'Variables para la comunicacion
12Dim conn, rst, SQL_Table, fecha_comp
13On Error Resume Next
14
15'Inicio de la comunicacion
16Set conn= CreateObject("ADODB.Connection")
17Set rst = CreateObject("ADODB.Recordset")
18conn.Open "Provider=MSDASQL;DSN=WinCCflexExpress"
19
20
21'Insertamos una fila nueva con el valor de presion.
22If SmartTags("GR02\RO10_sonda_PT1")>-100 Then
23SQL_Table = "INSERT INTO Tabla_AspPruebaPT1 (Fecha,Presion) values ('" & Now & "','" & SmartTags("GR02\RO10_sonda_PT1") & "'"")"
24Set rst = conn.Execute(SQL_Table)
25End If
26
27
28'Cerramos conexion
29conn.close
30rst.Close
31Set rst = Nothing
32Set conn = Nothing
```

Figura 10: Script AspPrueba.

Cuando ocurre el evento de cambio de valor en la variable de presión del sensor 1 se ejecuta el script, creando la conexión con la base de datos, comprobando que es un valor positivo y almacenando en una tabla la fecha en el instante y el valor. Por último, cierra la conexión.

Una vez explicado el primer script, analizaremos el script completo. Para ello, explicaré un ciclo de un día de funcionamiento y sólo para un sensor, aunque realiza todos simultáneamente. El código completo está los anejos.

- 1) Ejecución del script por primera vez.
- 2) Inicialización de todas las variables y fechas. Incluidas las variables “memofecha” y “memohora” donde se almacena la hora en la que se inicializa para detectar los cambios de hora y que se modifica cuando se graban datos en la base de datos.

Para la correcta inicialización para la primera vez, se definen unas variables que inicialmente tienen un valor de -99. Estas variables son “memofecha” y “memohora” para optimizar recursos.

- 3) Almacena en una variable la suma de los valores instantáneos de presión y las veces que los almacena.  
Este proceso ocurre cada minuto siempre que el valor cambie hasta un cambio de hora.
- 4) Cambio de hora:
  - a) Comprueba si hay una fila en la base de datos del día actual y si no existe la crea incluyendo la fecha del día actual.

- b) Verifica si el campo de la hora en la que estamos tiene valor nulo o no. Si es nulo, realizamos la media de las presiones de una hora.
  - c) Si no es nulo, almacenamos un valor instantáneo nuevo para evitar errores producidos por un problema en la hora del servidor.
  - d) Almacenamos el valor de la media de la hora en una variable para realizar la media del día entero e inicializamos las variables utilizadas.
  - e) Modificamos la variable donde se almacena la hora última en la que gravamos los datos.
- 5) Repetimos el punto cuatro en cada cambio de hora.
- 6) Cambio de día:
- a. Comprobamos si existe una fila en la base de datos para el día actual. Si no es así, la creamos con la media del día de valor nulo.
  - b. Comprobamos si existe una fila para el día anterior y el valor de la presión media del día no es cero.
  - c. Si se cumplen las condiciones anteriores, realiza la media de todo el día, lo sube a la base de datos del día pasado e inserta el valor instantáneo en la media de la presión del día actual.
  - d. Inicializa todas las variables de acumulación de información y las auxiliares. Además, actualiza la variable “memofecha” donde se almacena el valor del día en el que estamos hasta que se vuelva a subir información del día a la base de datos.

Por último, comento ciertos detalles del programa que se explican a continuación para aclarar el proceso de funcionamiento.

El sistema de trabajo con un formato de hora Michelin (de 06h a 29h).

La variable “memofecha” y “memohora” tienen valor negativo únicamente cuando ejecutamos el script. Estas variables se utilizan para detectar cuando estamos en el primer ciclo e inicializar variables. Además, estas variables almacenan el día y la hora respectivamente en la que la base de datos se actualizó por última vez para detectar un cambio de fecha, comparando la fecha actual con la fecha almacenada.

Al trabajar con tres sistemas distintos (control Logix, WinCC y SQL), el formato de transmisión de información es muy importante.

Por lo tanto, la única solución es trabajar con números enteros y/o enteros largos en todas las arquitecturas ya que, si no, no es capaz de transmitir la información entre WinCC y SQL. El resultado del ejecutable final podemos verlo en la figura 11. Algunas partes de dicha información no podemos mostrarlas.

Presiones	
4059	PT7
3399	PT6
2893	PT5
4434	PT4
8684	PT3
9027	PT2
10317	PT1

Figura 11: Visualización de parte del ejecutable creado a través de WinCC

Una vez explicado de forma secuencial la programación realizada, se mostrarán y explicarán ciertas partes del código desarrollado.

Para realizar la conexión, es necesario definir unas variables, crear la conexión y abrirla como vemos en el siguiente código. Para el desarrollo de la programación y revisión de las opciones de las funciones de WinCC, se revisaron en el manual de la bibliografía [06] además de bibliografía propia de la empresa Michelin [12].

```
'Variables para la comunicacion
Dim conn, rst, SQL_Table, fecha_comp
Set conn= CreateObject("ADODB.Connection")
Set rst = CreateObject("ADODB.Recordset")
conn.Open "Provider=MSDASQL;DSN=WinCCFlexExpress"
```

Para almacenar los datos de presión correctamente, es necesario indicar el tiempo de toma de las medidas. Por ello, crear un reloj con el formato indicado es de gran importancia. Generamos una variable formato tiempo la cual nos servirá como variable para identificar el cambio de hora y día, realizándose la media correspondiente, y almacenamiento de esta media con el identificador de tiempo.

```
'Reloj Michelin
SmartTags("MyTime")=Now

If Hour(SmartTags("MyTime"))<7 Then
    SmartTags("myfecha")=DateAdd("d",- 1,SmartTags("myfecha"))
End If
```

También es necesario trabajar con “strings” para el almacenamiento de los datos en las filas correspondientes.

```
'Variable tipo string tipo H06 a H29
If temphora>=10 Then horaBDD="H" Else horaBDD="H0"
horaBDD=horaBDD & CStr(temphora)'Concatenamos la hora con una
cabecera
```

Por último, se muestran las funciones utilizadas para la comprobación de una fila igual a otra, la actualización de una fila concreta, la inserción de filas nuevas en la base de datos y el cierre de la conexión. El cierre de la conexión puede ser para almacenar la información (actualizar o insertar) o cierre total de la conexión al finalizar un bucle del script.

```
'Comprobamos si hay una fila con la fecha actual para cada sensor
  SQL_Table = "SELECT COUNT(0) AS coincidencias1 FROM
  Tabla_Aspiracion WHERE NombreSonda = '" & SmartTags("sensorBDD") &
  "' AND AspFecha = '" & SmartTags("myfecha") & "'"
  Set rst = conn.Execute(SQL_Table)
  'Aztualizacion de una fila concreta.
  SQL_Table = "UPDATE TOP (1) Tabla_Aspiracion SET PresionSonda ='"
  & SmartTags("mediadiaPT1") & "' WHERE NombreSonda = '" & "PT1" &
  "' AND AspFecha = '" & SmartTags("myfecha") & "'"
  Set rst = conn.Execute(SQL_Table)
  'Creamos una fila para cada sensor con la fecha actual
  SQL_Table = "INSERT INTO Tabla_Aspiracion
  (NombreSonda,AspFecha,PresionSonda) values ('" &
  SmartTags("sensorBDD") & "', '" & SmartTags("myfecha") & "', '0')"
  Set rst = conn.Execute(SQL_Table)

rst.Close
conn.Close
Set rst = Nothing
Set conn = Nothing
```

### 3.7 Desarrollo Visual Studio:

Microsoft Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) compatible con múltiples lenguajes de programación.

Se utiliza Visual Studio por las siguientes ventajas:

- Integrado el software en la factoría.
- Curva de aprendizaje rápida.
- Lenguaje de uso muy extendido con gran cantidad de documentación.
- Interconexión con los sistemas Windows, teniendo acceso al total de la API.
- Gran cantidad de librerías, como comunicación con bases de datos SQL.

Aunque existen también desventajas:

- Solo se generan ejecutables para Windows, no pudiendo instalar las aplicaciones en ciertos Panel View.
- Sintaxis demasiado inflexible.
- Soporte mínimo orientado a objetos.

Existiendo desventajas, las ventajas las superan para la utilización de Visual Studio en esta aplicación. Sobre todo la posibilidad de comunicación con SQL y la utilización de este software en la factoría facilitando su mantenimiento, si fuera necesario.

Utilizando el software de Visual Studio, buscamos generar una interfaz para el análisis de los datos adquiridos, buscamos analizar los datos de presión y energía en el tiempo.

Para ello, necesitamos mostrar la última información de los datos adquiridos en un “label” tanto de presión como de energía. Un “label” es un recuadro rellenable con texto o valor numérico como podemos ver en la figura 13, un recuadro para ver el estado en función a unas referencias y algoritmos que nos dará la información en base a colores.

Una gráfica para la representación de los datos en el tiempo.

La posibilidad de ocultar y visualizar los diferentes tipos de datos.

Una ventana desplegable para selección el intervalo de tiempo y una para modificar los valores de referencia de forma sencilla.

Todos estos elementos podemos verlos en la figura 13.

Todo lo indicado anteriormente cumple la función de detectar un evento anormal en un largo periodo de tiempo prolongado que cumple el objetivo de detectar obstrucciones en los conductos, pero además añadiremos varias opciones para la detección de casos producidos en instantes de tiempo menos prolongados.

Para la detección de casos puntuales, se añade una función de visualización de las medias de presión por hora, además de visualizar el intervalo de tiempo deseado (de día inicial a día final) igual que la energía en cada instante. Esto nos permite detectar tanto caídas de negro, como correcto soplo de las mangas o incluso la apertura de trampillas de limpieza.

Una vez analizado todo lo que cumplirá la aplicación de Visual Studio visualizaremos tanto la parte de programación como la aplicación desarrollada.

La programación se puede dividir en programación de alto nivel y gráfica.

En primer lugar, analizaremos la programación gráfica. El entorno para programar esta parte lo podemos visualizar en la figura 12. Esta programación consiste en diseñar el entorno gráfico y seleccionar los elementos que deseamos, label o recuadros, graficas, desplegable, barras deslizantes, tablas, pestañas, ventanas y botones. En el anexo [15] visualizamos todos los elementos de Visual Studio.

Una vez seleccionados, son colocados en la ventana, incorporando en ella todos los elementos necesarios, pudiendo cambiar cualquiera de sus propiedades como puede ser tamaño, color, posición o texto. En otros elementos como tablas o gráficas, se pueden configurar gran cantidad de elementos. En la figura 12 y 13 se puede ver los elementos antes mencionados.

Una vez seleccionados y colocados, se les da un nombre que identifique a cada uno de estos elementos. Con este nombre, podemos cambiar todas sus propiedades desde un lenguaje de alto nivel que veremos más adelante.

### Capítulo 3: Desarrollo de las modificaciones.

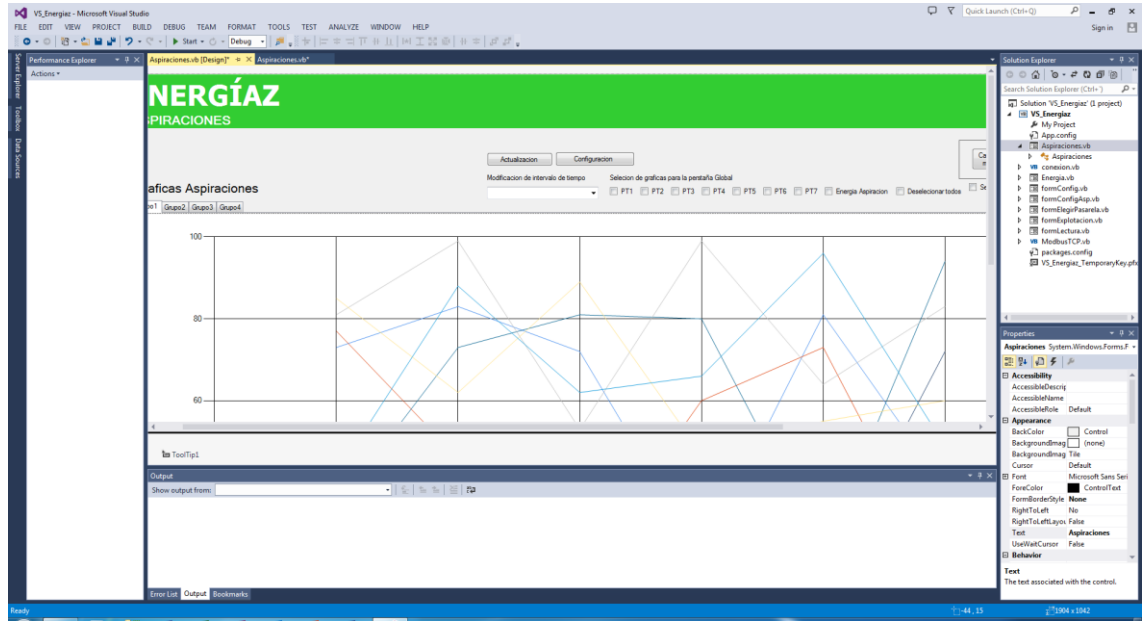


Figura 12: Aspecto general Visual Studio.

El programa es desarrollado para la línea 2 pero se diseña para una ampliación para todas las líneas.

Creamos el ambiente gráfico que cumpla los objetivos desarrollados anteriormente y con los elementos mencionados como vemos en la figura 13



Figura 13: Vista Aplicación desarrollada Visual Studio.

### Capítulo 3: Desarrollo de las modificaciones.

Una vez identificados los elementos que utilizaremos y una vista general del interfaz gráfico desarrollado, se explicará en detalle este sistema. Todo lo explicado a continuación son funcionalidades creadas propias desde cero con las herramientas de Visual Studio.



Figura 14: Configuraciones de la aplicación desarrollada.

Analizamos los diferentes elementos marcados en la figura 14. Los analizamos de izquierda a derecha en la pantalla programada de Visual Studio.

- **Círculo verde:** Botón con texto de “Plano sensores” aparece una ventana flotante con un plano de los sensores, los conductos, el nombre y una imagen de ella misma como vemos en la figura 15.
- **Círculo rojo:** Botones deslizantes en una escala. Ambos botones sirven para ajustar el rango y escala de visualización. El de la izquierda tiene como función ajustar el límite superior de la escala y el de la derecha ajusta el límite inferior de la gráfica. Lo podemos apreciar en la figura 16.
- **Círculo morado:** Con el texto Actualizar, recarga todos los valores, tablas, gráficas y algoritmos de detección de casos no óptimos.
- **Círculo azul:** Con el texto configuración. Aparece una ventana flotante para la una sencilla modificación de los valores de presión límite para una correcta obstrucción. Podemos apreciarlo en la figura 17.
- **Círculo naranja:** Corresponde a una pequeña ventana desplegable con las opciones de visualización (último año, últimos dos años, últimos tres años).
- **Círculo negro:** Corresponde a unos pulsadores biestables. Habilitan y/o deshabilitan la visualización de las gráficas de cada uno de los sensores, como vemos en la figura 18.
- **Círculo amarillo:** Carga una nueva gráfica en vez de con las medias diarias con las medias horarias de las presiones.



### Capítulo 3: Desarrollo de las modificaciones.

- Circulo verde: Ajusta un intervalo exacto a través de un calendario, seleccionando el día inicial y el día final, mostrando las medias horarias de presiones, como vemos en la figura 19.

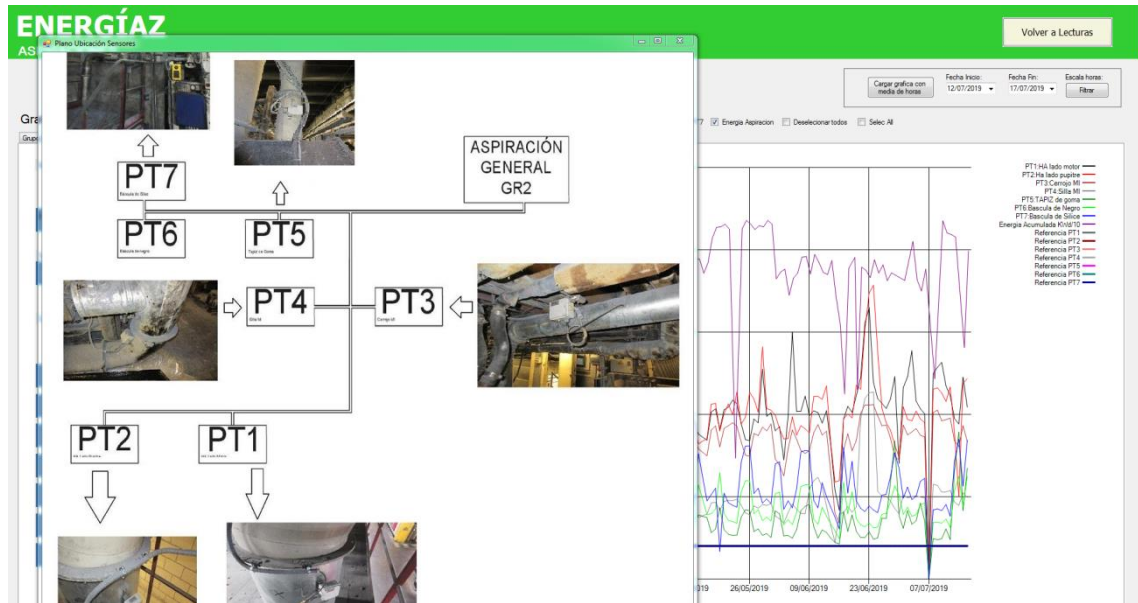


Figura 15: Ayuda de la aplicación desarrollada.

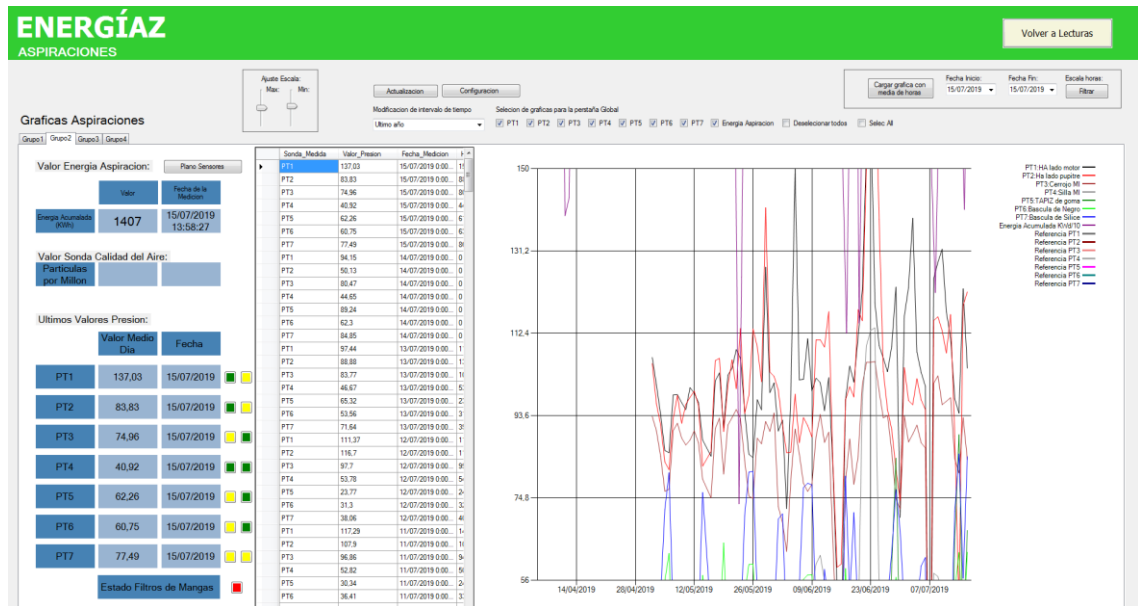


Figura 16: Modificación de la visualización de los datos graficados.

## Capítulo 3: Desarrollo de las modificaciones.

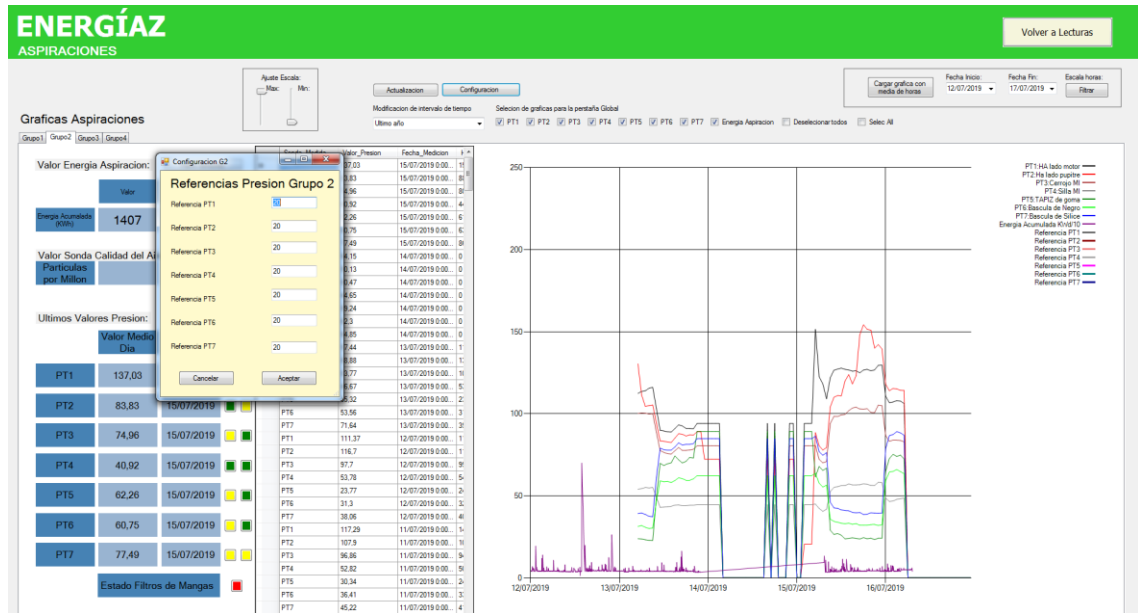


Figura 17: Vista de la configuración de la aplicación desarrollada.

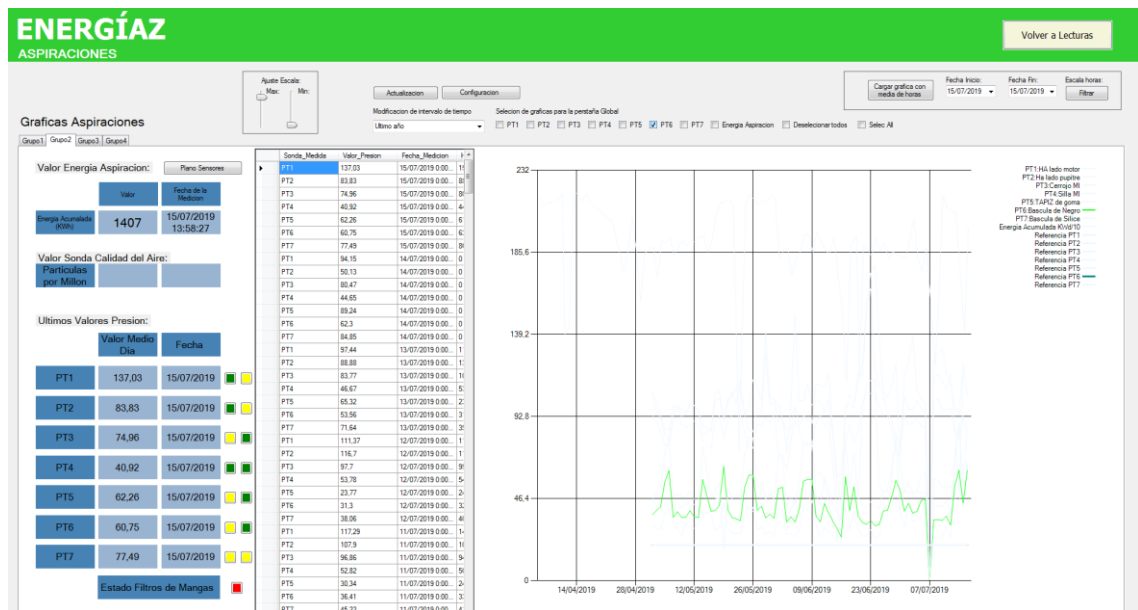


Figura 18: Vista de la aplicación desarrollada.

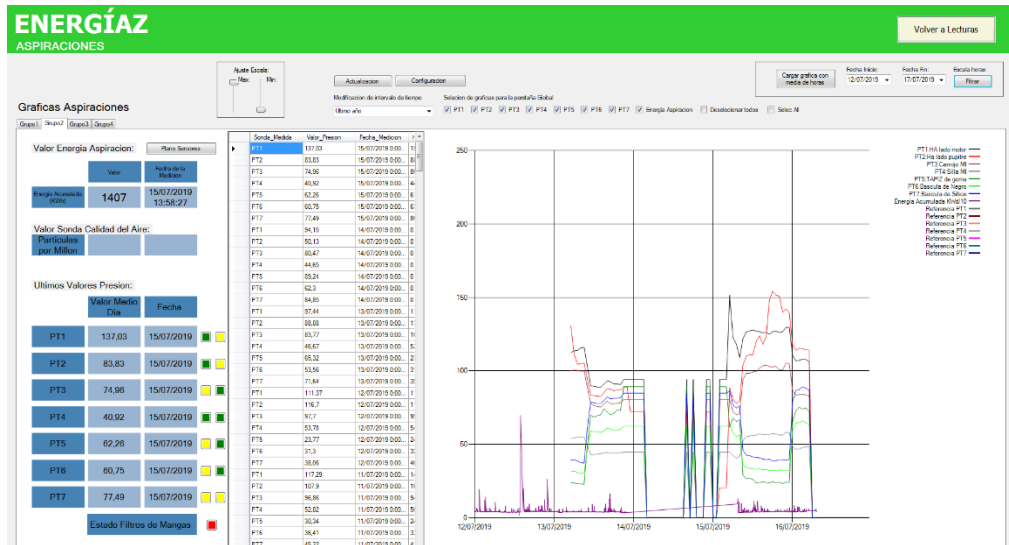


Figura 19: Vista de la aplicación desarrollada.

En la figura 20, apreciamos cuatro áreas a analizar.

- Recuadro amarillo: Conjunto de “label” con la última información de presiones recogida y la fecha de la captura de las mismas, aparte de unos “label” con texto fijo que hacen de identificación de la información.
- Recuadro rojo: Conjunto de botones con el objetivo de reflejar el estado de las aspiraciones tanto comparando con las referencias fijas como por los algoritmos de detección de averías.
  - El color verde indica un estado óptimo, el color amarillo significa una disminución de presión significativa y el color rojo significa una disminución de presión brusca.
- Pulsando cada uno de estos cuadros, aparece su significado concreto tanto estado como posición.
- El último botón (el inferior) corresponde al estado de los filtros de mangas, estando en verde en estado correcto y rojo necesario su cambio.
- Recuadro verde: Tabla con todos los valores recogidos por los sensores pudiendo ser ordenadas descendente o ascendentemente desde las cabeceras.
- Recuadro azul: Gráfica que representa el histórico de presiones y de energías de toda la línea.

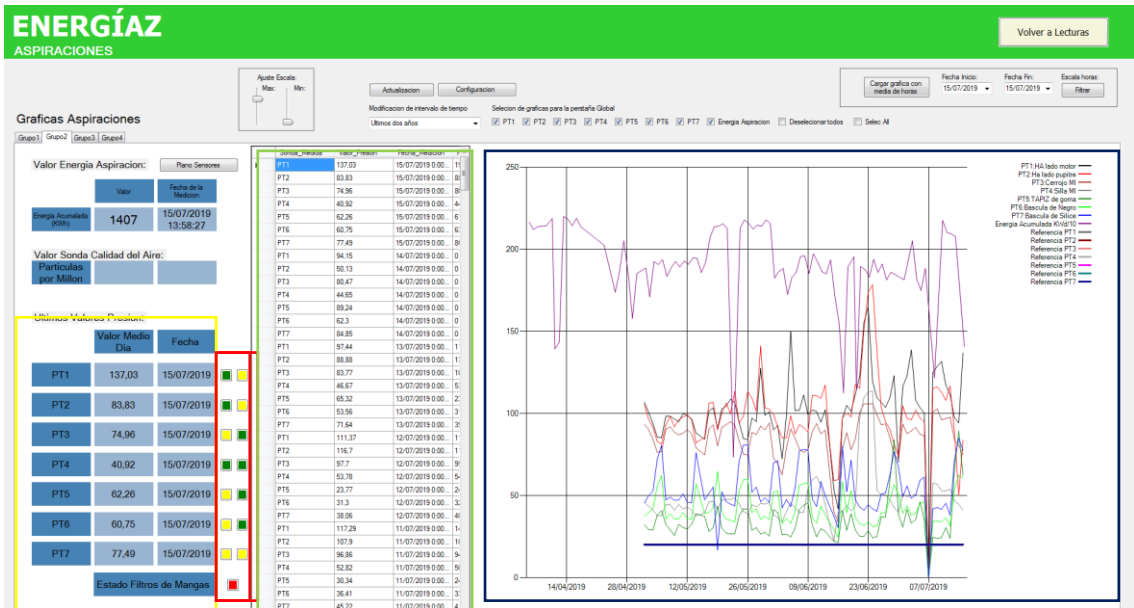


Figura 20 Vista de la explicitación de la aplicación desarrollada.

Explicado el ámbito gráfico, ahora nos centraremos en la programación de alto nivel. Para la explicación, la forma más eficiente será simplificar el análisis de la función y los bloques más significativos ya que es un gran volumen de código.

- Lectura de la tabla de datos. Esta parte es compleja y muy útil para nuestra aplicación por lo cual desarrollamos su explicación. Declaramos las variables y la estructura que necesitamos para ello:

```
Dim MyDatAdp As New SqlDataAdapter
Dim MyCmdBld As New SqlCommandBuilder
Dim MyDataTbl As New DataTable
```

Conexión con la base de datos. Con la función “SqlDataAdapter” almacenamos en una tabla los valores de una tabla de la base de datos pudiendo recoger todos o filtrarlos con gran flexibilidad. Más adelante veremos los filtros.

```
MyDatAdp = New SqlDataAdapter("Select * FROM
Tabla_EnergiaZ", formLectura.MyCn)
MyCmdBld = New SqlCommandBuilder(MyDatAdp4)
MyDataTbl = New Data.DataTable
MyDatAdp.Fill(MyDataTbl)
```

- Representación de valores en gráfica:

Recorremos la tabla generada anteriormente, dicha tabla comienza en cero.

Representamos en una tabla y una serie específica los valores recogidos de la tabla en el eje x y el eje x e y. Podemos visualizarlo en el siguiente ejemplo:

```
For i = 0 To MyDataTbl.Rows.Count - 1
    Dim aux1 As String
    aux1 = MyDataTbl.Rows(i) ("Fecha")
    Chart1.Series("Series1").Points.AddXY(aux1,
MyDataTbl4.Rows(i) ("Energia"))
Next
```

- Filtros en las tablas.

Definimos las variables y las estructuras necesarias para crear la tabla de datos.

Definimos una variable para almacenar el filtro.

Creamos el filtro indicando en la tabla de la base de "SQL" que decidamos, las columnas de la tabla seleccionada.

Gracias al filtro, podemos seleccionar el orden de visualización de la tabla, ascendente o descendente y según qué columna. Además, podemos recoger los datos que estén comprendidos entre unos intervalos. En nuestro caso, podemos ajustar la visualización de la fecha.

También podríamos generar medias, máximos y mínimos y almacenarlo en variables auxiliares. Podemos verlo en el siguiente ejemplo:

```
Dim MyDatAdp400 As New SqlDataAdapter
Dim MyCmdBld400 As New SqlCommandBuilder
Dim MyDataTbl400 As New DataTable

Dim filtro as String
    filtro = "Select MIFechaA , ASPIElec,MIOrden FROM
Tabla_GR02 WHERE MIFechaA>" & fecha_inicio & "' and MIFechaA<"
& fecha_fin & "'"
    filtro = filtro & " ORDER by MIFechaA ASC"

MyDatAdp400 = New SqlDataAdapter(filtro, formLectura.MyCn)
MyCmdBld400 = New SqlCommandBuilder(MyDatAdp400)
MyDataTbl400 = New Data.DataTable
MyDatAdp400.Fill(MyDataTbl400)
```

- Apertura y lectura de un fichero de texto

Definimos el fichero, almacenamos cada línea hasta un retorno de carro en una variable y lo cerramos.

```
'Apertura del documento de texto para lectura
```

```
Dim SR As StreamReader = New
StreamReader("C:\EnergiaZ\ConfiguracionAsp.txt")

'Almacenar cada linea en una variable interna
refPT1 = SR.ReadLine()
SR.Close()
```

- Tratamiento para graficar presiones de cada hora.

Para solucionar el problema de perder información al visualizar sola las medias de presiones diarias, decidimos poder visualizar también las medias horarias. Así tendremos más capacidad de detectar situaciones anormales además de la disminución de presión progresiva.

Generamos la tabla con la presión de cada sensor ordenada por la fecha ascendente.

Recorremos la tabla indicada generando un punto por cada hora, comenzando desde el índice cero (cada índice corresponde a un día). Si estamos en el primer día recorrido, representamos de la hora 6 a la 24. En el segundo día que deseamos representar, visualizamos desde la hora 24 hasta la 29 del día anterior. Repetimos el proceso hasta terminar de recorrer la tabla.

Este proceso tiene tamaño variable ya que podemos seleccionar los días que queremos representar

```
filtro = "Select * FROM Tabla_Aspiracion WHERE
NombreSonda='" & "PT7" & "' and AspFecha>" & fecha_inicio & "'
and AspFecha<" & fecha_fin & "'"
filtro = filtro & " ORDER by AspFecha ASC"
MyDatAdp50 = New SqlDataAdapter(filtro, formLectura.MyCn)
MyCmdBld50 = New SqlCommandBuilder(MyDatAdp50)
MyDataTbl50 = New Data.DataTable
MyDatAdp50.Fill(MyDataTbl50)
For i = 0 To MyDataTbl50.Rows.Count - 1
    auxhora = MyDataTbl50.Rows(i) ("AspFecha")
    If (i <> 0) Then

ChartGlobal.Series("Series7").Points.AddXY(auxhora,
MyDataTbl50.Rows(i - 1) ("H25") / 100)
    End If
    If i = 0 Then
        auxhora = DateAdd("h", +4, auxhora)
    End If
    auxhora = DateAdd("h", +1, auxhora)
    ChartGlobal.Series("Series7").Points.AddXY(auxhora,
MyDataTbl50.Rows(i) ("H06") / 100)
```

- Determinación del estado de las aspiraciones por referencia visual.

Para determinar si la presión está en unos niveles correctos, comparamos el valor actual con una referencia ajustable.

Para ello modificamos el color de fondo de un "label" determinado. Si presionamos dicho "label", mostrará un aviso de lo que significa el color actual.

```
'PT1
  For i = 1 To MyDataTbl5.Rows.Count - 1
    'If MyDataTbl1.Rows(i) ("MIFechaA") > tmpFechaMin Then
    If MyDataTbl5.Rows(i) ("NombreSonda") = "PT1" Then
      Label8.Text = (MyDataTbl5.Rows(i) ("PresionSonda"))
/ 100)
      Label7.Text = MyDataTbl5.Rows(i) ("AspFecha")
      If (MyDataTbl5.Rows(i) ("PresionSonda") / 100) <
refPT1 Then Button2.BackColor = Color.Red Else Button2.BackColor =
Color.Green
      End If
    Next
```

- Visualización de las medias diarias de presión filtrando por el último o los últimos dos o tres años.

En este caso, obtenemos la fecha actual, extraemos el año y lo comparamos con la columna de fecha de la presión mediada en la aspiración también extrayendo el año.

```
If Button2.BackColor = Color.Red Then
  MessageBox.Show("Se requiere limpieza de la aspiracion
de HA Lado motor", "Estado Aspiracion", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Information)
End If
If Button2.BackColor = Color.Green Then
  MessageBox.Show("Estado optimo de la aspiracion de HA
Lado motor", "Estado Aspiracion", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Information)
End If
If Button2.BackColor = Color.Yellow Then
  MessageBox.Show("Estado no optimo de la aspiracion de
HA Lado motor", "Estado Aspiracion", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Information)
End If
```

- Graficar la energía.

La energía debemos tratarla antes de representar. Para la visualización de medias de horas, no es necesario tratamiento ya que podemos mostrar por momentos, pero en la representación de presiones por días debemos tratarla.

Recorre la tabla de energías. Los valores están almacenados con un índice desde uno hasta el número de mezclas por día. Almacenamos el sumatorio de todos los valores de energía de las aspiraciones desde índice uno hasta que volvemos a alcanzar el índice uno en que representamos el valor

```
For i = 0 To MyDataTbl40.Rows.Count - 1
    If Not IsDBNull(MyDataTbl40.Rows(i) ("MIOrden")) And
Not IsDBNull(MyDataTbl40.Rows(i) ("ASPIElec")) Then

        If MyDataTbl40.Rows(i) ("MIOrden") <> 1 Then
            energiadia = energiadia +
MyDataTbl40.Rows(i) ("ASPIElec")
        End If

        If MyDataTbl40.Rows(i) ("MIOrden") = 1 And
energiadia <> 0 Then

ChartGlobal.Series("Series8").Points.AddXY(MyDataTbl40.Rows(i) ("MI
FechaA"), energiadia / 10)
            energiadia = 0
        End If
        If MyDataTbl40.Rows(i) ("MIOrden") = 1 And
energiadia = 0 Then
            energiadia = MyDataTbl40.Rows(i) ("ASPIElec")
        End If
    End If

Next
```

- Análisis predictivo de presiones para sensores en conductos de gran diámetro.

Creamos un algoritmo para la detección de obstrucción más flexible que la comparación con una referencia fija.

Para ello seguimos los siguientes pasos para cada uno de los sensores.

1. Calculamos la media de todos los datos recogidos de presiones medias de cada día de un sensor excluyendo valores muy elevados o muy reducidos.
2. Calculamos tres medias en distintos intervalos de tiempo uno más cercano al actual, uno más lejano y otro aún más.
3. Comparamos la media global con cada media temporal, ajustando en cada intervalo con un coeficiente.
  - a. Para los valores más cercanos a la fecha actual, comparamos con la media global menos un 30%, con los valores medio alejados un 25% menos y los más alejados un 20% siendo más estricto con los valores más cercanos a la fecha actual y menos



con los más alejados; buscando, de esta, forma una progresión descendiente de presiones.

- b. Debiendo cumplirse las tres condiciones simultáneamente, este algoritmo busca aproximadamente en los últimos 30 días un decrecimiento de medias de presión diarias correspondientes al efecto de la obstrucción que deseamos localizar.

```
'Funcion para la deteccion predictiva de un posible
deteteoramiento de las instalaciones de aspiracion
'Variables
Dim mediamin, media, restmin, restmin, restmed As Integer

'Calcula la media de todos los valores obtenidos
For i = 0 To MyDataTbl41.Rows.Count - 1
    If MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda") > 2000 And
MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda") < 16000 Then
        media = MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda") +
media
    End If
Next
media = (media / (MyDataTbl41.Rows.Count + 1))
'Realiza la resta de los ultimos valores predefinidos mas
cercanos en el tiempo
restmax = 0
For i = MyDataTbl41.Rows.Count - 12 To
MyDataTbl41.Rows.Count - 1
    restmax = MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda") +
restmax
Next
restmax = restmax / 12
'Comparamos la media global con las medias con diferentes
coeficientes de robusted
If Not Button2.BackColor = Color.Red Then
    If media * 0.7 > restmax And media * 0.75 > restmed
And media * 0.8 > restmin Then
        Button2.BackColor = Color.Yellow
    Else
        Button2.BackColor = Color.Green
    End If
End If
```

- Análisis predictivo de presiones para sensores en conductos de menor diámetro.

Creamos un algoritmo distinto al explicado anteriormente, ya que el comportamiento de dichos sensores es diferente.

Comentaremos paso a paso este algoritmo:

1. Inicializamos las variables a utilizar.
2. Generamos la tabla de datos para cada sensor ordenados por fecha descendente.
3. Calculamos la media de presiones de toda la tabla salvo los últimos treinta días.
  - a. Incluimos un filtro fijo para la obtención de la media.
  - b. Incluimos otro filtro variable para la obtención de la media, que se calcula a partir de la referencia a la cual se dispondrá a la limpieza de los conductos. Siendo proporcional a esta referencia, creamos una banda.

Esto se crea para evitar coger valores de modo de recuperación o problemas puntuales.

4. Calculamos la media de presiones de toda la tabla de los últimos treinta puntos de captación.
  - a. Incluimos un filtro fijo para la obtención de la media.
  - b. Incluimos otro filtro variable semejante al cálculo de la media total.

```
cont1=0
restmed = 0
media = 0
cont=0
MyDatAdp41 = New SqlDataAdapter("Select PresionSonda
FROM Tabla_Aspiracion WHERE NombreSonda='" & "PT5" & "' ORDER
BY AspFecha DESC", formLectura.MyCn)
MyCmdBld41 = New SqlCommandBuilder(MyDatAdp41)
MyDataTbl41 = New Data.DataTable
MyDatAdp41.Fill(MyDataTbl41)

'Calcula la media de todos los valores obtenidos
For i = 0 To MyDataTbl41.Rows.Count - 30
    If MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda") > 2000 And
MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda") < 16000 Then
        If MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda") < refPT5
* 1.8 * 100 And MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda") > refPT5 *
100 * 1.25 Then
            media = MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda")
+ media
            cont=cont+1
        End If
    End If
Next
media = (media / cont)
For i = MyDataTbl41.Rows.Count - 30 To
MyDataTbl41.Rows.Count - 1
```

### Capítulo 3: Desarrollo de las modificaciones.

```
        If MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda") > 2000 And
MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda") < 16000 Then
            If MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda") < refPT5
* 100 * 1.8 And MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda") > refPT5 *
100 * 1.25 Then
                restmed =
MyDataTbl41.Rows(i) ("PresionSonda") + restmed
                cont1=cont1+1
            End If
        End If
    Next
    restmed = (restmed /cont1)
    If Not Button6.BackColor = Color.Red Then
        If media > restmed * 1.15 Then
            Button6.BackColor = Color.Yellow
        Else
            Button6.BackColor = Color.Green
        End If
    End If
```



# Capítulo 4: Resultados y Conclusiones.

## 4 Resultados y Conclusiones:

### 4.1 Resultados.

Una vez analizado la creación de todo el sistema de captación de datos, almacenamiento, tratamiento y el entorno gráfico, se debe hacer un análisis de los datos captados. Este proceso es de gran importancia para la determinación de la utilidad de todo el sistema.

En primer lugar, se realizará un análisis de las situaciones que han surgido del análisis diario de los datos y a continuación se estudiará todo el conjunto de información recogida.

En las figuras 21 y 22 vemos toda la información captada en forma de gráfica. En la figura 21 visualizamos los datos diarios (energía y presiones medias diarias), mientras que en la figura 22 visualizamos las energías KWh y presiones medias hora. Estas dos figuras representan todos los datos capturados por el sistema en forma de gráfica, tanto los datos horarios como diarios proporcionando una forma gráfica de visualizar la evolución del sistema.

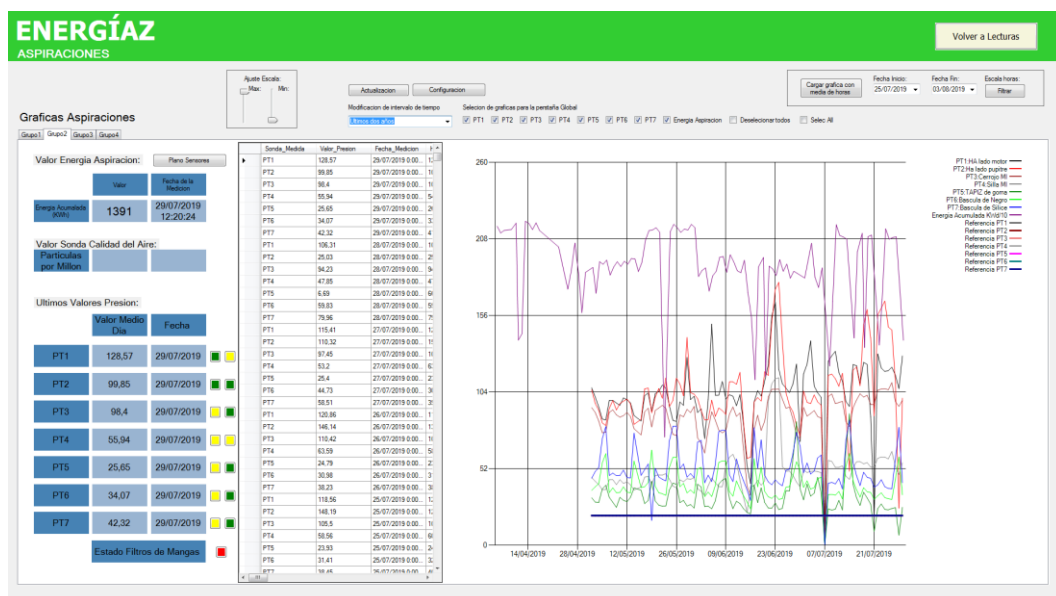


Figura 21: Media de presiones por días.

## Capítulo 4: Resultados y Conclusiones.

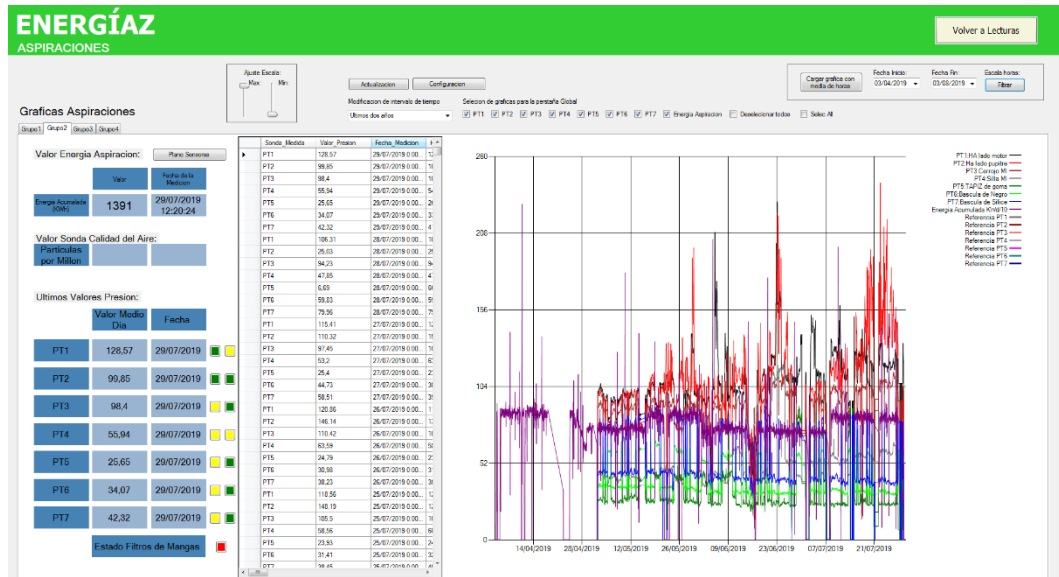


Figura 22: Media de presiones por hora.

### 4.2 Análisis casos puntuales:

Las conclusiones obtenidas en este apartado provienen del análisis diario de los datos captados, investigando cada situación con los informes producidos, las acciones de los técnicos relacionados o la investigación propia del sistema en tiempo real.

Obtenemos datos a partir del día 2 de mayo de presión y a partir del 4 de abril de energía. Por lo tanto, podemos analizar el sistema a partir del día dos de mayo cuando tenemos información de todos los puntos de presión y la energía.

A continuación, se explican los casos detectados e investigados en periodos de tiempo relativamente cortos.

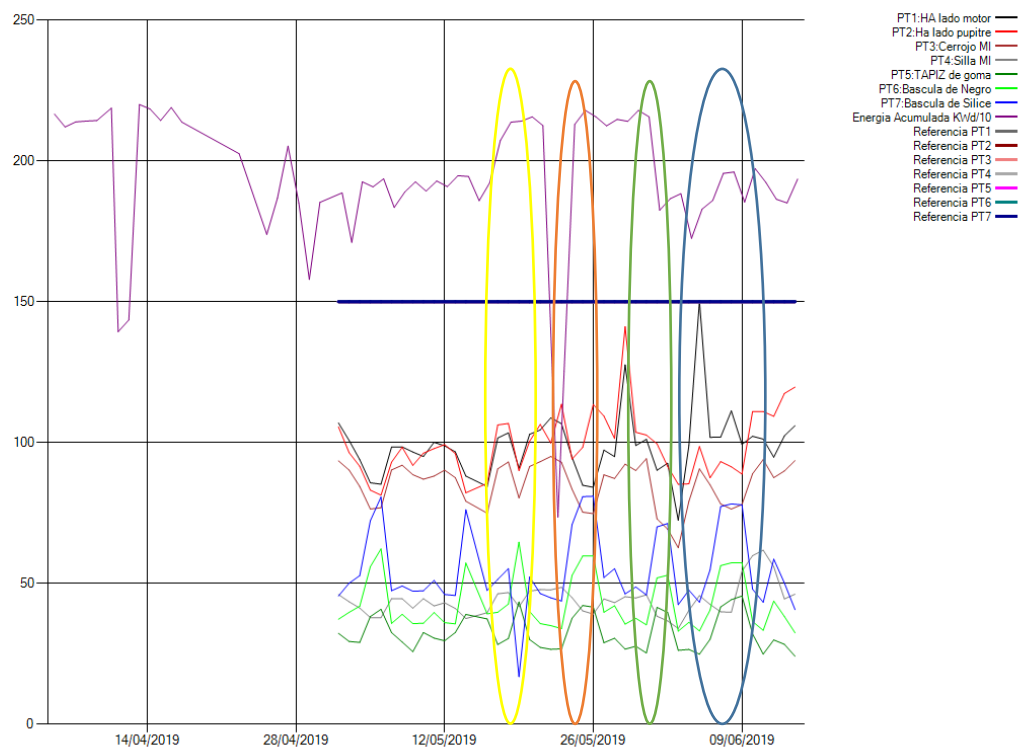


Figura 23: Análisis de situaciones. Caso 1 a 4.

Detectamos las cuatro primeras situaciones anormales que se debe estudiar. Estas situaciones se han analizado en el momento que se produjeron. Cada una la identificamos con un color en la figura 23.

- Caso 1: Ovalo amarillo.

Aumento de energía y presión por colmatación de los filtros de mangas, solucionado mediante el caso 3 (ovalo verde) gracias a una limpieza de los filtros de mangas.

- Caso 2: Ovalo rojo.

Preventivo de la línea dos, disminución de consumo energético. La presión se mantiene artificialmente a través de la programación.

- Caso 3: Ovalo verde.

Limpieza de los filtros de mangas, reduciendo la presión en todos los conductos y el consumo energético.

- Caso 4: Ovalo azul:

## Capítulo 4: Resultados y Conclusiones.

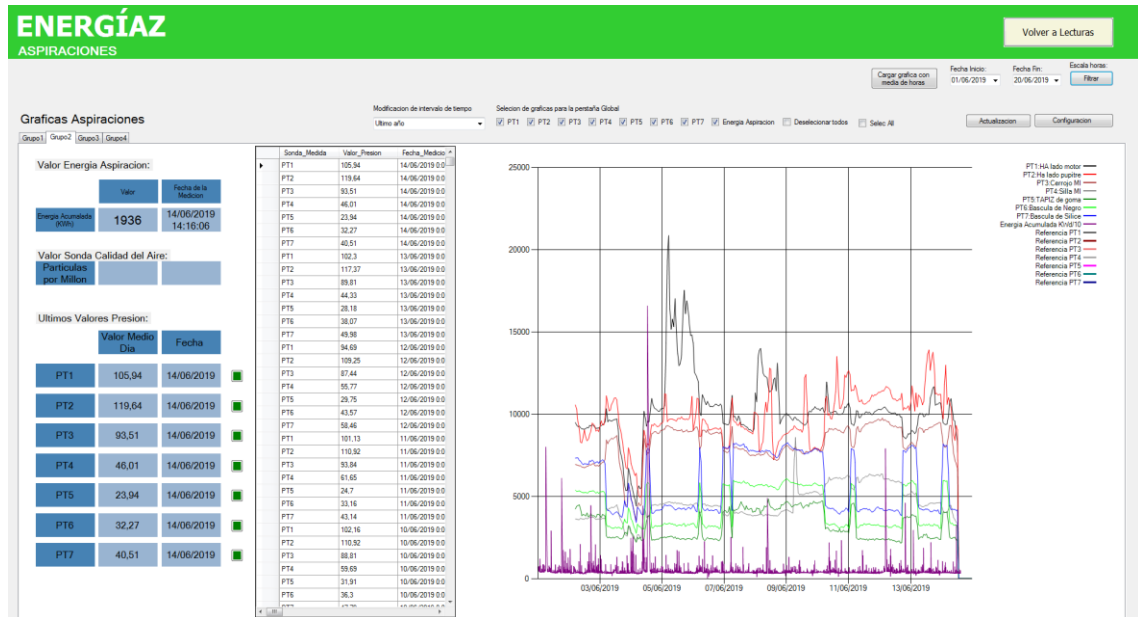


Figura 24: Caso 4.

Se analiza lo ocurrido en la semana 3 al 7 de junio en la figura 24, caso 4, viendo un pico invertido de consumo de energía y un pico en la presión del punto 1.

Por estas razones, se decide analizar este caso, revisando desde el automático hasta el final del sistema de aspiraciones. En este proceso, se detecta un problema en el sistema de filtros de mangas.

Revisadas las mangas y el sistema neumático de limpieza de las mismas en las instalaciones físicas, detectamos que no está funcionando correctamente. No se activan las servoválvulas que introducen el aire de limpieza a presión de las mangas y por lo tanto no se expulsan las partículas extraídas de todos los conductos. Además, se detecta un defecto en el temporizador debido a que hay una válvula que no se activa. Todas estas circunstancias elevan la presión, siendo este el error que se descubre gracias a la aplicación desarrollada.

Este problema provenía del controlador y temporizador de la acción de las servoválvulas. Se realiza un bono, orden de tarea a mantenimiento, para solucionar el problema definitivamente.



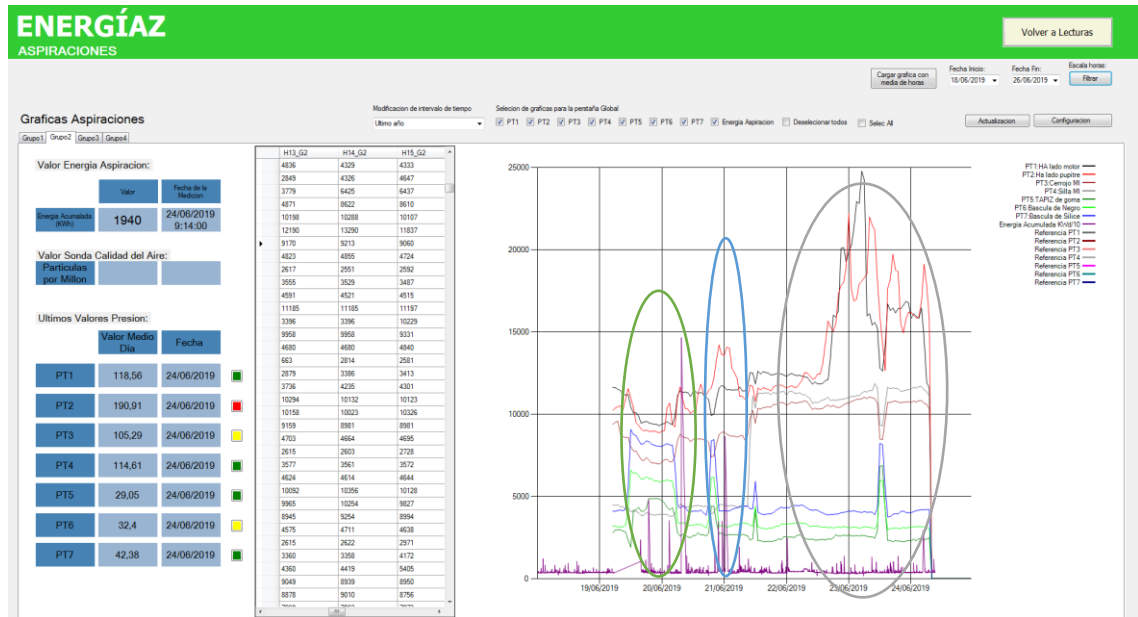


Figura 25: Casos 5 a 7.

- Caso 5: Situación círculo verde:

Este comportamiento ocurre cuando se cambia del funcionamiento normal a recuperación, cambiando de posición las válvulas de guillotina.

Se aprecia una disminución de presión en varios puntos y un aumento en otro conjunto, hechos que se explican en más detalle en los casos generales.

- Caso 6: Situación círculo azul:

Pruebas de técnicos, picos de cambio de presión por cambio rápido entre general, recuperación y otras pruebas.

- Caso 7: Situación círculo gris:

Defecto en las aspiraciones. Térmicos saltados y no rearmados durante el fin de semana, en concreto, dispara el magnetotérmico del variador del motor sinfín que expulsa las partículas absorbidas de las aspiraciones en sacas. Las mangas se obstruyen e hinchan, aumenta la presión al no poder ser disminuida la cantidad de negro por el motor tornillo sinfín y seguir aspirando partículas del proceso productivo.

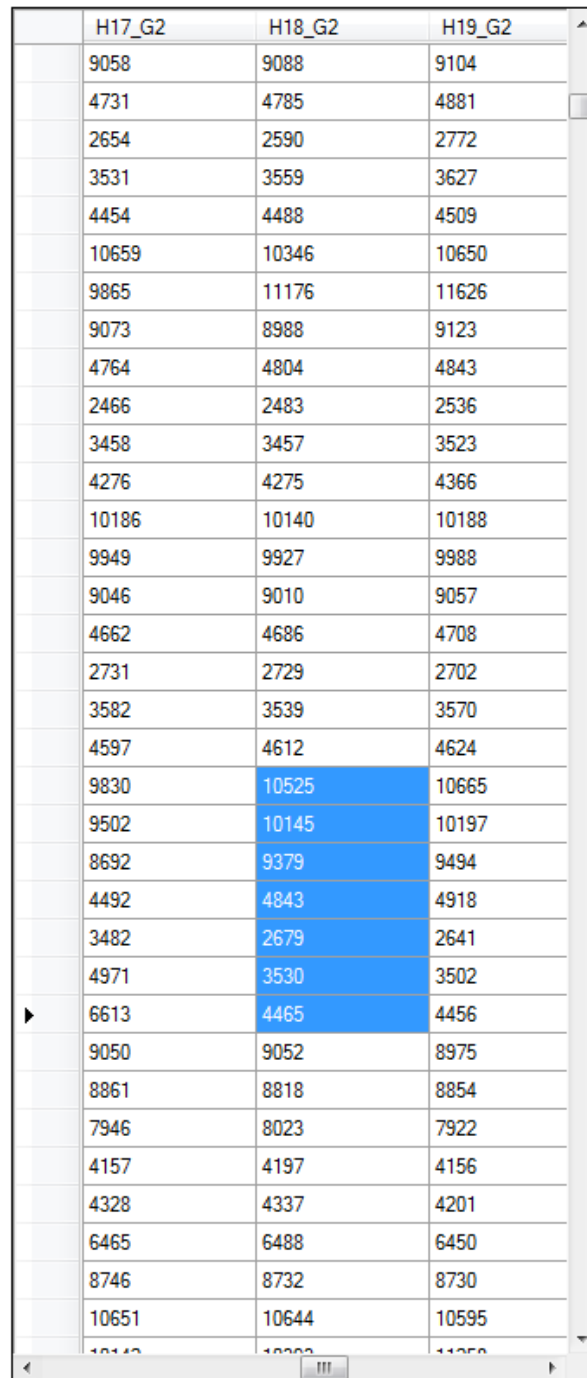
Para corroborar este caso al producirse en días no laborales, analizamos todos los incidentes en este periodo de tiempo.

Mensajes nivel dos:

- 22-JUN-2019 19:55:04.22 BN21 89 Sobretensión motor sin fin aspiraciones

Capítulo 4: Resultados y Conclusiones.

- 27-JUN-2019 22:28:41.51 BN21 89 Rearme motor sin fin aspiraciones



	H17_G2	H18_G2	H19_G2
	9058	9088	9104
	4731	4785	4881
	2654	2590	2772
	3531	3559	3627
	4454	4488	4509
	10659	10346	10650
	9865	11176	11626
	9073	8988	9123
	4764	4804	4843
	2466	2483	2536
	3458	3457	3523
	4276	4275	4366
	10186	10140	10188
	9949	9927	9988
	9046	9010	9057
	4662	4686	4708
	2731	2729	2702
	3582	3539	3570
	4597	4612	4624
	9830	10525	10665
	9502	10145	10197
	8692	9379	9494
	4492	4843	4918
	3482	2679	2641
	4971	3530	3502
▶	6613	4465	4456
	9050	9052	8975
	8861	8818	8854
	7946	8023	7922
	4157	4197	4156
	4328	4337	4201
	6465	6488	6450
	8746	8732	8730
	10651	10644	10595
	10110	10200	11250

Figura 26: Tabla de datos de presiones. Caso 7.

Comprobamos, gracias a los mensajes del Nivel 2 (histórico de defectos de toda la factoría) y la tabla de presiones de nuestra aplicación (figura 26), lo ocurrido anteriormente.

## Capítulo 4: Resultados y Conclusiones.

- Caso 8: Óvalo Morado.

Solucionados los problemas surgidos los días del 22 al 28 de junio, se comprueba que el sistema trabaja normalmente con presiones estables y constantes. Este estado de funcionamiento normal está rodeado de morado, habiendo detectado y solucionado un problema real.

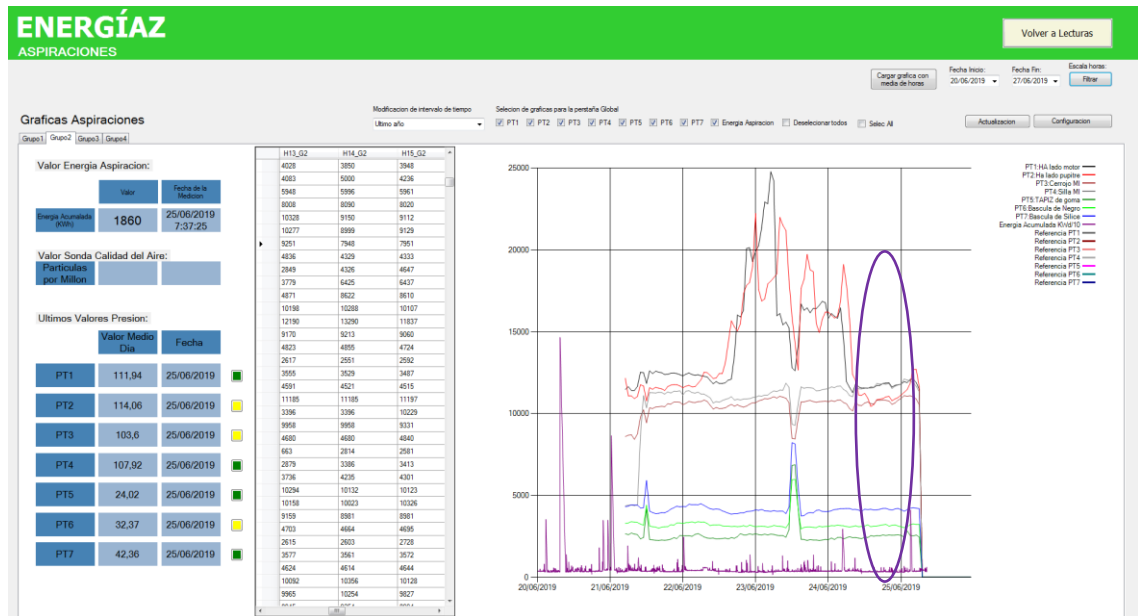


Figura 27: Caso 8: Capturas de comportamiento normal.

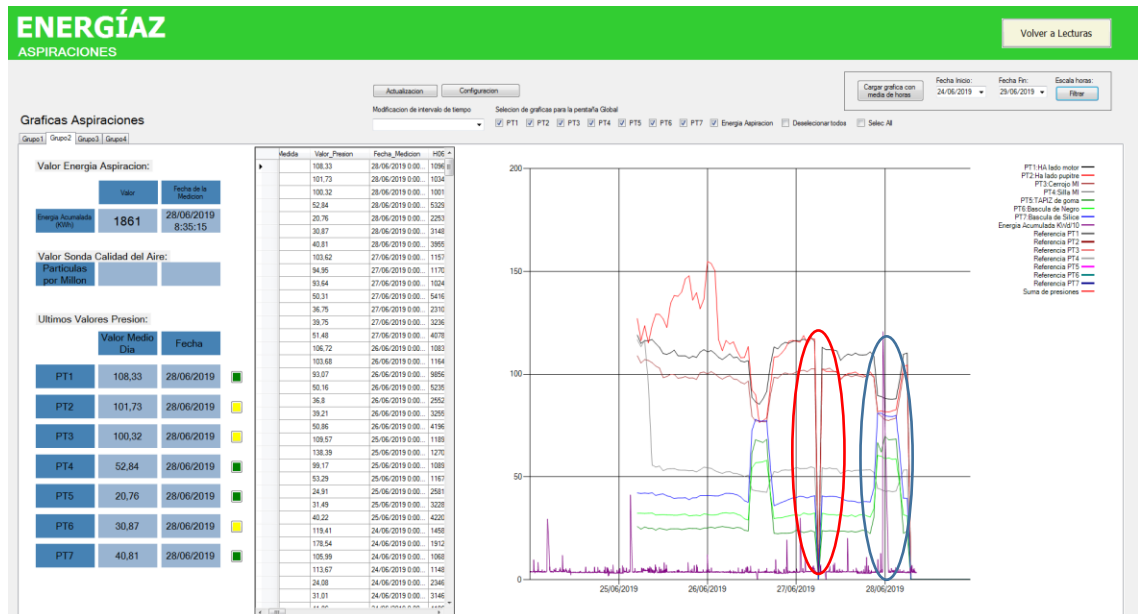


Figura 28: Caso 9 y 10.

## Capítulo 4: Resultados y Conclusiones.

- Caso 9: Óvalo rojo.

En el primer caso que visualizamos en la figura 28, óvalo rojo, vemos una disminución a cero de todos los valores. Esto se debe simplemente a la caída del sistema al ser necesario reiniciar todo el sistema por una actualización externa a nuestra aplicación.

- Caso 10: Óvalo azul.

En el segundo caso, óvalo azul, se aprecia una disminución de presión en ciertos conductos y un aumento en otros. Esto se debe al cambio entre general y recuperación (contrastado en los casos anteriores), como en el caso 5.

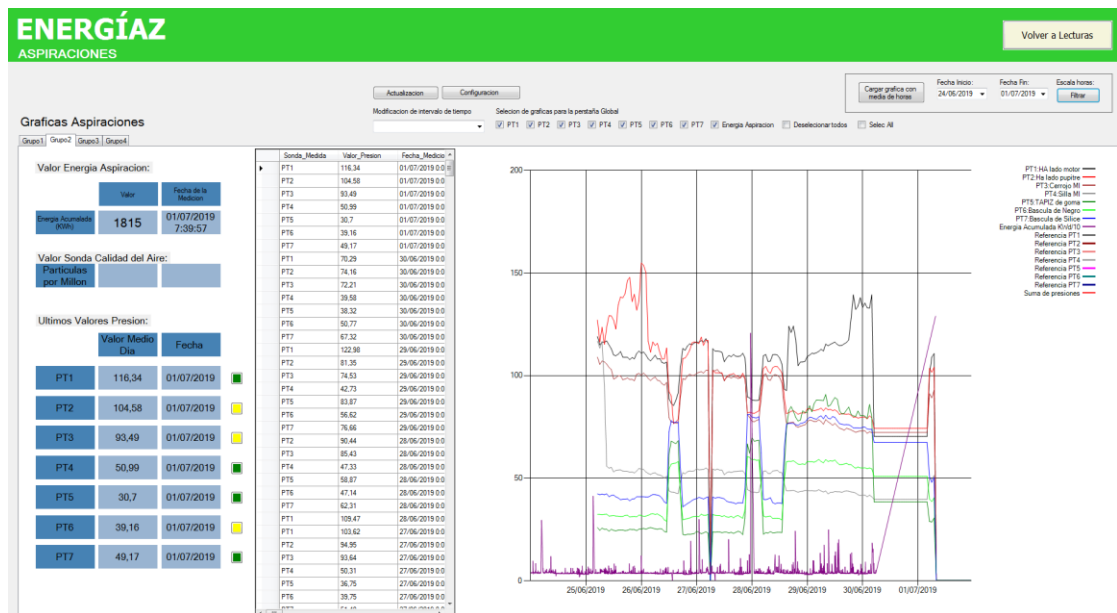


Figura 29: Caso 11 y 12.

- Caso11: Óvalo morado.

Los domingos de los meses de julio y agosto en la factoría de mezclas no se produce, por esa razón no existe consumo y la presión se mantiene constante.

- Caso 12: Óvalo rojo.

Nivel alto en las mangas de recuperación, elevando la presión al no poder evacuar las partículas aspiradas.

Una vez analizado todas las situaciones anormales surgidas en estos meses de estudio, la situación más importante y frecuente es la obstrucción de los filtros de mangas o la tolva que se estudiará en profundidad a continuación.

#### 4.2.1 Caso de obstrucción de filtros de mangas.

La situación más importante analizada es la obstrucción de filtros de mangas. En este caso, puede ocurrir que los filtros se colmaten, si la tolva está llena, apelmazada de negro de humo o que se produzca una bóveda por la colmatación del negro de humo. También ocurrirá si el soplado de las mangas no está operativo o las servoválvulas no se activan correctamente.

Si se da este caso, debe aparecer un aumento de presión en todos los conductos acompañado de un consumo más elevado de energía. En la figura 30 podemos ver este comportamiento.

En la figura 30, desde el 3 de julio hasta el 8 de julio se ve un estado óptimo de las instalaciones, un consumo de energía sobre los 80KWh y unas presiones en mayor medida constantes y de menos valor que en los días siguientes.

En el siguiente intervalo, a partir del 8 de julio, hay un aumento del consumo energético, alrededor de 90KWh y unas presiones más inestables y más elevadas. Esto ocurre ya que la salida de todos los conductos está bloqueada, debiendo elevar las presiones para mantener una velocidad fija del flujo.

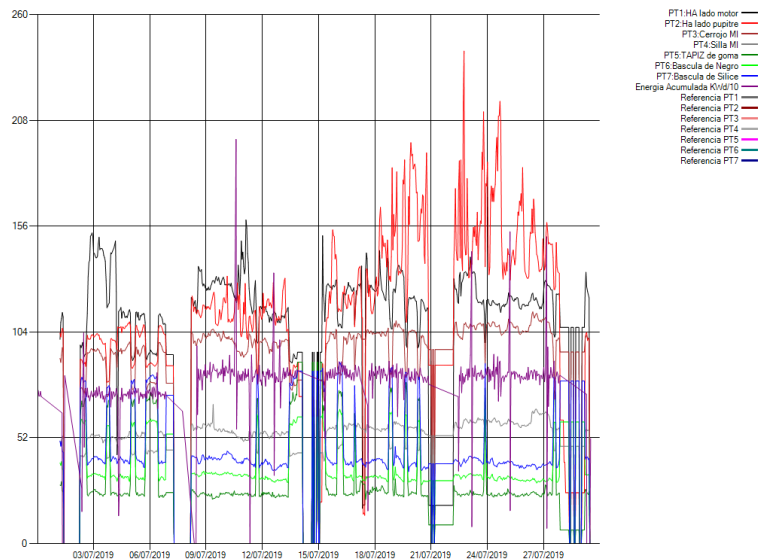


Figura 30: Conjunto de datos capturas medios horarios.

### 4.3 Análisis caso general.

Una vez analizado el sistema de forma local, se estudia el sistema de forma global. El intervalo de estudio es del 1 de mayo a 1 de julio de 2019 analizamos las presiones y energías de forma global.

Para un correcto análisis en este caso, se analiza cada sensor individualmente y se prestará atención cuando el valor es estable, ignorando las situaciones de funcionamiento puntual que han sido explicadas anteriormente en detalle.

Aunque las medidas tomadas por los sensores son distintas, se pueden clasificar los sensores en dos tipos. La clasificación la realizamos en función del diámetro de los conductos del circuito general y en función del diámetro del circuito de recuperador respecto el general.

Para el análisis se mostrará el histórico de todos los sensores aunque se analizará en profundidad uno de cada tipo, ya que el resto del mismo tipo se comporta de forma semejante y no es necesario una explicación en detalle.

#### 4.3.1 Tipo 1

El tipo 1 corresponde a un diámetro de los conductos comprendido entre 120 y 200 cm para el modo de trabajo general y diámetro menor a 120 cm el modo recuperador. Este caso corresponde al sensor 7, 6, 5 y 3

Sensor 6:

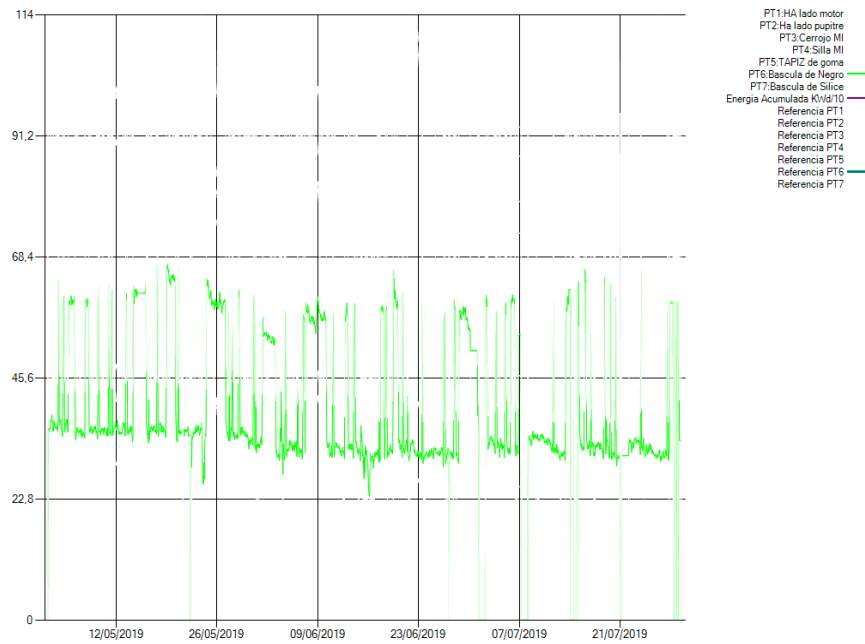


Figura 31: Sensor 6.

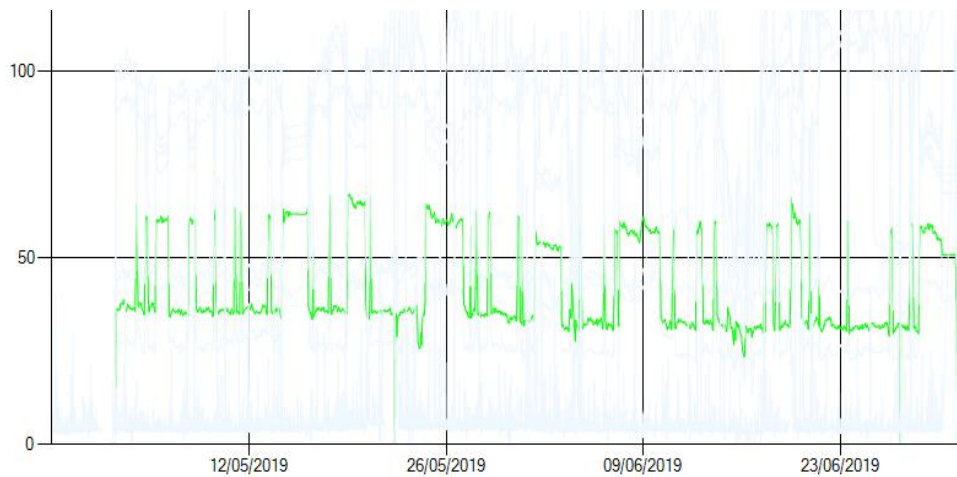


Figura 32: Sensor 6

En la figura 31 y 32 se puede visualizar la gráfica de presiones medias horarias del sensor 6, en diferentes rangos temporales y versiones del programa. El objetivo principal es localizar un decremento con una pendiente reducida que representa una disminución de presión en el conducto y por lo tanto una obstrucción del mismo. Esto se debe al aumento de las pérdidas de carga, disminuyendo el caudal y por la tanto la presión.

Analizando la figura 32 en su totalidad, en primera instancia, no reconocemos una disminución de presión.

Para analizarlo correctamente, se debe tomar el sistema en dos partes. Esto se produce al cambiar entre modo general y de recuperación. Al ser conductos distintos, la presión cambia drásticamente entre uno y otro al tener diámetros distintos por lo cual los caudales son distintos y presiones distintas en ambos modos. Este comportamiento se visualiza en la figura 33.

Siendo las partes de menor presión, se denominarán llanuras, cuando trabaja en modo general y las altas presiones, se denominarán mesetas, cuando trabaja en modo de recuperación. Analizando el sistema separando estas dos situaciones, se ve una disminución de presión tanto en recuperación como en general, lo que significa una disminución de caudal y por lo tanto obstrucción en el conducto.

Se llega a la conclusión de que existe una disminución de presión, de forma gráfica como se ve en la figura 33, se debe comprobar la veracidad de esta hipótesis.

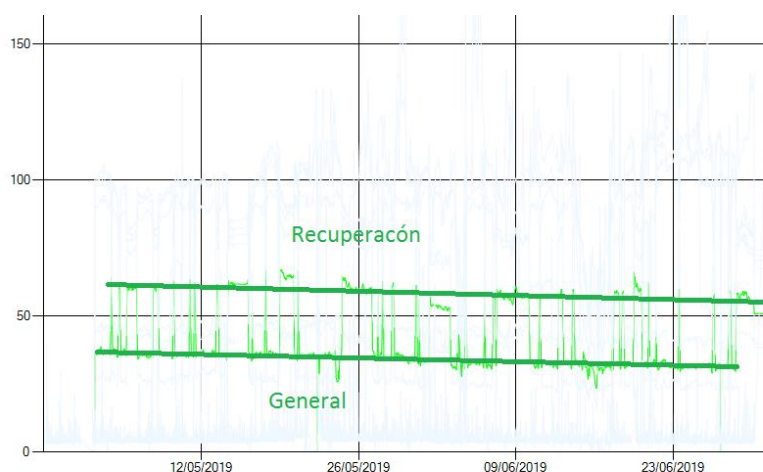


Figura 33: Grafica disminución presión.

Histórico Presiones:	Fecha:			
Puntos:	01/05/2018		25/06/2019	
Estado:	General	Recuperación	General	Recuperación
PT6: Bascula de negro	36,48	59,7	31,35	58,5

Tabla 10: Histórico presión.

Una vez detectada una obstrucción de los conductos del punto 6 de forma gráfica, debemos corroborar esta hipótesis. En primer lugar, se extraen los datos de presión de la tabla de la aplicación desarrollada que se visualizan en la tabla 10, en la que se aprecia un decremento de presión en ambos modos de trabajo, confirmando la obstrucción.



Además de las comprobaciones en forma gráfica, de tabla de presiones y de tabla de velocidades, se realiza una última comprobación. Acompañado de un técnico y ayudado de otros útiles de medida, como el tubo de Venturi (medidor de la velocidad), comprobamos el aumento de las pérdidas de carga, buscando ver una pérdida de velocidad en estos conductos.

Se toman varias medidas y se realiza la media obteniendo la velocidad en cada punto y en ambos modos (general y recuperación) en este punto. También se recoge en la misma tabla los valores medidos anteriormente (medidas bianuales) en la tabla 11.

Histórico velocidades:	Fecha:					
	01/09/2018		18/03/2019		01/07/2019	
Puntos:	General	Recuperación	General	Recuperación*	General	Recuperación
PT6: Bascula de negro(m/s)	13	8	13	3	10	11

\*: Realizado un bono para la limpieza

Tabla 11.

Se tienen tres puntos de velocidad en el tiempo para cada modo. En el general comprobamos que disminuye progresivamente en el tiempo, corroborando la disminución de presión. En el modo de recuperación no podemos verificarlo ya que se hizo una limpieza en abril de los conductos.

Por lo tanto, se debe retroceder a medidas más lejanas en el tiempo para comprobarlo, teniendo en el primer cuatrimestre del 2018 10,2 m/s y en el segundo cuatrimestre de 2017 11,5 m/s. y verificando también la disminución de presiones en modo recuperación.

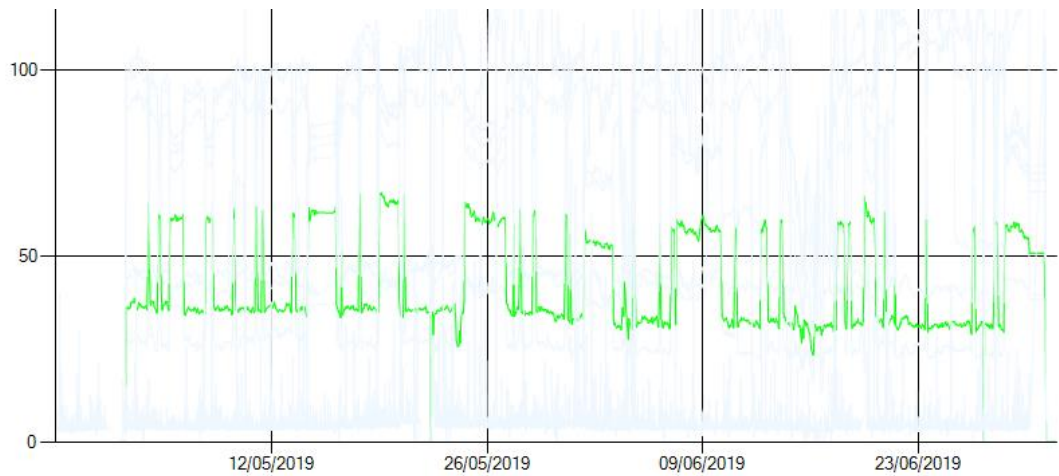


Figura 34: Histórico presiones sensor 6.

Una diferencia clave que hay que tener en cuenta entre el modo general y de recuperación es la siguiente, cuando la aspiración trabaja en modo general, las presiones son más estables que en modo recuperación. Esto se debe a la humedad que es capaz de asimilar, siendo en el modo general mayor la superficie de absorción. Se verifica que las mesetas son menos estables que las llanuras (general bajas presiones y recuperación alta presiones) como vemos en la figura 34.

Analizadas las presiones se contrasta con la energía en la figura 35.

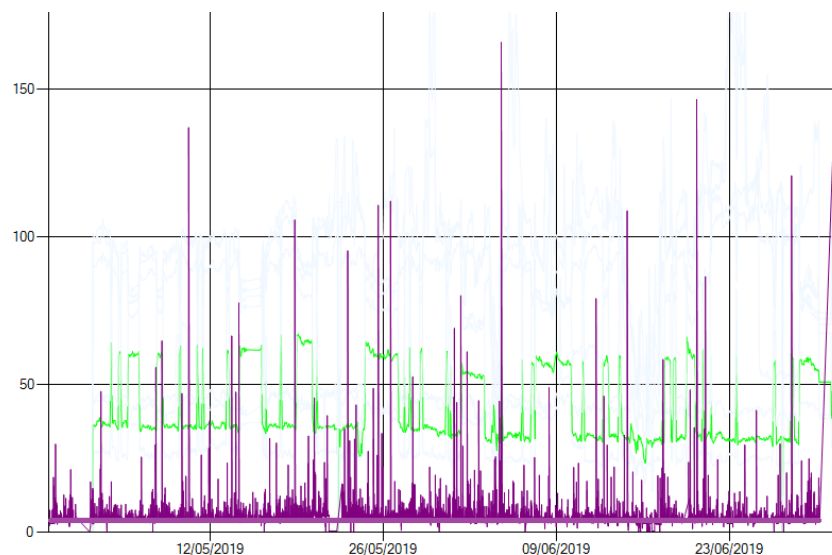


Figura 35: Histórico presión y energía punto seis.

## Capítulo 4: Resultados y Conclusiones.

En la situación actual, se comprueba que la energía es mayoritariamente constante. Los conductos del sistema están parcialmente obstruidos, disminuyendo la presión y, por lo tanto, la efectividad, por lo tanto, actualmente se está consumiendo la misma energía, pero recuperando menos partículas, obteniendo un rendimiento menor.

Podría darse la situación de un consumo elevado para conseguir la misma presión y así tener el mismo poder de absorción, reduciendo nuevamente el rendimiento al consumir más energía para la misma absorción o incluso reducirse la presión y aumentar la energía consumida.

Una vez analizada en detalle la evolución de un sensor de diámetro menor, se visualizará y desarrollará a grandes rasgos el resto de sensores del mismo tipo.

Por último, se visualiza en un periodo de tiempo más prolongado, hasta el 30 de julio en la figura 36.

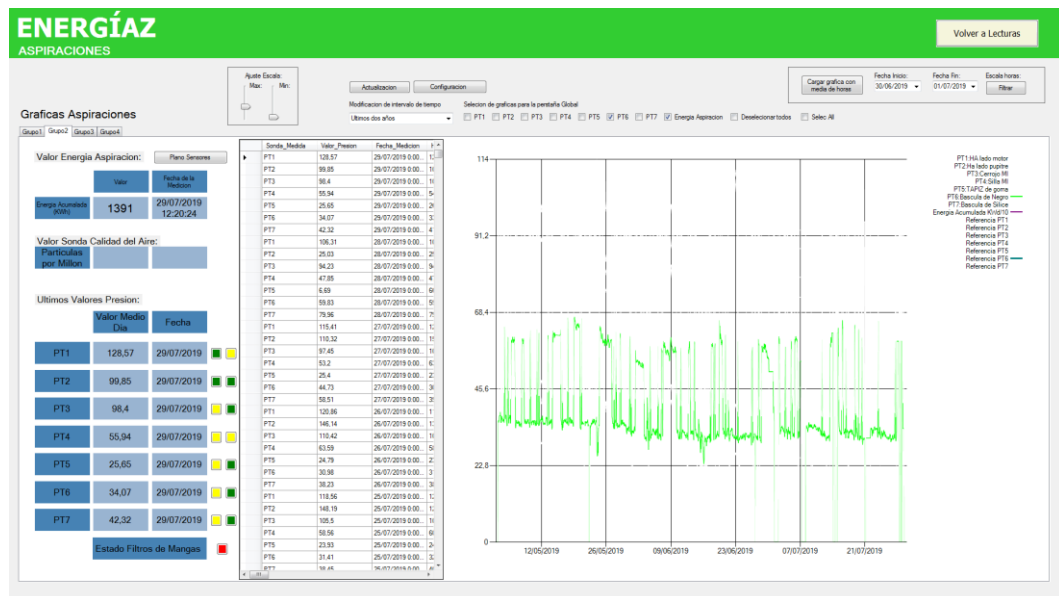


Figura 36: Ultima captura de datos.

Sensor 7:

Una vez analizado en detalle la obstrucción prolongada en el tiempo del sensor seis, se indica el estado particular del resto de sensores, empezando por el sensor siete.

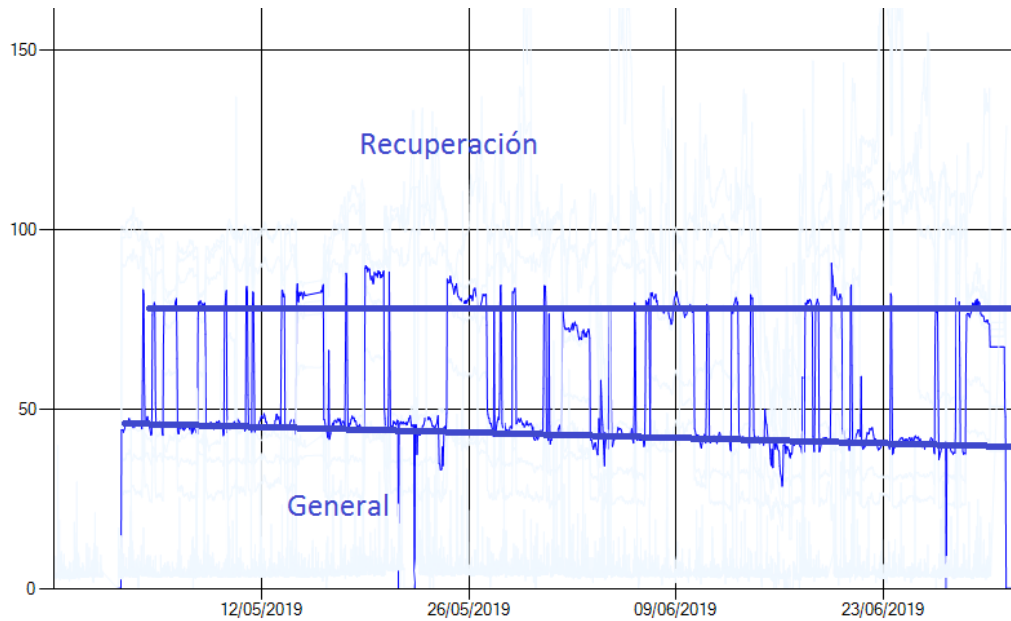


Figura 37: Estado conducto PT7.

En los conductos controlados por el sensor 7, aparece una obstrucción en el modo general, como vemos en la figura 37. Esto se deduce al observar una disminución de presión media en este modo. En el modo de recuperación no se puede apreciar ninguna obstrucción, por lo que será necesario la toma de más datos.

Sensor 5:

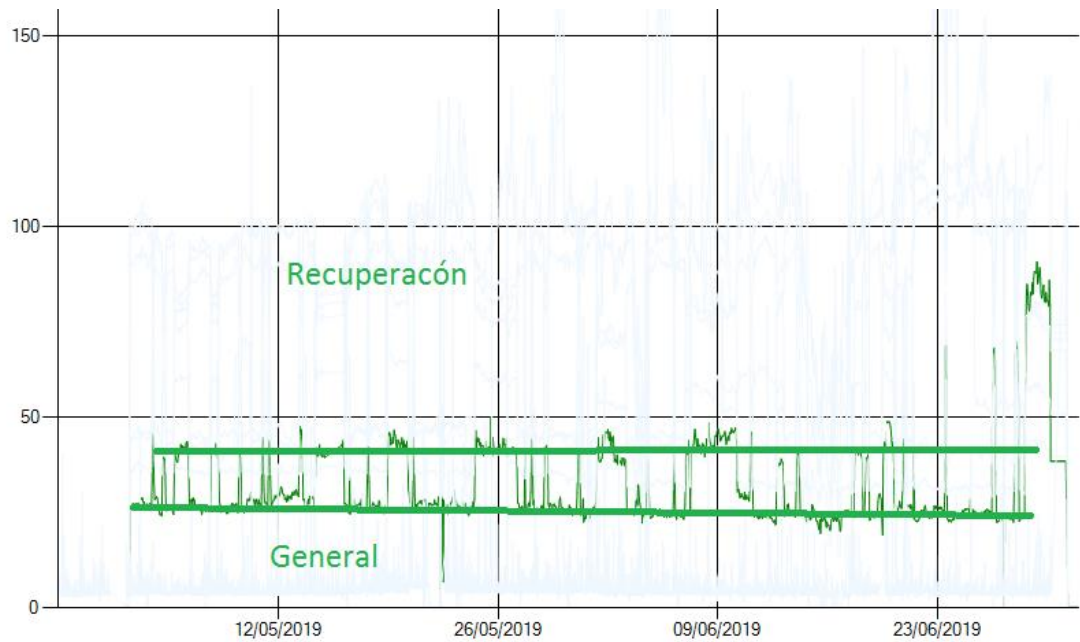


Figura 38: Estado conducto PT5.

El sensor cinco se comporta de la misma forma que el siete. Una disminución de presión en el modo general y una presión continua en el de recuperación. Siendo más inestable en recuperación por la menor capacidad de eliminación de humedad en estos conductos.

Sensor 3:

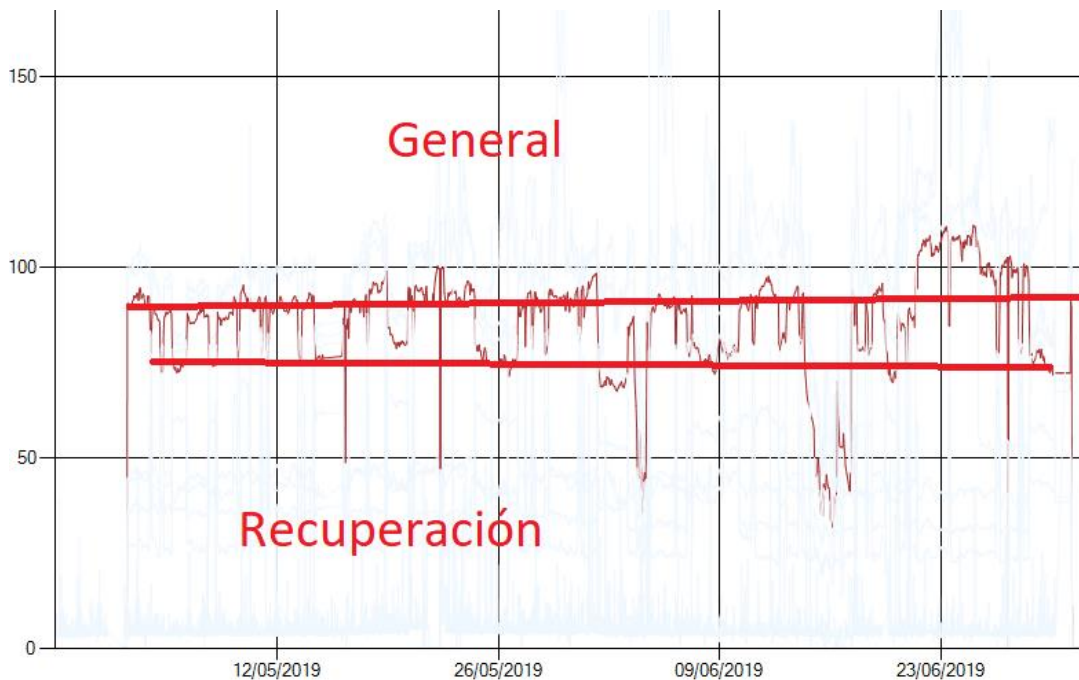


Figura 39: Estado conducto PT3.

Además, el diámetro del conducto general es mayor que el de recuperación, justo al contrario que en los conductos explicados anteriormente.

Al ser un diámetro más grande, la obstrucción es más lenta mientras que en el modo de recuperación sí que se aprecia una disminución de presión, aunque es más complejo de comprobar ya que el sistema está menos tiempo en modo de recuperación y es más inestable que el general al existir mayor cantidad de humedad.

En las tablas 12 y 13 se visualiza un resumen de todos los valores recogidos en forma de tabla. En la tabla 12 se representan los datos de velocidad mientras que en la figura 13, los valores de presión. En estas tablas se resumen el decremento de efectividad de los conductos, disminuyendo presión, velocidad y caudal. Esto se debe a una disminución de diámetro útil y un aumento de la rugosidad de los conductos.

Capítulo 4: Resultados y Conclusiones.

Histórico velocidades:	Fecha:					
Puntos:	01/09/2018		18/03/2019		01/07/2019	
Estado:	General	Recuperación	General	Recuperación*	General	Recuperación
PT5: Tapiz de goma	22,5	15	20,5	4,5	27	15.5
PT6: Bascula de negro	14	8	13	3	10	11
PT7: Bascula de sílice	20	11	15	4,5	16,5	12

\*:Realizado un bono para la limpieza

Tabla 12: Histórico velocidades diámetro menor.

Histórico Presiones:	Fecha:			
Puntos:	01/05/2018		25/06/2019	
Estado:	General	Recuperación	General	Recuperación
PT5: Tapiz de goma	27,1	42	23,16	41,3
PT6: Bascula de negro	36,48	59,7	31,35	58,5
PT7: Bascula de sílice	44,8	78,11	41,2	81,76

Tabla 13: Histórico presiones.

#### 4.3.2 Tipo 2:

Este tipo de comportamiento corresponde a los conductos con diámetro comprendido entre 200 y 600 cm y un diámetro de recuperar mayor que el de general. Corresponde a los sensores 1, 2 y 4.

En primera instancia visualizamos las gráficas de presión de estos puntos.

#### Sensor 1:

## Capítulo 4: Resultados y Conclusiones.

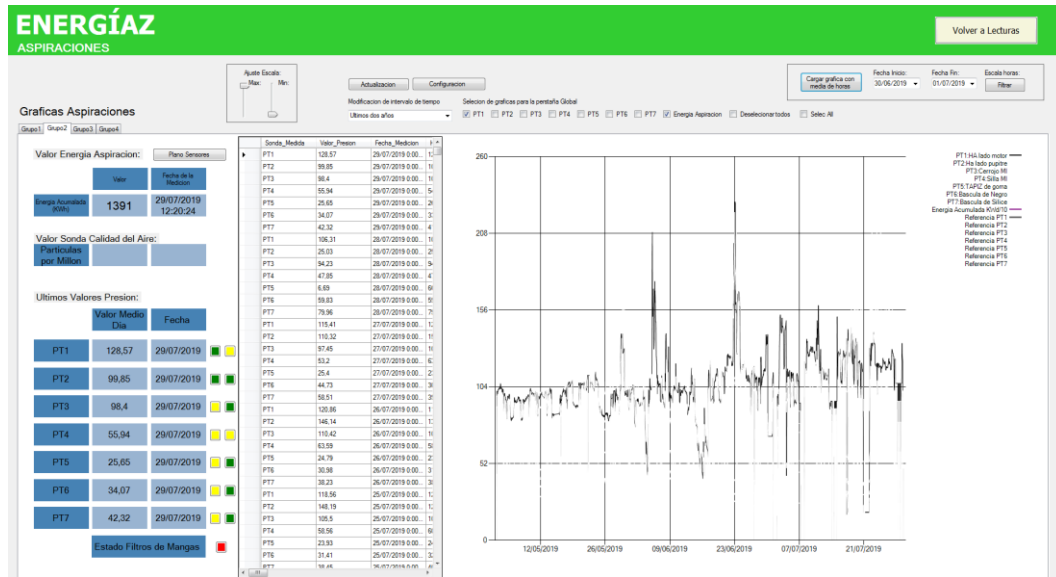


Figura 40: Presiones medias horarias

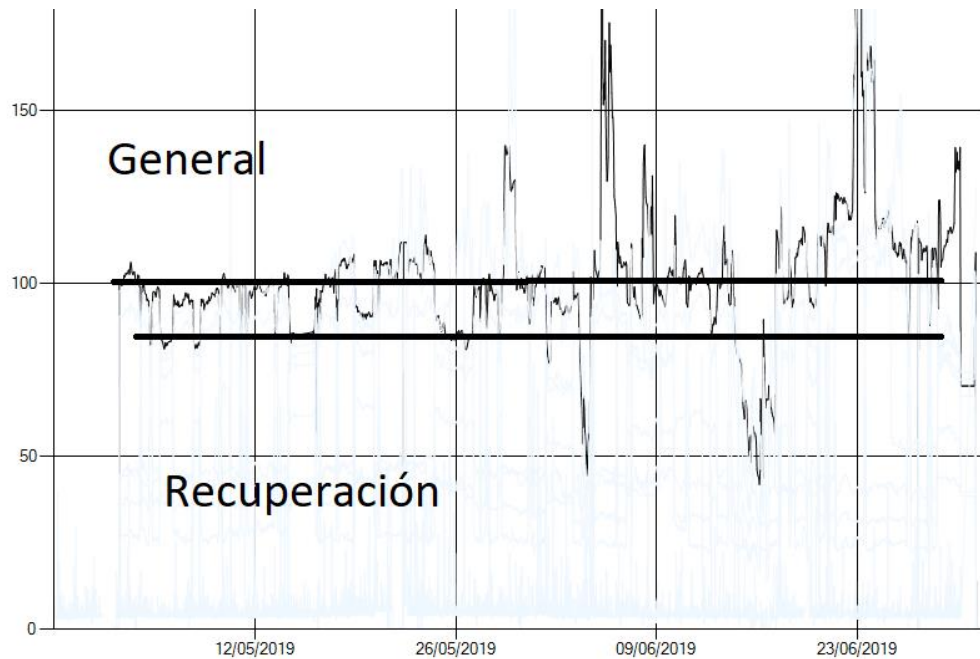


Figura 41: Presiones medias horarias con referencias.

En la figura 40 y 41 se visualiza el historico en forma de grafica de los datos recogidos para el sensor uno. Estos sensores, al ser de mayor diámetro, no se aprecia ningún tipo de obstrucción o disminución de presión. Pasado un periodo de tiempo más largo, debería aparecer un decremento de presión como vemos por ejemplo en el sensor seis.

Sensor 2:



## Capítulo 4: Resultados y Conclusiones.

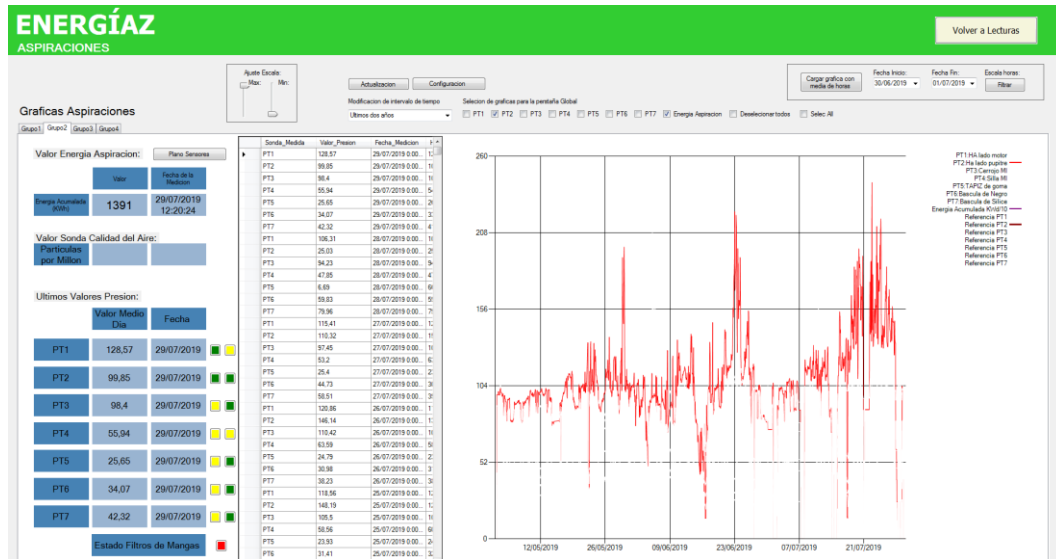


Figura 42: Sensor 2.

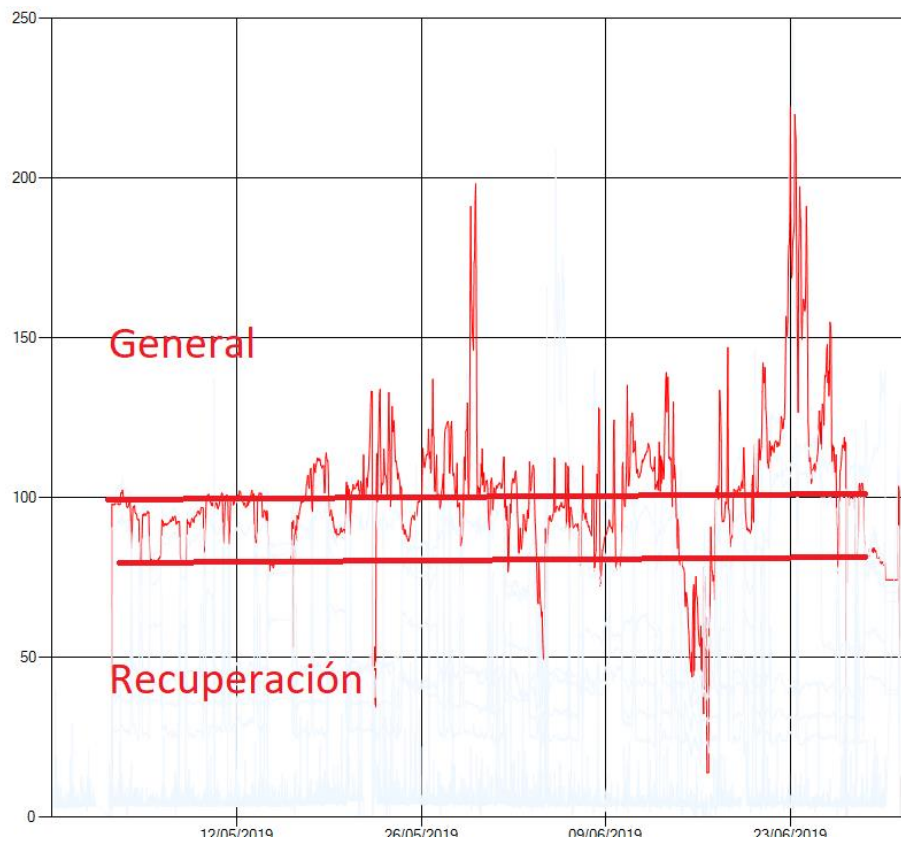


Figura 43: Análisis sensor 2.

En el sensor dos, figura 42 y 43 visualizamos el mismo comportamiento que el sensor uno.

Sensor 4:

## Capítulo 4: Resultados y Conclusiones.

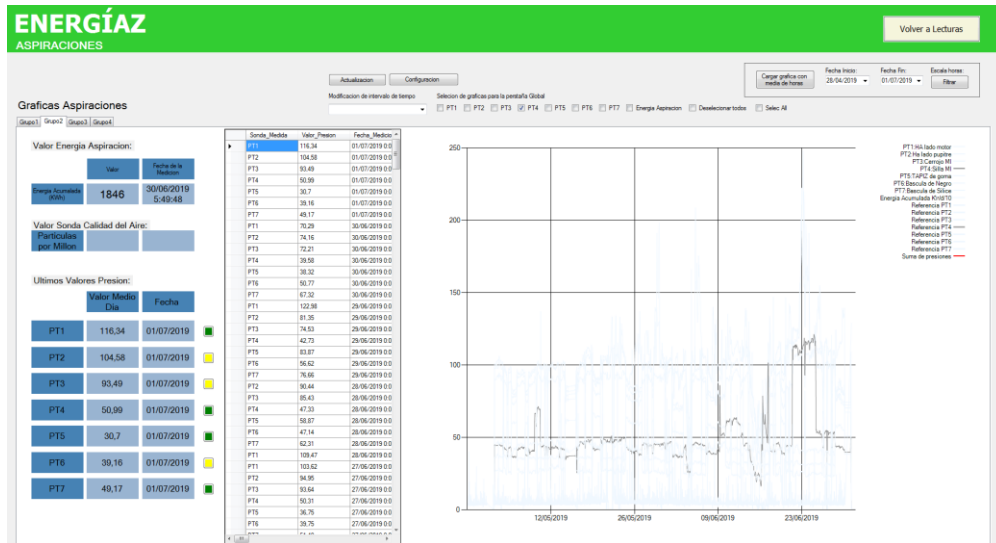


Figura 44: Sensor 4.

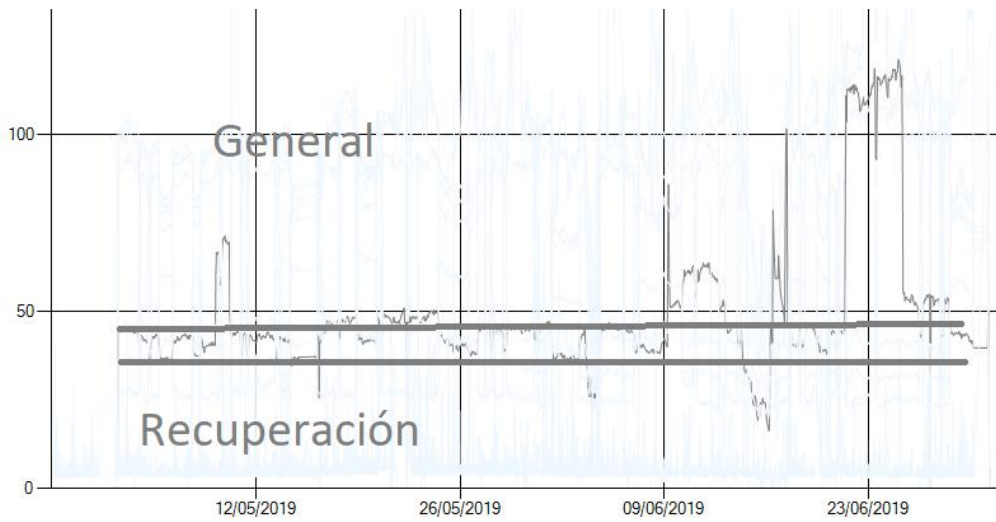


Figura 45: Análisis sensor 4.

En el sensor cuatro, figura 44 y 45 visualizamos el mismo comportamiento que el sensor uno y dos.

#### 4.4 Conclusiones Finales:

En primer lugar, en la tabla 14 visualizamos la diferencia de presión en ciertos conductos para representar la efectividad de detección del sistema desarrollado.

	Media Total	Media Último Mes	$\Delta P$ (%)
PT7	47,39	44,14	-6,857986917
PT6	36,5	34,3	-6,02739726
PT5	29,74	28,96	-2,62273033
PT3	89,36	86,39	-3,323634736

Tabla 14: Presiones medidas.

Para determinar el éxito del proyecto, se revisarán los objetivos a cumplir, tanto los objetivos funcionales como los técnicos ya que los técnicos son un paso intermedio para completar los funcionales. El análisis de los objetivos se hará en el mismo orden tal y como se definen en el capítulo 1.

#### Objetivos técnicos:

- Estudio completo, configuración y verificación de los sensores de presión.
- Se ha modificado el “software” y el “hardware” del autómata para incorporar la captura, tratamiento y transmisión de la información recogida de los sensores.
- Creación de base de datos y de todos sus elementos con “SQL Server Management”.
- Filtrado de datos y relleno de la nueva base de datos gracias a “WinCC”.
- Se creó una aplicación para el entorno gráfico que explota la captura de información, con multitud de filtros y diferentes formas de representación de datos.

#### Objetivos funcionales:

- Captura continuada de datos de presión en cada uno de los sensores.
- Control del consumo energético en KWh y KWdía del sistema de aspiraciones
- Disminución de las partículas suspendidas procedentes en la producción al mantener el estado óptimo en el sistema de aspiración.
- Detección previa de una obstrucción en un conducto específico gracias a la aplicación desarrollada tanto del análisis manual como automático.

En resumen, la aplicación desarrollada visualiza los datos captados de las mejores formas posibles para poder obtener las conclusiones necesarias, filtrando dichos datos de diversas formas útiles y ajustando referencias de forma sencilla

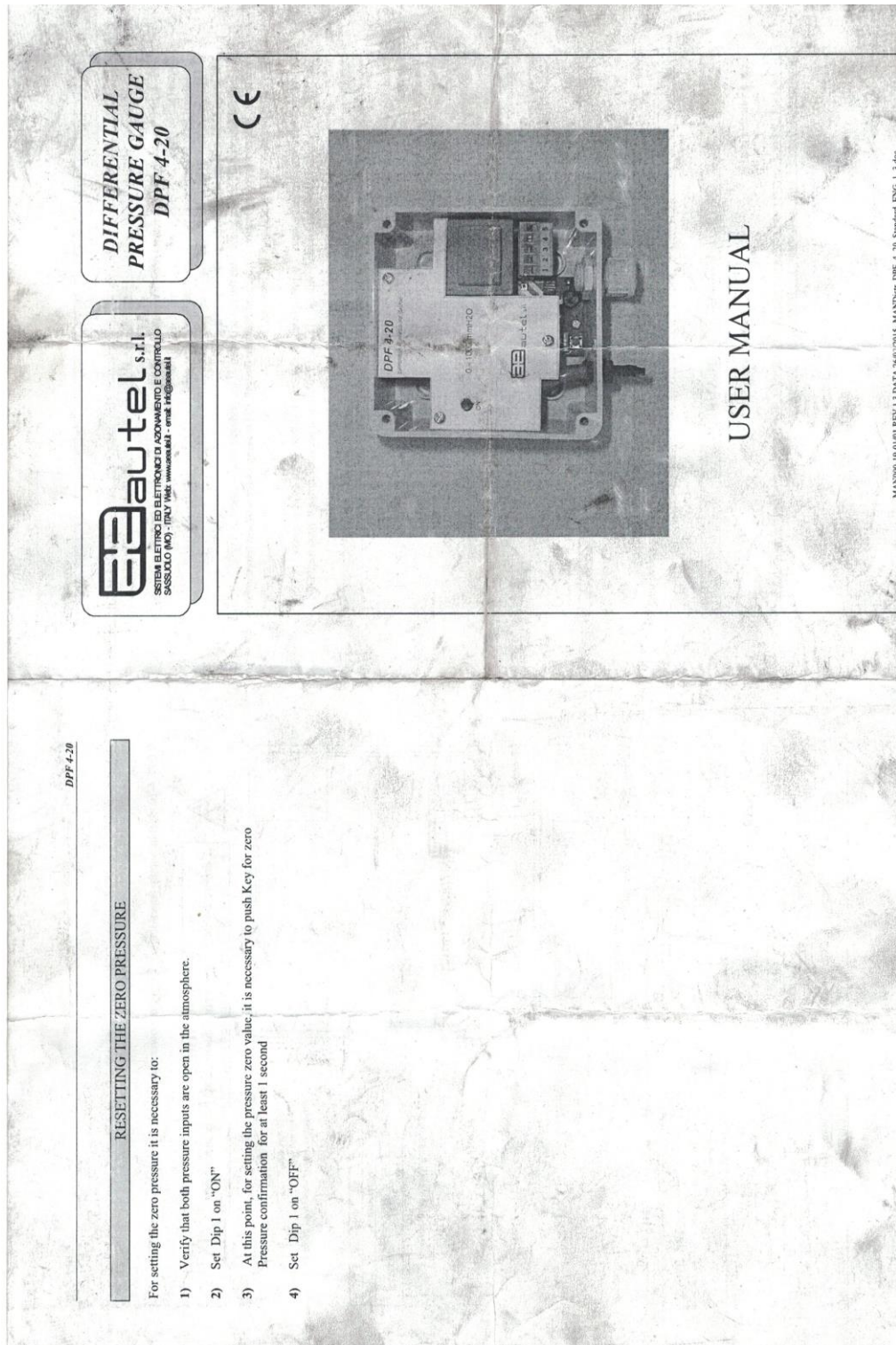
Además, incorpora ciertos logaritmos para una detección automática de disminución de presiones en unas franjas variables.

Transcurridos unos meses desde el inicio del estado óptimo de la aplicación, podemos asegurar que podemos detectar tanto la obstrucción prolongada en el tiempo, el objetivo principal, como distintos averías o problemas puntuales, pudiendo controlar, detectar y arreglar averías de ambos tipos, cumpliendo los objetivos propuestos inicialmente, además de otras situaciones no propuestas inicialmente, como los algoritmos de detección automática.

## 5 Bibliografía:

- <https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1756-um001-es-p.pdf>, Manual de usuario 1, mayo 2017 (Consultado: 03 de septiembre de 2019). [01]
- [https://nicontrols.com/media/pdfs/AB\\_ControlLogix\\_CPU\\_UserManual.pdf](https://nicontrols.com/media/pdfs/AB_ControlLogix_CPU_UserManual.pdf), Manual de usuario 2, febrero 2007 (Consultado: 03 de septiembre de 2019). [02]
- <https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1756-um009-es-p.pdf>, Módulos de E/S analógicas ControlLogix, marzo 2015 (Consultado: 03 de septiembre de 2019). [03]
- <https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1756-um058-es-p.pdf>, Módulos de E/S digitales ControlLogix, mayo 2015 (Consultado: 03 de septiembre de 2019). [04]
- <https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rm/1756-rm003-es-p.pdf>, Manual de referencia instrucciones generales de los controladores Logix 5000, Noviembre 2018 (Consultado: 03 de septiembre de 2019). [05]
- [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/925/102754925/att\\_62023/v1/WinCC\\_Working\\_with\\_WinCC\\_es-ES\\_es-ES.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/925/102754925/att_62023/v1/WinCC_Working_with_WinCC_es-ES_es-ES.pdf), WinCC, Manual de sistema, agosto 2014 (Consultado: 03 de septiembre de 2019). [06]
- [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/225/109736225/att\\_879813/v1/WinCC\\_Communication\\_es-ES\\_es-ES.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/225/109736225/att_879813/v1/WinCC_Communication_es-ES_es-ES.pdf), WinCC: Comunicaciones, agosto 2016 (Consultado: 03 de septiembre de 2019). [07]
- <https://www.sqlmanager.net/download/msstudio/doc/msstudio.pdf>, SQL Management Studio for SQL Server User's Manual, febrero 2015 (Consultado: 03 de septiembre de 2019). [08]
- <https://docs.microsoft.com/es-es/sql/ssms/tutorials/connect-query-sql-server?view=sql-server-2017>, Conexión a una instancia de SQL Server y realización de consultas con SQL, marzo 2018 (Consultado: 03 de septiembre de 2019). [09]
- *Mastering Visual Studio 2017* de Kunal Chowdhury. [10]
- <http://www.wiener.edu.pe/manuales/5to-ciclo/PROGRAMACION-VISUAL-4/Curso-de-iniciacion-a-la-programacion-en-VB-NET.pdf>, Curso de iniciación a la programación con Visual Basic (Consultado: 03 de septiembre de 2019). [11]
- Diversa documentación propia de la empresa Michelin. [12]

Anexos:



Anexo 01: Datasheet DPFF 4-20 1/2.

DPF 4-20

---

**GENERAL DESCRIPTION**

**DPF 4-20** is an electronic differential pressure gauge, based on microprocessor, with 4-20 mA analogical output (active type).  
 That signal follows the pressure changing from 4mA in the condition of minimum pressure (ex. 0 mmH<sub>2</sub>O) to 20mA in the condition of maximum pressure (ex. 1000 mmH<sub>2</sub>O).  
 The green LED will show when the gauge is working.  
 An internal temperature sensor guarantees the optimization of the pressure measurement in any conditions, it does the compensation for the zero pressure (0mmH<sub>2</sub>O) reading vs the ambient temperature for a better precision and reliability of the measure.

Custom software versions or changes it is possible under request for different scales of pressure.  
 The DPF4-20 standard provides a supply voltage 115Vac / 230Vac and pressure range 0/1000 mmH<sub>2</sub>O.

---

**TECHNICAL FEATURES**

Standard Supply: 115/230Vac +/-10% 50/60Hz;  
 Optional Supply: a) 24Vac; b) 24Vdc c) 12Vdc;  
 Absorbed Power: 5VA  
 Operating temperature: -10/50°C;  
 Weight: 360gr.  
 Dimension: 104,5 x 104,5 x 56,5 mm;  
 Connection: terminal board at 5 outs;  
 Protection degree: IP56  
 Certification: CE

---

**SENSOR PRESSURE TECHNICAL FEATURES**

Model	Range	Accuracy	Max applicable pressure	Measurable elements
0 / 1000	0 / 1000 mmH <sub>2</sub> O		50Kpa/ 5098mmH <sub>2</sub> O	
-500 / 500	-500 / +500 mmH <sub>2</sub> O		50Kpa/ 5098mmH <sub>2</sub> O	
-200 / +200	-200 / +200 mmH <sub>2</sub> O	+/- 1% Full Scale	50Kpa/ 5098mmH <sub>2</sub> O	All no aggressive gas
-100 / +100	-100 / +100 mmH <sub>2</sub> O		25Kpa/ 2549mmH <sub>2</sub> O	

---

**OUTPUT 4-20mA TECHNICAL FEATURES**

Max applicable load: 250 Ohm (active output)

**Important !!! For a correct operation it is necessary to use for this signal a shielded cable with a minimum section of 1 mm<sup>2</sup> and separated from the power signals.**

DPF 4-20

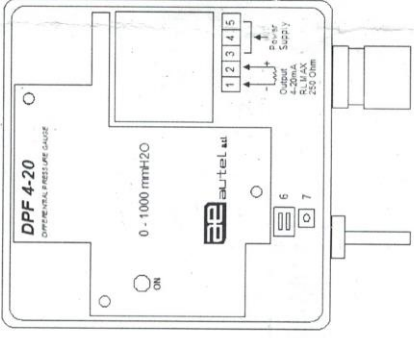
---

**CONNECTION DESCRIPTION**

DPF 4-20 must be supply depending on the type of power source required:

**ATTENTION**

Ensure that the power supply is disconnected before making or modifying cable connections.



Notes:  
 1:- 4-20 mA out  
 2:- 4-20 mA out  
 3,4,5: power supply terminals (Table 1)  
 6: Dip switch  
 7: Key for zero pressure confirmation

Dip 1	Function
OFF	No operation
ON	Enable zero pressure
Dip 2	
Table 2	

**Table 1: Power supply terminals**

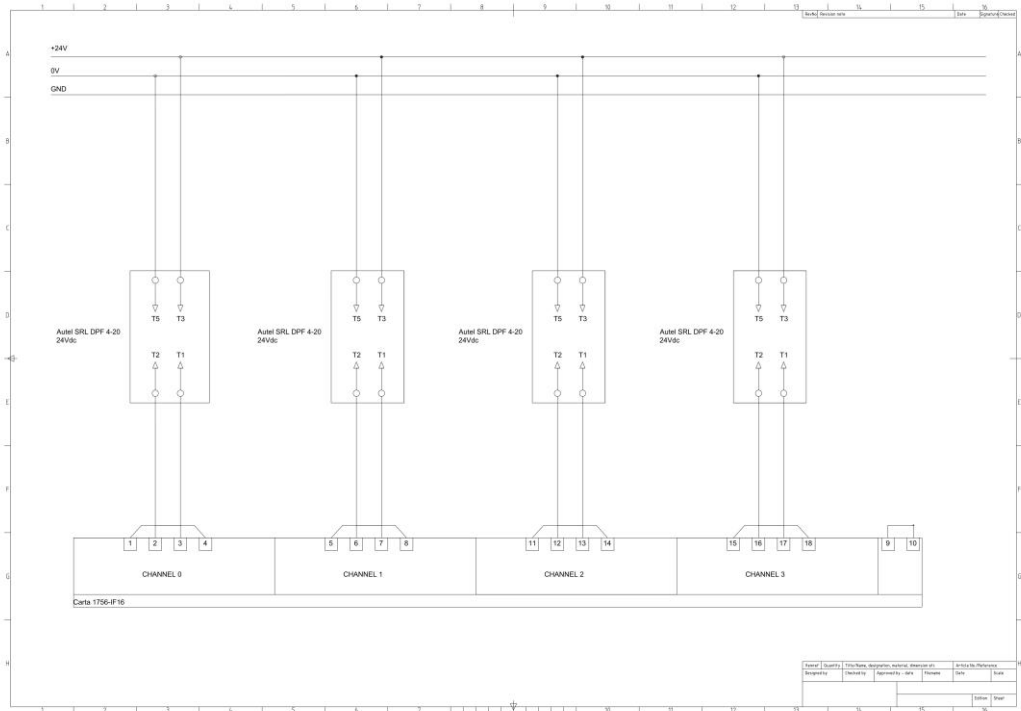
Model	terminal 3	terminal 4	terminal 5	Tolerance
115/230 Vac	Neutral 115/230 Vac	Phase 1,5Vac	Phase 230Vac	+/- 10% 50/60Hz
24 Vac	0 Vac	24Vac	24Vac	
24 Vdc	+24Vdc	-	0Vdc	
12 Vdc	+12Vdc	-	0Vdc	+/- 10%

**Table 2: Dip-switch 2 function**

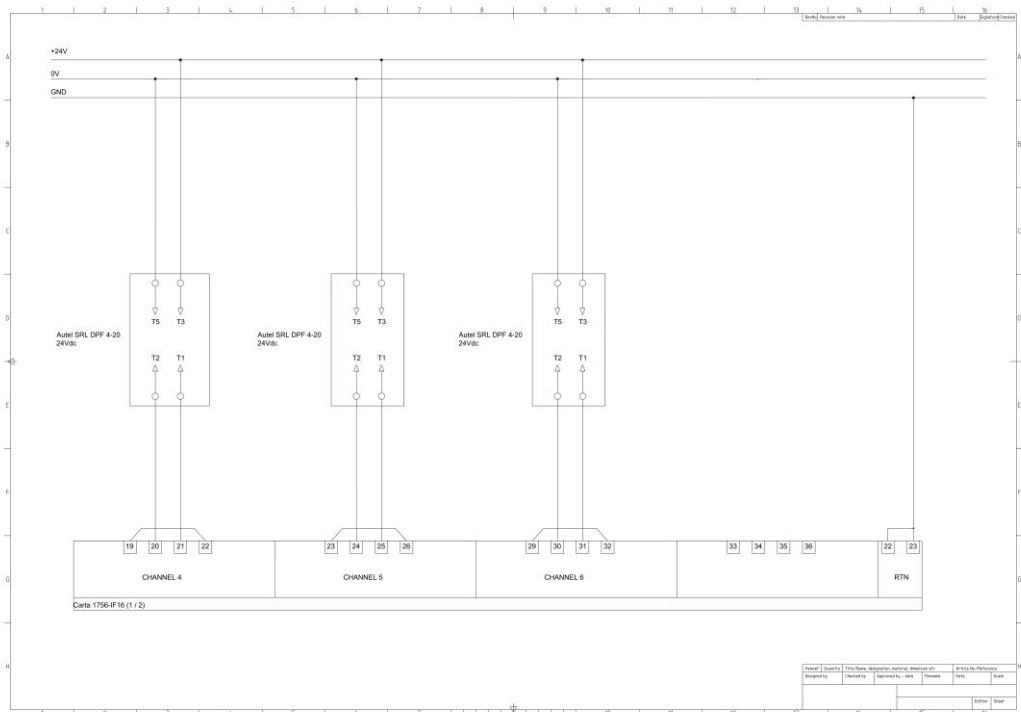
Model	Dip 2= ON	Dip 2= OFF
0 / 1000	4mA = 0mmH <sub>2</sub> O / 20mA = 1000mmH <sub>2</sub> O	
-500 / +500	4mA = 0mmH <sub>2</sub> O / 20mA = 500mmH <sub>2</sub> O	4mA = -500mmH <sub>2</sub> O / 20mA = +500mmH <sub>2</sub> O
-200 / +200	4mA = 0mmH <sub>2</sub> O / 20mA = 200mmH <sub>2</sub> O	4mA = -200mmH <sub>2</sub> O / 20mA = +200mmH <sub>2</sub> O
-100 / +100	4mA = 0mmH <sub>2</sub> O / 20mA = 100mmH <sub>2</sub> O	4mA = -100mmH <sub>2</sub> O / 20mA = +100mmH <sub>2</sub> O

Anexo 02: Datasheet DPF 4-20 2/2.

Anexos.

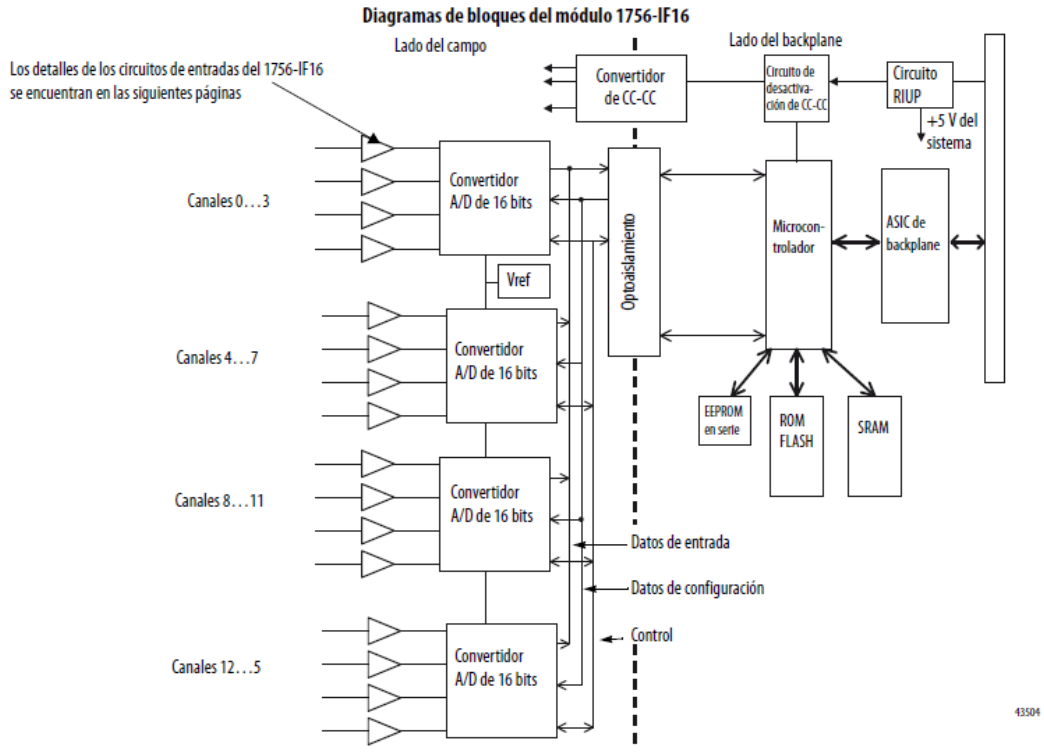


Anexo 03: Plano eléctrico autómata 1/2.

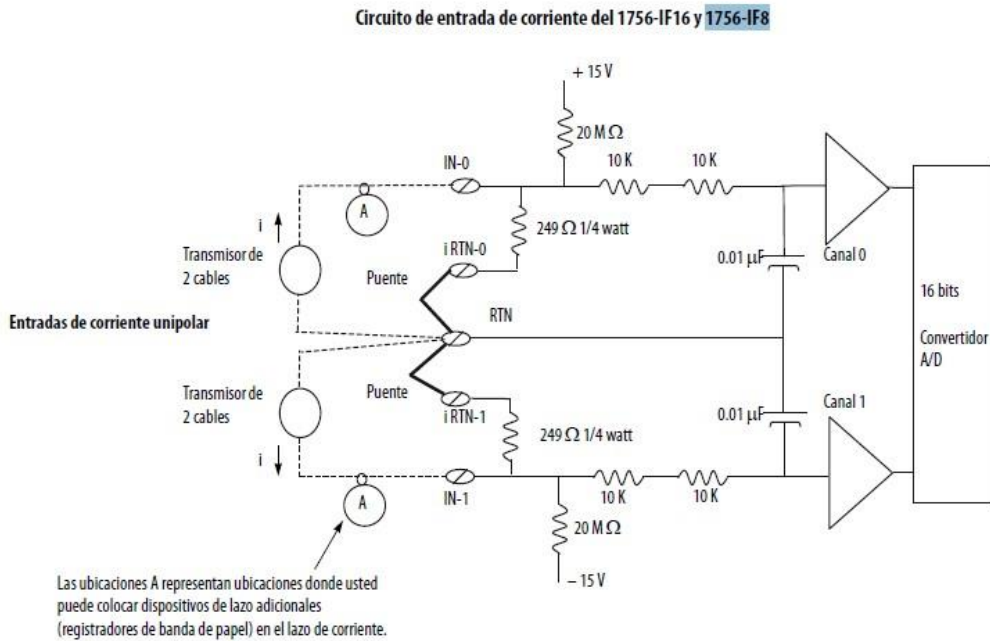


Anexo 04: Plano eléctrico autómata 2/2.



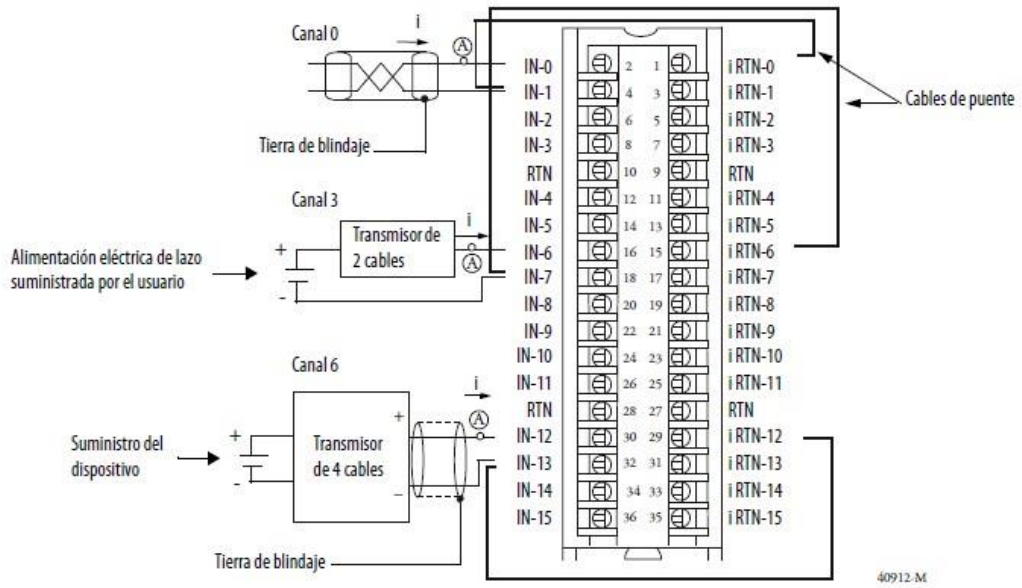


Anexo 05: Diagrama bloques de la carta 1756-IF16.



Anexo 06: Circuito de corriente carta 1756-IF16.

**Ejemplo de cableado de corriente diferencial del 1756-IF16.**



Anexo 07: Conexión carta 1756-IF16.

### Módulos de E/S analógicos 1756

Los módulos de E/S digitales 1756 son compatibles con:

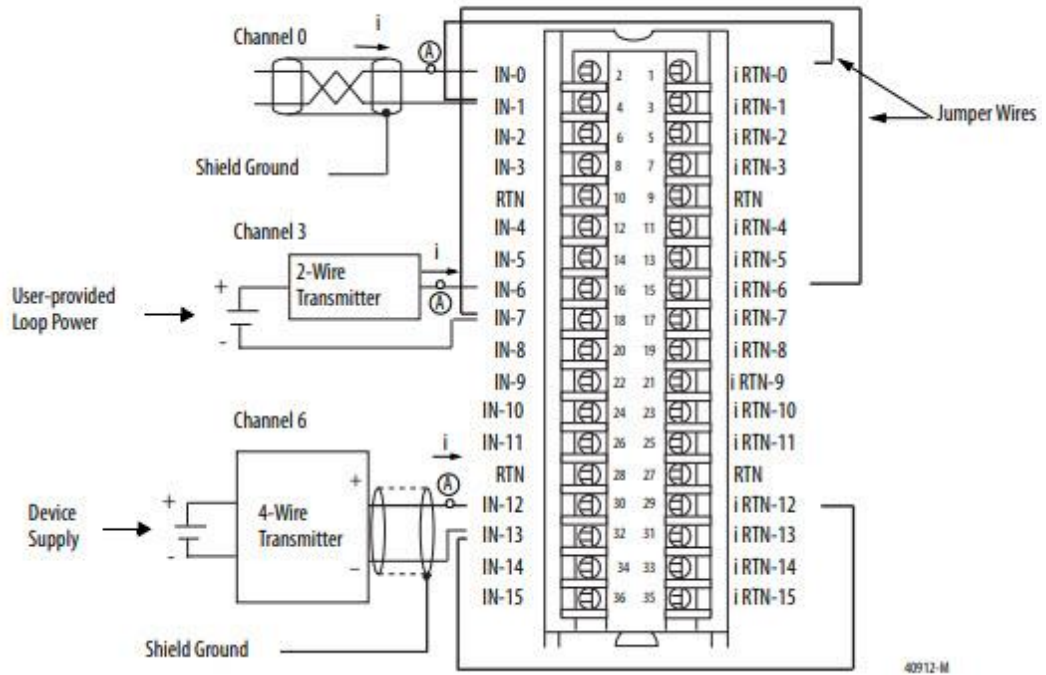
- función de alarma de datos incorporada
- escalado a unidades de ingeniería
- muestreo de canal en tiempo real
- formatos de datos enteros de 16 bits o punto flotante de 32 bits IEEE

Cat. No.	Número de entradas	Número de salidas	Resolución de entrada, bits	Detectores compatibles	Envolvente del bloque de terminales extraíble	Corriente del backplane (mA) a 5 V	Corriente del backplane (mA) a 24 V	Disipación de energía, máx.
1756-IF8	8 unipolares, 4 diferenciales, 2 diferenciales de alta velocidad	—	±10.25 V 0...5.125 V 0...10.25 V	—	1756-TBCH 1756-TB6H	150 mA	40 mA	1.73 W - Voltaje 2.33 W - Corriente
1756-IF6CIS	6 salidas, corriente sumador	—	Rango de 0...21 mA	—	1756-TBNH 1756-TB5H	250 mA	275 mA	5.1 W a 60 °C
1756-IF6I	6 salidas	—	±10.5 V 0...5.25 V 0...10.5 V	—	1756-TBNH 1756-TB5H	250 mA	100 mA	3.7 W - Voltaje 4.3 W - Corriente
1756-IF16	8 diferenciales, 4 diferenciales de alta velocidad, 16 unipolares	—	±10.25 V 0...5.125 V 0...10.25 V	—	1756-TBCH 1756-TB6H	150 mA	65 mA	2.3 W - Voltaje 3.9 W - Corriente
1756-IF4FXOF2F	4 de alta velocidad, sub-milisegundo, diferencial	2 de voltaje o corriente de alta velocidad	Entradas ±10.5 V 0...5.25 V 0...10.5 V Salidas ±10.5 V	—	1756-TBCH 1756-TB6H	375 mA	100 mA	4.3 W - Voltaje 4.7 W - Corriente
1756-IR6I	6 RTD aisladas	—	100, 200, 500, 1000 Ω Platino, αfa=385 100, 200, 500, 1000 Ω Platino, αfa=3916 120 Ω Niquel, αfa=672 100, 120, 200, 500 Ω Niquel, αfa=618 10 Ω Cobre	Resistencia 4...4020 Ω 100, 200, 500, 1000 Ω Platino, αfa=385 100, 200, 500, 1000 Ω Platino, αfa=3916 120 Ω Niquel, αfa=672 100, 120, 200, 500 Ω Niquel, αfa=618 10 Ω Cobre	1756-TBNH 1756-TB5H	250 mA	125 mA	4.3 W
1756-IT6I	6 de termopar, aisladas 1 CJC	—	-12 mV... +78 mV -12 mV... +38 mV	B, E, J, K, R, S, T, N, C	1756-TBNH 1756-TB5H	250 mA	125 mA	4.3 W
1756-IT6I2	6 de termopar, aisladas 2 CJC	—	-12 mV... +78 mV -12 mV... +38 mV	B, E, J, K, R, S, T, N, C, I, D	1756-TBNH 1756-TB5H	200 mA	120 mA	3.9 W
1756-OF4	—	4 de voltaje o corriente	—	—	1756-TBNH 1756-TB5H	150 mA	120 mA	3.25 W - 4 canales, corriente
1756-OF6CI	—	6 salidas	—	—	1756-TBNH 1756-TB5H	250 mA	300 mA†	5.5 W (carga de 0...550 Ω) 6.1 W (carga de 551...1000 Ω)
1756-OF6VI	—	6 salidas	—	—	1756-TBNH 1756-TB5H	250 mA	175 mA	4.85 W
1756-OF8	—	8 de voltaje o corriente	—	—	1756-TBNH 1756-TB5H	150 mA	210 mA	4.92 W - 4 canales, corriente

### Anexo 08: Módulos analógicos.

Anexos.

Figure 8 - 1756-IF16 Differential Current Wiring Example.



Anexo 09: Esquema carta 1756-IF16.



Anexo 10: Sensor PT4.

Anexos.



Anexo 11: Sensor PT3.



Anexo 12: Sensor PT5.

Anexos.

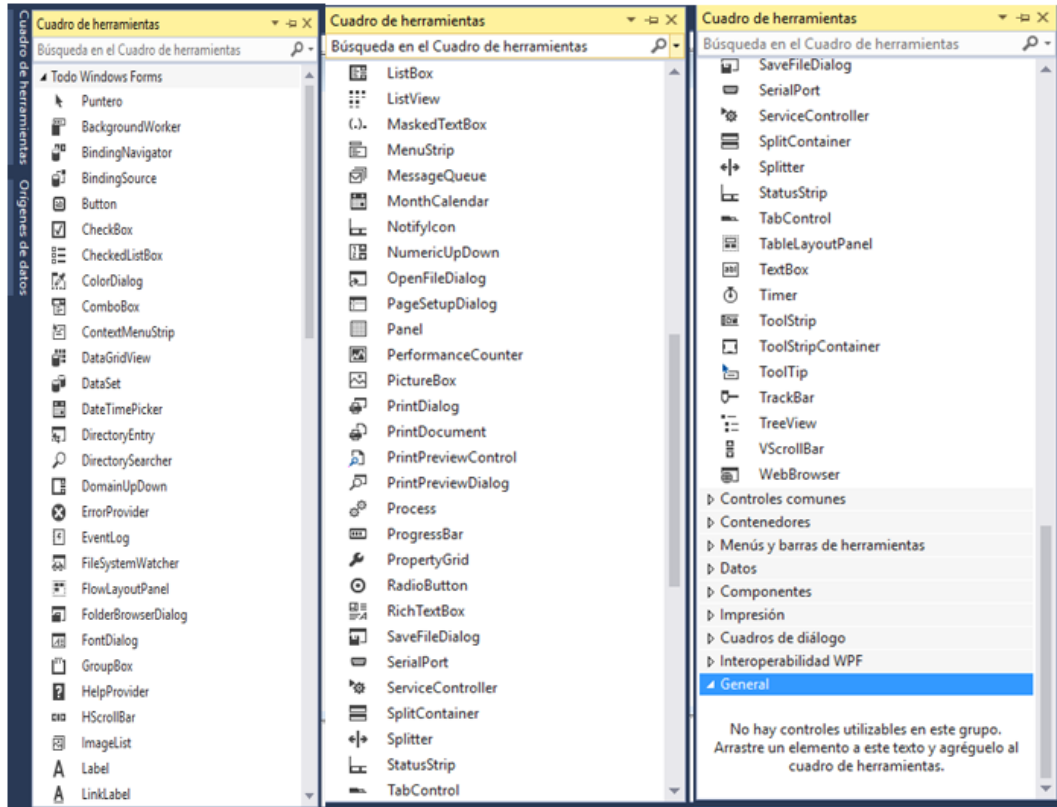


Anexo 13: Sensor PT1.

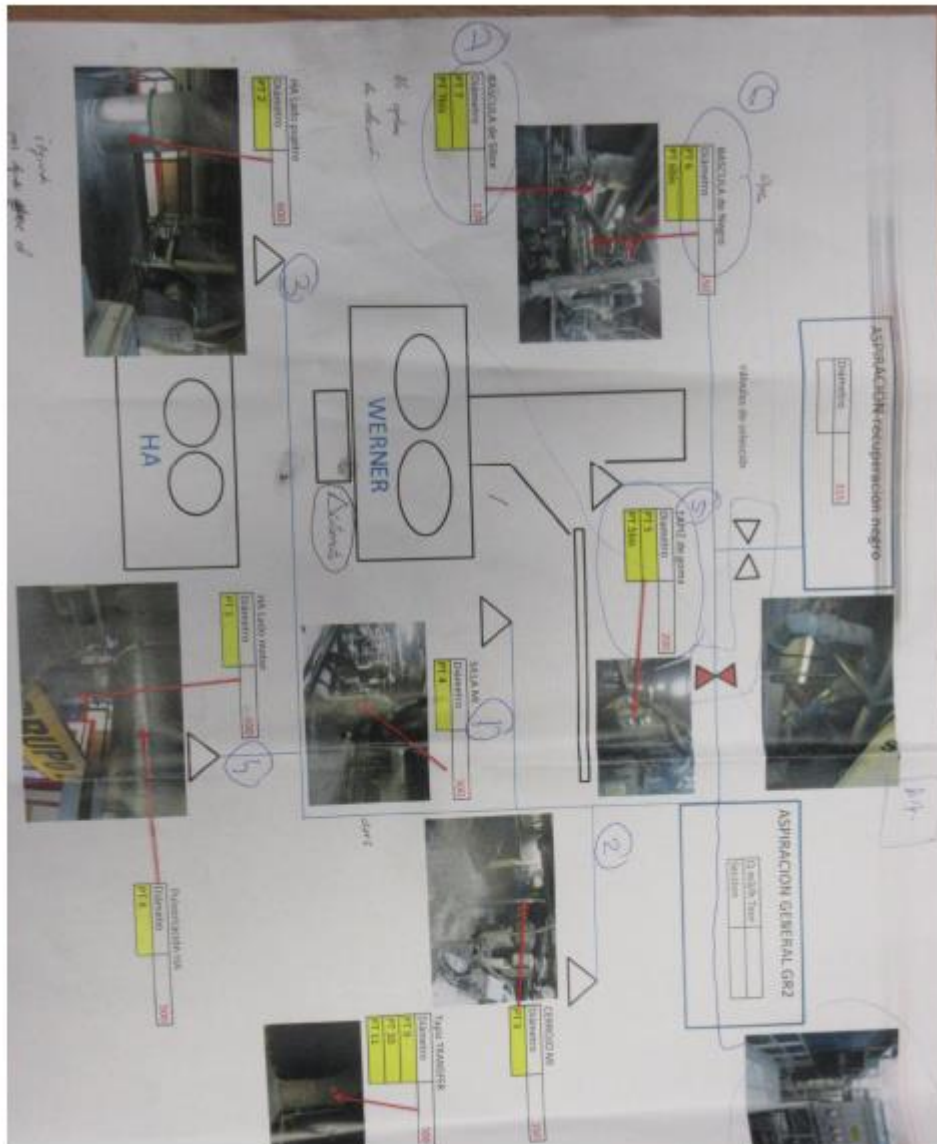


Anexo 14: Sensor PT1.

## Anexos.



Anexo 15: Formas de Visual Studio.



Anexo 16: Plano localización sensores.