

MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV) UF0901

6. Medida de los parámetros de las instalaciones de CCTV.

- **Manejo de la instrumentación básica: Polímetro. Medidores de campo. Analizador de espectros.**

Polímetro



1. **Interruptor de Funciones y Rangos:** Este interruptor se utiliza para seleccionar la función y el rango. Gire la perilla para la selección. Para ampliar la vida de la batería, cuando no utilice su multímetro digital, el interruptor debe estar en " OFF" posición de apagado del instrumento.
2. **Pantalla LCD:** De 3½ dígitos, 7 segmentos, 0.5" de alto de la pantalla LCD.
3. **Conector Común (COM):** Enchufe el conector para el testeo de prueba (negativo) negro.
4. **VΩ mA Jack:** Enchufe el conector para el testeo de prueba (positivo) rojo, para todo voltaje y resistencias, excepto corriente (10A) y medidas actuales.
5. **10A JACK:** Enchufe el conector para el testeo de prueba (positivo) rojo para medir corriente hasta 10A.

PRUEBA AUDIBLE DE CONTINUIDAD

1. Conecte la punta de prueba roja en el conector "VΩmA" y la Punta de prueba negra en el conector "COM".
2. Ponga el interruptor en el rango deseado de Ω.
3. Conecte las puntas de prueba a dos puntos del circuito para ser probado. Si la resistencia es menor a 100 ohmios, el zumbador sonará.

USO DE LA PRUEBA DE SEÑAL

1. Ponga el interruptor en el rango deseado de Ω.
2. La señal de prueba aparece en medio de "VΩmA" y el conector "COM". El voltaje de salida es 5V aproximado p-p con impedancia del ohmio 50k.

REEMPLAZO DE BATERIA Y FUSIBLE

Raramente es necesario reemplazar el fusible y en caso de hacerlo, casi siempre es el resultado de error o mal manejo del usuario.

Si la figura de la batería aparece en pantalla; indica que la batería debe ser substituida.

PARA SUBSTITUIR EL FUSIBLE Y LA BATERÍA

El fusible debe ser del valor de (500mA/250V), quite los dos tornillos en la parte inferior de la carcasa. Quite la carcasa, simplemente sustituya el fusible viejo por un nuevo. De igual forma la batería. Tenga cuidado al conectar la batería verifique la polaridad.

PRECAUCION

Antes de intentar abrir la carcasa del instrumento, asegúrese de desconectar las puntas de prueba de cualquier circuito energizado, para evitar peligro de choque eléctrico.

MEDICIÓN DE VOLTAJE DIRECTO V_{cc} (DC).

1. Conecte la punta de prueba roja en el conector " $V\Omega mA$ " y la Punta de prueba negra en el conector "COM"
2. Fije la posición deseada del interruptor en el rango DCV. Si de antemano no se sabe el voltaje a medir, fije el interruptor en el rango más alto y redúzcalo hasta que se obtenga la lectura satisfactoria.
3. Conecte la punta de prueba al dispositivo o al circuito que será medido.
4. Energice el dispositivo o el circuito que será medido, el valor del voltaje aparecerá en la pantalla digital, junto con la polaridad del voltaje.

MEDICIÓN DE VOLTAJE ALTERNO V_{ca} (AC).

1. Inserta la punta roja en el conector " $V\Omega mA$ " y la punta negra en el conector "COM".
2. Rango: Posicione el interruptor en el rango deseado del VCA.
3. Conecte la punta de prueba al dispositivo o al circuito que será probado.
4. Visualice en la pantalla digital el valor del voltaje de su medición.

MEDICIÓN DE CORRIENTE DIRECTA cc (DC).

1. Conecte la punta de prueba roja en el conector " $V\Omega mA$ " y la Punta de prueba negra en el conector "COM".(Para las medidas entre 200mA y 10A conecte la punta roja al contacto "10A").
2. Ponga el interruptor en el rango deseado de DC.
3. Abra el circuito que se medirá, y conecte las puntas de prueba en serie con la carga de corriente que deberá ser medida.
4. Visualice en la pantalla digital el valor de la corriente de su medición.

MEDICIÓN DE RESISTENCIAS:

1. Conecte la punta de prueba roja en el conector "VΩmA" y la Punta de prueba negra en el conector "COM".
2. Ponga el interruptor en el rango deseado de Ω.
3. Si la resistencia que será medida, está conectada a un circuito, corte la corriente y descargue todos los condensadores antes de realizar la medición.
4. Conecte las puntas y realice la medición.
5. Visualice en la pantalla digital el valor de la resistencia de su medición.

Medidor de campo y Analizador de espectro



1. **Selector rotativo y pulsador.** Posee múltiples funciones: Puesta en marcha y apagado del equipo, control de sintonía, desplazamiento por los diferentes menús y submenús que aparecen en el monitor y validación de las distintas opciones.

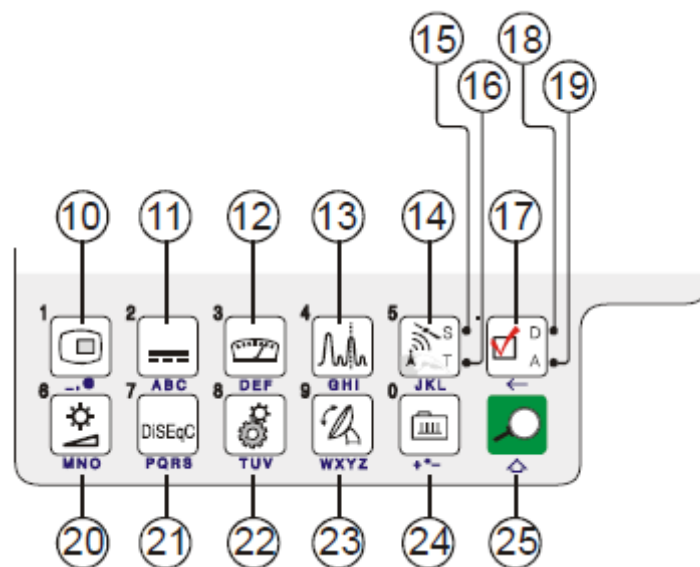
Para activar la **puesta en marcha** del equipo, mantener pulsado el selector durante más de dos segundos hasta que aparezca la pantalla de presentación. Para apagar el medidor mantener pulsado el selector hasta que se desconecte la alimentación.

Para **modificar la sintonía**: al girarlo en el sentido de las agujas del reloj la frecuencia aumenta mientras que al girarlo en sentido contrario a las agujas del reloj disminuye.

Para **desplazarse sobre los menús de funciones**: al girarlo en el sentido de las agujas del reloj el cursor se desplaza hacia abajo mientras que al girarlo en sentido contrario a las agujas del reloj ésta se desplaza hacia arriba.

2. **EXT VIDEO. Indicador luminoso de presencia de señal de vídeo exterior** Se ilumina cuando el vídeo que se presenta en la pantalla procede del Euroconector [35].

3. **DRAIN** Indicador luminoso de alimentación de unidades externas. Se ilumina cuando se suministra corriente a la unidad externa desde el **TV EXPLORER II / II+**.
4. **CHARGER** Indicador luminoso de alimentación mediante alimentador DC externo. Cuando las baterías están instaladas, el alimentador de baterías se activa automáticamente.
5. **SENSOR:** Sensor de luminosidad ambiental, permite el ajuste automático del contraste y brillo de la pantalla contribuyendo al ahorro de la batería.
6. **CURSORES** Permiten el ajuste en el modo Analizador de Espectros del **nivel de referencia** y el margen de frecuencias a representar (**span**). Así como el desplazamiento por los diferentes menús y submenús que aparecen en el monitor.
7. **MONITOR**
8. **TECLADO PRINCIPAL** 12 teclas para selección de funciones y entrada de datos alfanuméricos.



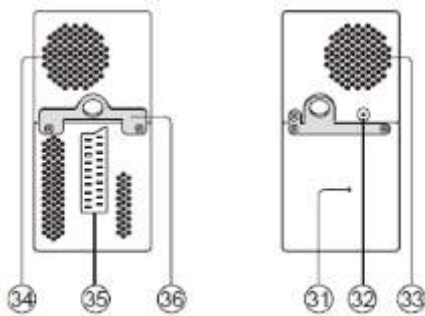
10. **TECLA TV** Permite visualizar la imagen de TV correspondiente a la señal de entrada así como datos relativos a la recepción de la señal de vídeo. Tecla número 1 para la entrada de datos numéricos.

11. **ALIMENTACIÓN DE LAS UNIDADES EXTERIORES** Permite seleccionar la alimentación de las unidades exteriores. Los valores de alimentación pueden ser **Exterior, 5 V, 13 V, 15 V, 18 V y 24 V** para la banda terrestre y **Exterior, 5 V, 13 V, 15 V, 18 V, 24 V, 13 V + 22 kHz y 18 V + 22 kHz** para la banda satélite. Tecla número 2 para la entrada de datos numéricos.
12. **MEDIDAS** Permite seleccionar el tipo de medida. Los tipos de medida seleccionables dependen de la banda, del estándar y del modo de operación. Tecla número 3 para la entrada de datos numéricos.
13. **ESPECTRO / TV** Permite la conmutación entre cualquier modo anterior y el modo Analizador de Espectros, y viceversa. Tecla número 4 para la entrada de datos numéricos.
14. **BANDA SATÉLITE/TERRESTRE** Permite la conmutación entre la banda de frecuencias de TV Satélite o TV Terrestre. Tecla número 5 para la entrada de datos numéricos.
15. **S** Indicador que se ilumina cuando el equipo trabaja con las frecuencias y los canales correspondientes a la banda satélite.
16. **T** Indicador que se ilumina cuando el equipo trabaja con las frecuencias y los canales correspondientes a la banda terrestre.
17. **CONFIGURACIÓN DE MEDIDAS** Permite la conmutación entre el modo de medidas para TV Digital o TV Analógica.
18. **D** Indicador que se ilumina cuando el equipo trabaja con señales digitales.
19. **A** Indicador que se ilumina cuando el equipo trabaja con señales analógicas.
20. **AJUSTE DE IMAGEN** Activación de los menús de control de **VOLUMEN, CONTRASTE, BRILLO, SATURACIÓN y MATIZ** (sólo en el sistema de color NTSC). Tecla número 6 para la entrada de datos numéricos.
21. **DISEQC** (Sólo en la banda satélite). Permite ajustar parámetros de configuración en banda satélite. Tecla número 7 para la entrada de datos numéricos.
22. **UTILIDADES / PREFERENCIAS** Activa el menú de **Utilidades** (pulsación corta)

23. APUNTAMIENTO DE ANTENAS Utilidad para alinear antenas en banda satélite y terrestre de barrido más rápido con presentación de medidas sobre una barra gráfica de nivel. Tecla número 9 para la entrada de datos numéricos.

24. SINTONÍA CANAL / FRECUENCIA Conmuta el modo de sintonía entre canal o frecuencia. En modo canal, la selección de la frecuencia de sintonía se ajusta a la tabla de canales activa (CCIR,...). Tecla número 0 para la entrada de datos numéricos.

25. IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA / EXPLORACIÓN Activa la función de **identificación automática** (pulsación corta)



30. RF Entrada de señal de RF. Nivel máximo 130 dBμV. Conector universal para adaptador F/F o F/BNC, con impedancia de entrada de 75 Ω.

31. Pulsador de RESET: Permite reiniciar el equipo en caso de anomalía en su funcionamiento.

32. Entrada de alimentación externa de 12 V

33. Altavoz

34. Ventilador

35. Euroconector

36. Enganche para cinta de transporte

37. Conector USB Para facilitar la comunicación con un PC y la descarga de canalizaciones y adquisiciones automáticas.

38. Ranura de conexión del módulo CAM. Permite el acceso condicional (desencriptación) de señales de TV digital codificadas, de acuerdo con la recomendación DVB-CI (Common Interface).

- **Parámetros de la instalación y su medición**

Los parámetros que van a marcar una instalación son muchos y muy variados. Entre ellos podemos hablar de:

- Óptica a emplear: se calculará según medios tradicionales, calculador giratorio, o con las web de los principales fabricantes y distribuidores de CCTV que lo incorporan en sus webs.
- Ángulo de visión: está íntimamente relacionado con el punto anterior. De forma matemática podemos calcular el ángulo que deberá cubrir cada cámara, lo que nos indicará la óptica necesaria.
- Iluminación: Nos indicará la necesidad o no de incorporar elementos de iluminación adicionales. El luxómetro nos indicará en cada momento, la luz que existe en los alrededores de la instalación.
- Campo de visión: nos permitirá decidir el tipo de cámara que tendremos que poner en cada ubicación. No es lo mismo un campo con un ángulo fijo que una un campo de 360º, que necesitará una cámara PTZ.
- Lugar de instalación: teniendo en cuenta si es en interior o exterior tendremos que pensar en carcasas más o menos resistentes a la intemperie.
- Índices de impacto: para evitar el vandalismo en las carcasas, están deben cumplir unos requisitos mínimos de dichos índices, para poder denominarse anti-vandálicas.

- **Planes de mantenimiento en las instalaciones de CCTV.**

El plan de Conservación y Mantenimiento de los sistemas de CCTV tiene como objeto disminuir el número de equipos y sistemas que en un momento dado puedan quedar fuera de servicio o dar respuestas defectuosas o erróneas al encontrarse trabajando fuera de los límites establecidos. También previene el envejecimiento prematuro de los equipos consiguiendo que la conservación y el mantenimiento de los mismos se realicen dentro de un costo equilibrado.

La finalidad es la de conseguir que todos los sistemas y medios que conforman la instalación se encuentren en perfectas condiciones de funcionamiento con el objeto de corregir los desajustes y de reparar o sustituir todo aquel que se encuentre deteriorado o que se prevea un deterioro próximo en el tiempo.

- **Mantenimiento preventivo**, es el conjunto de operaciones que se realizan periódicamente según un programa establecido, consiste en la limpieza, ajuste comprobación, reparación o sustitución de los elementos y componentes con la finalidad de reducir la posibilidad o la frecuencia de fallos o averías en los equipos y sistemas.
- **Mantenimiento Correctivo**, es el que se realiza una vez que se haya detectado algún tipo de error en el sistema. Consiste en la búsqueda del elemento que ha fallado y su sustitución, para que el sistema se ponga en marcha cuanto antes.
- **Administración remota**, puede con solo una llamada a nuestras oficinas solicitar el chequeo del equipo de forma remota, solicitar cambios en la programación del equipo, altas o bajas de usuarios, solicitar la extracción de grabaciones o efectuar cualquier consulta.

- **Operaciones de control y mantenimiento periódico.**

Dentro de las operaciones de mantenimiento preventivo se tendrá en cuenta:

- Limpieza de los cristales y filtros de las diferentes cámaras que se encuentran instaladas.
- Comprobación de juntas de ajuste de hermetismo de las cámaras de exterior.
- Comprobación y ajuste, en su caso, de la posición de las cámaras para que capten la totalidad de la escena necesaria para la seguridad.
- Comprobación y ajuste, en su caso, del correcto punto de enfoque de las diferentes cámaras
- Comprobación de la correcta visualización del conjunto de cámaras, tanto en cuadrantes como individuales y en secuencia.
- Comprobación de la correcta grabación de las escenas oportunas.
- Verificación de la capacidad de grabación del sistema de almacenamiento.
- Comprobación de las diferentes conexiones del sistema CCTV con el sistema de alarma.
- Comprobación del estado de las sujeciones de cada una de las cámaras.
- Comprobación visual del estado de cables y conectores de la instalación.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los posicionadores y de las cámaras motorizadas.
- Respaldo del software y los archivos grabados

- **Documentación para el mantenimiento.**

Se elaborará un documento con el sistema instalado, indicando el mantenimiento preventivo recomendado y cómo realizarlo. Por ejemplo, podría ser el que sigue:

Equipo instalado en el sistema de CCTV

- ❖ Tres grabadoras digitales
- ❖ Mini domos con cámara color
- ❖ Domos con cámara a color de diferentes grados de apertura.
- ❖ Cámaras fijas exteriores, de color de día y blanco y negro de noche.
- ❖ Cámara con movimiento en el exterior.

El servicio de mantenimiento preventivo a éste Sistema consiste en lo siguiente:

1. Limpieza de los dispositivos (cámaras, fuentes de alimentación, infrarrojos, lentes)

- 1.1. La limpieza de estos dispositivos se realizará con un paño seco para las partes lisas, con una brocha se removerá el polvo de los circuitos electrónicos y se aplicará un dieléctrico en espuma para las carcasas de los mismos.

2. Domos interiores

- 2.1. Los domos interiores se limpiarán con un trapo húmedo y en caso de existir manchas adheridas se podrá tallar pero solo con un paño suave que no dañe o ralle el acrílico del domo.
- 2.2. Se verificará que las micas se encuentren en buenas condiciones, sustituyendo las que lo requieran, se verificará que toda la tortillería se encuentre bien apretada y que este correctamente montado al equipo.
- 2.3. Antes de colocar el domo se deberá verificar que la orientación y el enfoque de la cámara sean los correctos.



3. Domos exteriores.

- 3.1. Los domos se podrán tallar pero solo con un paño suave que no dañe o ralle el acrílico del domo.
- 3.2. Se verificará que las micas se encuentren en buenas condiciones, sustituyendo las que lo requieran, se verificará que toda la tortillería se encuentre bien apretada y que este correctamente montada a la cámara.
- 3.3. Antes de colocar el domo se deberá verificar que la orientación y el enfoque de la cámara sean los correctos.



4. Cámaras.

- 4.1. Las cámaras se limpiarán con un trapo seco y con espuma limpiadora para equipo de cómputo.
- 4.2. Se verificará el apriete de sus conectores, tanto de alimentación eléctrica como de señal de video.
- 4.3. Se verificará la correcta colocación del lente, su enfoque y su orientación.



- 4.4. Se limpiaran las tarjetas electrónicas con solvente dieléctrico, aplicándolo con una brocha suave.

5. Cámara de movimiento exterior.

- 5.1. La cámara se limpiaran con un trapo seco y con espuma limpiadora para equipo de cómputo.
- 5.2. Se verificara el apriete de sus conectores, tanto de alimentación eléctrica como de señal de video y de movimiento.
- 5.3. Se verificara la correcta colocación del lente, su enfoque y su orientación.
- 5.4. Se limpiaran las tarjetas electrónicas con solvente dieléctrico, aplicándolo con una brocha suave.
- 5.5. Los domos se podrán tallar pero solo con un paño suave que no dañe o ralle el acrílico del domo.
- 5.6. Se verificara que las micas se encuentren en buenas condiciones, sustituyendo las que lo requieran, se verificara que toda la tortillería se encuentre bien apretada y que este correctamente montado.
- 5.7. Antes de colocar el domo se deberá verificar que la orientación y el enfoque de la cámara sean los correctos.



6. Grabadoras Digitales.

Este equipo requiere de un mantenimiento muy especial en el hardware y principalmente en el software. Ya que se debe estar checando que los programas de grabación operen correctamente, que se tenga la capacidad de almacenamiento en



el disco duro suficiente para cualquier contingencia y se debe monitorear constantemente que las entradas de video estén siendo recibida por el programa de monitoreo.

El mantenimiento a este equipo consiste en:

- 6.1. Antes de iniciar el mantenimiento se deberá estar seguro de que el equipo esta desenergizado ya que por los componentes electrónicos y el material que se utilizara en el mantenimiento podría generarse un corto circuito o una descarga eléctrica a la persona que esta realizando el mantenimiento.
- 6.2. Se destapara el equipo y se limpiara con **aire a presión** en todos sus componentes.
- 6.3. Se limpiara el **filtro de aire** o en el caso de encontrarse muy sucio se remplazara.
- 6.4. Todas las tarjetas electrónicas se limpiaran con dieléctrico, aplicándolo con una brocha suave.
- 6.5. Se verificara que todos los conectores de los cables se encuentren bien colocados
- 6.6. Se limpiara todo el equipo con aire a presión
- 6.7. Los monitores se limpiaran en el exterior con un limpiador dieléctrico para equipo de cómputo y por el interior con aire a presión y dieléctrico aplicado con una brocha suave.

Al Software se le realizara un servicio de mantenimiento con el programa que tiene instalada cada grabadora y se realizara un respaldo de los archivos del programa.

Como hoja de control de mantenimiento se pude realizar un cuadro que sirva de check-List o Lista de comprobación en el que se tenga en cuenta:

- | | |
|---------------------------------|--|
| · Limpiezas | · Verificación de Alimentación |
| · Verificación de Sujeciones | · Verificación Software |
| · Verificación de Conexiones | · Verificación de elementos de control |
| · Verificación de Orientaciones | |

Y cualquier otro componente que requiera mantenimiento. Las hojas de control pueden ser como las que siguen:

Descripción de actuación	Tipo	Periodicidad
Limpieza de dispositivos		
Limpieza de las carcasas transparentes de dispositivos captadores de exterior	General	Semestral
Limpieza de las carcasas transparentes de dispositivos captadores de interior	General	Anual
Limpieza de lentes de elementos de captación	General	Anual
Limpieza de fuentes de alimentación	General	Anual
Aplicación de espuma dieléctrica para las carcasas	Ocasional	Bienal
Sujeciones		
Verificación de tornillería de soportes	General	Anual
Verificación de tornillería de carcasas	General	Anual
Verificación de aislantes	General	Anual
Conexiones		
Verificación conectores BNC	General	Anual
Verificación conectores RJ-45	General	Anual
Orientaciones		
Verificación de lentes	General	Anual
Verificación de enfoques	General	Anual
Verificación de la orientación de las cámaras	General	Anual
Alimentación		
Verificación de niveles de alimentación	General	Anual
Verificación de líneas de alimentación	General	Anual
Verificación de conexiones de alimentación	General	Anual
Software		
Verificación de sistemas de grabación	General	Anual
Verificación de espacio de grabación	General	Anual
Verificación de ficheros grabados	General	Anual
Verificación de programación	General	Anual
Elementos de control		
Eliminación de polvo de los elementos de control	General	Anual
Limpiezas de filtros de aire	General	Anual
Verificación de conectores de señal	General	Anual
Verificación de conexiones de alimentación	General	Anual

- **Estrategias de diagnóstico y localización de averías.**

Los métodos usados para fijar la política de mantenimiento son insuficientes, por sí mismos, para asegurar la mejora continua en mantenimiento. Será la experiencia quien mostrará desviaciones respecto a los resultados previstos. Por tal motivo, se impone establecer una estrategia que, además de corregir las citadas desviaciones, asegure que todos los involucrados en el proceso de mantenimiento se impliquen en el proceso de mejora continua del mismo.

Desde este punto de vista el análisis de averías se podría definir como: el conjunto de actividades de investigación que, aplicadas sistemáticamente, trata de identificar las causas de las averías y establecer un plan que permita su eliminación.

Se trata, por tanto, de no conformarse con devolver los equipos a su estado de buen funcionamiento tras la avería, sino de identificar la causa raíz para evitar, si es posible, su repetición. Si ello no es posible se tratará de disminuir la frecuencia de la citada avería o la detección precoz de la misma de manera que las consecuencias sean tolerables o simplemente se pueda mantener controlada. El fin último sería mejorar la fiabilidad, aumentar la disponibilidad y reducir los costes.

Justificación

Además de las razones generales que justifican la búsqueda de la mejora continua en cualquier proceso, en el caso particular del proceso de mantenimiento son varias las razones específicas que se suelen presentar y que justifican sobradamente esta práctica como objetivo prioritario:

- Evitar la tendencia a convivir con los problemas.
- Evitar la tendencia a simplificar los problemas.
- Evitar la tendencia a centrarse en el problema del día.

Tendencia a convivir con los problemas

Los pequeños problemas suelen tener el efecto de que el que los sufre termina conviviendo con ellos y considerándolos como una situación normal.

Para evitar caer en esta rutina se precisa establecer claramente qué situación se va a admitir como normal y cuál como inadmisible. De ésta forma, se desencadenarán en automático las acciones necesarias para analizar y eliminar las situaciones inadmisibles.

El análisis de averías requiere, en este sentido, establecer los criterios de máximo riesgo admitido.

Tendencias a simplificar los problemas

Con frecuencia superior a lo deseable, los problemas suelen ser múltiples e interrelacionados. En tales circunstancias, se impone un análisis para poder separar los distintos elementos del problema, para asignar prioridades y, en definitiva, establecer un plan de acción para evitarlos.

Con demasiada frecuencia la escasez de recursos o la simple falta de método, lleva a simplificar el análisis e induce a tomar medidas de nula o escasa efectividad. Este es el caso que se presenta cuando se detiene el análisis en la causa física y no se profundiza hasta llegar a la causa latente (que podría ser: falta de formación o de supervisión) que permitiría eliminar no solamente este caso sino otros concatenados con la misma causa.

El análisis de averías permite, en este sentido, aprovechar excelentes oportunidades de mejoras de todo tipo.

Tendencia a centrarse en el problema del día

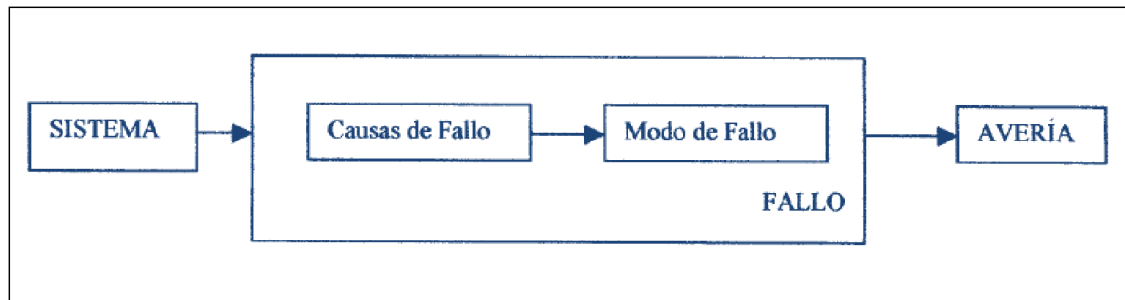
La presión del día a día hace olvidar rápidamente el pasado, lo que impide hacer un seguimiento de la efectividad de las medidas aplicadas. Hasta que el problema vuelve a aparecer, convirtiéndose en un círculo vicioso, que lleva a convivir con el problema.

El análisis de averías, en este sentido, ayuda a implantar un estilo o cultura de mantenimiento basado en la prevención.

Fallos y averías de los sistemas

Antes de proceder al análisis de averías hay que delimitar el alcance del mismo. Esto se consigue definiendo los límites del sistema.

El sistema es un conjunto de elementos discretos, denominados generalmente componentes, interconectados o en interacción, cuya misión es realizar una o varias funciones, en unas condiciones predeterminadas.



El análisis de averías debe contemplar una fase en que se defina el sistema, sus funciones y las condiciones de funcionamiento.

El fallo de un sistema se define como la pérdida de aptitud para cumplir una determinada función. En este sentido se pueden clasificar los fallos atendiendo a distintos criterios:

a) Según se manifiesta el fallo:

- Evidente:
 - Progresivo
 - Súbito
- Oculto

b) Según su magnitud:

- Parcial.
- Total.

c) Según su manifestación y magnitud:

- Cataléptico: súbito y total.
- Por degradación: progresivo y parcial

d) Según el momento de aparición:

- Infantil o precoz.
- Aleatorio o de tasa de fallos constante.
- De desgaste o envejecimiento.

e) Según sus efectos:

- Menor.
- Significativo.

- Crítico.
- Catastrófico.

f) Según sus causas:

- Primario: la causa directa está en el propio sistema.
- Secundario: la causa directa está en otro sistema.
- Múltiple: fallo de un sistema tras el fallo de su dispositivo de protección.

El modo de fallo es el efecto observable por el que se constata el fallo del sistema. A cada fallo se le asocian diversos modos de fallo y cada modo de fallo se genera como consecuencia de una o varias causas de fallo; de manera que un modo de fallo representa el efecto por el que se manifiesta la causa de fallo.

La avería es el estado del sistema tras la aparición del fallo.

Método de análisis de averías

La metodología para análisis y solución de problemas, en general, es muy variada y suele ser adoptada y adaptada por cada empresa en función de sus peculiaridades.

Haciendo un análisis comparativo de las más habituales, se puede decir que hay dos aspectos fundamentales en los que coinciden: el recorrido del proceso y la metodología a utilizar.

El análisis debe centrarse primero en el problema, segundo en la causa y tercero en la solución.

Las condiciones que debe reunir para garantizar su eficacia son:

- Estar bien estructurada, de forma que se desarrolle según un orden lógico.
- Ser rígida, de manera que no dé opción a pasar por alto ninguna etapa fundamental.
- Ser completa, es decir, que cada etapa sea imprescindible por sí misma y como punto de partida para la siguiente.

Teniendo en cuenta estos aspectos fundamentales (el recorrido del proceso y la metodología a utilizar) y las condiciones indicadas anteriormente (tendencia a convivir con los problemas, tendencia a simplificar los problemas y tendencia a centrarse en el problema del día), se propone un método sistemático de análisis de averías, estructurado en cuatro fases y diez etapas o pasos.

Fase A: Concretar el problema

SELECCIONAR EL SISTEMA

Se trata de concretar los límites o alcance del sistema (instalación del análisis). Se persigue con ello evitar dos errores frecuentes:

- a) Ignorar elementos importantes involucrados en el problema, como pueden ser los dispositivos de seguridad y/o control de una máquina o instalación.
- b) Extender el análisis a elementos poco relacionados con el problema que pueden hacer excesivamente largo y laborioso el análisis y que, en todo caso, serían objeto de otro análisis.

Seleccionar el sistema supone:

- Establecer los límites del sistema. El análisis se puede efectuar indistintamente a un componente, un subsistema elemental o al sistema completo, pero deben quedar claramente establecidos los límites del sistema analizado.
- Recopilar la información referente al sistema: sus funciones, sus características técnicas y las prestaciones deseadas.

SELECCIONAR EL PROBLEMA

Normalmente, se trata de un fallo o de la consecuencia de un fallo. Se debe tratar de un hecho concreto que responde a la pregunta ¿qué ocurre?. Se persigue concretar un problema de máxima prioridad y evitar la tendencia frecuente a intentar resolver múltiples problemas a la vez, con la consiguiente pérdida de eficacia.

Seleccionar el problema supone:

- Concretar la avería objeto del análisis.
- Describir la avería, lo más completamente posible: ¿qué ocurre?, ¿dónde ocurre?, ¿cómo ocurre?, ¿cuándo ocurre o cuándo comenzó?, ¿quién la provoca? y ¿cómo se ha venido resolviendo?.

CUANTIFICAR EL PROBLEMA

Es preciso trabajar con datos: ¿cuánto tiempo hace que existe?, ¿cuántas veces ha sucedido? Y ¿cuánto está costando?, para ser objetivos y evitar ideas preconcebidas.

Un análisis de averías exhaustivo como el que se está presentando no estaría justificado en todos los casos. Por eso, es importante que se establezca unos criterios para desencadenar el análisis cuando se presenten las condiciones predefinidas:

- Cuando el fallo ha ocasionado un accidente personal.
- Cuando el fallo ha provocado un fuego o pérdida de producción importante.
- Cuando el fallo ha provocado un daño medioambiental importante.
- Cuando el fallo tiene un coste de reparación superior a una cifra determinada.
- Cuando el fallo afecta a una máquina o instalación catalogada como crítica.
- Cuando la combinación frecuencia/coste o frecuencia/criticidad superan los límites establecidos.

Fase B: Determinar las causas

ENUMERAR LAS CAUSAS

La causa es el origen inmediato del hecho observado o analizado. Se deben omitir opiniones, juicios, etc. y debe responder a la pregunta: ¿por qué ocurre?.

Pensar que una sola causa es el origen del problema es generalmente simplista y preconcebido. Se trata de esforzarse para encontrar todas las causas posibles y comprobar que realmente inciden sobre el problema.

Se deben contemplar tanto las causas internas como externas del equipo analizado, lo que se podría clasificar como causas físicas y causas latentes o de organización, gestión, etc.

Enumerar las causas supone, por tanto, confeccionar un listado exhaustivo de todas las posibles causas involucradas en el fallo analizado.

CLASIFICAR Y JERARQUIZAR LAS CAUSAS

El listado antes obtenido no da información alguna sobre el grado de importancia y relación entre las mismas. Por ello, el paso siguiente antes de trabajar en la solución, es buscar relaciones entre causas que permita agruparlas y concatenarlas. Ello permitirá dar cuenta de que, tal vez, la solución de una de ellas engloba la solución de algunas de las otras.

Fecha: ____ / ____ / ____	Realizado por: _____
IDENTIFICACION	
MAQUINA: _____ CODIGO: _____ ELEMENTOS ASOCIADOS: _____ FUNCION: _____ CALIFICACION CRITICIDAD: Critica <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Poco importante <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/>	
AVERIA	
NATURALEZA: Mecánica <input type="checkbox"/> Electrónica <input type="checkbox"/> Neumática <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Hidráulica <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> TIPO DE FALLO: Progresivo <input type="checkbox"/> +Parcial <input type="checkbox"/> -Degradación <input type="checkbox"/> Súbito <input type="checkbox"/> +Total <input type="checkbox"/> -Cataplético <input type="checkbox"/> Evidente <input type="checkbox"/> Oculto <input type="checkbox"/> Múltiple <input type="checkbox"/>	
CONSECUENCIAS	
PRODUCCION Sin conoc. <input type="checkbox"/> Bajo rendim. <input type="checkbox"/> Parada <input type="checkbox"/>	INMOVILIZACION Breve <input type="checkbox"/> Largo <input type="checkbox"/> Muy largo <input type="checkbox"/>
COSTE DIRECTO Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/>	FRECUENCIA Ocasional <input type="checkbox"/> Frecuente <input type="checkbox"/> Muy frecuente <input type="checkbox"/>
SEGURIDAD Sin daños pers. <input type="checkbox"/> Posible lesión <input type="checkbox"/> Riesgo grave <input type="checkbox"/>	MEDIO AMBIENTE Ninguno <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/>
CALIFICACION GRAVEDAD Menor <input type="checkbox"/> Significativo <input type="checkbox"/>	Critico <input type="checkbox"/> Catastrófico <input type="checkbox"/>
DIAGNOSTICO	
CAUSAS INTRINSECAS FALLO DEL MATERIAL <input type="checkbox"/> Desgaste <input type="checkbox"/> Corrosión <input type="checkbox"/> Fatiga <input type="checkbox"/> Desajuste <input type="checkbox"/> Otras: <input type="checkbox"/> Mal diseño <input type="checkbox"/> Mal montaje <input type="checkbox"/> Mal mantenimiento <input type="checkbox"/>	CAUSAS EXTRINSECAS Mala utilización <input type="checkbox"/> Accidente <input type="checkbox"/> No respetar instrucciones <input type="checkbox"/> Falta procedimientos escritos <input type="checkbox"/> Error procedimientos <input type="checkbox"/> Falta de limpieza <input type="checkbox"/> Coordinación <input type="checkbox"/> Organización/Gestión <input type="checkbox"/> Otras causas externas <input type="checkbox"/>
SOLUCION	
Para resolver la avería: _____ Para evitar su repetición: _____ Plan de acción: REF. _____	

CUANTIFICAR LAS CAUSAS

La medición, con datos reales o estimados de la incidencia de cada causa sobre el problema nos va a permitir, en un paso posterior, establecer prioridades. Se trata, por tanto, de tener cuantificado el cien por cien de la incidencia acumulada por las diversas causas.

SELECCIONAR UNA CAUSA

Se trata de establecer prioridades para encontrar la causa o causas a las que buscar soluciones para que desaparezca la mayor parte del problema. Para ello lo que realmente hacemos es asignar probabilidades para identificar las causas de mayor probabilidad (20% de las causas generan el 80% del problema).

Fase C: elaborar la solución

PROPONER Y CUANTIFICAR SOLUCIONES

Se trata de profundizar en la búsqueda de todas las soluciones viables, cuantificadas en coste, tiempo y recursos, para que el problema desaparezca.

SELECCIONAR Y ELABORAR UNA SOLUCIÓN

Se trata de seleccionar la solución que resuelva el problema de manera más global (efectiva, rápida y barata). Para ello, se compararan las distintas soluciones estudiadas y se completará un plan de acción para aquellas que finalmente se decida llevar a cabo.

Fase D: presentar la propuesta

FORMULAR Y PRESENTAR UNA PROPUESTA DE SOLUCION

El análisis se completa en esta etapa con la que se pretende informar de las conclusiones y la propuesta que se ha elaborado (plan de acción).

Se debe confeccionar un informe de análisis de averías donde se refleje toda la investigación, análisis, conclusiones y recomendaciones.

Si el problema lo merece y ha sido estudiado por un grupo de trabajo, es posible hacer una presentación a la dirección donde el grupo defiende las soluciones aportadas y responde a las cuestiones que se planteen. Todo el proceso descrito se debe recoger en un formato que se denomina ficha de análisis de averías.

indicó en el apartado dedicado a la justificación razones por sí mismas suficientes para ser generosos a la hora de establecer esos criterios, pues contribuirán decisivamente a establecer una cultura basada en la prevención.

Es importante que, tanto si el análisis se hace en grupo o por especialista, se empiece lo antes posible, una vez ha tenido lugar la avería. De esta forma, se evita que se pierdan datos muy importantes para el análisis como son:

- Detalles del fallo (fotografías, etc.).
- Evidencias físicas (muestras para ser analizadas, etc.).
- Aportaciones de los operadores que estaban presentes.

Para que se transmita de forma eficaz, la información debe cumplir las tres condiciones siguientes: ser precisa y completa, ser fácil de entender y ser breve para ahorrar tiempo a los lectores.

Su estructura más frecuente es la siguiente:

- Título.
- Sumario.
- Índice.
- Cuerpo del informe.
- Apéndices.

El título debe ser claro y completo, aunque la brevedad siempre se agradece. En la portada, además del título, debe aparecer el autor o autores, fecha y lista de distribución.

El sumario es un resumen que describe en qué consiste la avería y cuál es la solución propuesta, todo ello de forma muy breve. Los detalles irán posteriormente. La redacción del sumario debe dejarse para el último momento, cuando todo el informe esté terminado. La razón del sumario es que es un hecho comprobado que la comprensión y la memorización mejoran notablemente si se empieza resumiendo lo que se va a explicar y la conclusión a la que se va a llegar. Debe servir también para que los lectores muy ocupados puedan tener una visión resumida sin necesidad de leerse todo el documento.

El índice puede resultar superfluo si el informe es muy breve, pero en general es muy útil, pues facilita la lectura y da una primera visión, como el sumario.

El cuerpo del informe desarrolla todo el proceso de análisis efectuado, desde la definición del problema hasta la propuesta de solución pasando por el análisis de las causas. Un modelo de informe breve puede ser el siguiente:

- Título.
- Sumario.
- Índice:
 - Antecedentes o introducción.
 - Descripción de la avería.
 - Análisis de las causas.
 - Conclusiones y recomendaciones.
- Apéndices.

Como se aprecia, en el cuerpo del informe aparecen los apartados en el orden en que se han sucedido los razonamientos. La extensión de cada apartado dependerá de su importancia relativa.

Los apéndices se utilizarán cuando se requiera una larga explicación o suponga un gran volumen de datos. Así, se evita perder el hilo del tema principal. Presentan la ventaja para los lectores que sólo necesitan entrar en ellos si precisan más detalles.

El cuerpo del informe puede ser ampliado, cuando se requiera, aunque conservando la misma estructura, como se puede observar en el modelo siguiente:

- Antecedentes
 - Objeto y alcance del informe
 - Fuentes de información.
 - Limitaciones
- Descripción de la avería
 - Descripción de los hechos
 - Sistemas observados
- Análisis de causas
 - Sucesión de eventos
 - Causas inmediatas
 - Causas remotas
 - Causa más probable. Diagnóstico
- Conclusiones
 - Acerca de las causas
 - Acerca de las soluciones
 - Conclusión final

- Recomendaciones
 - Solución propuesta
 - Plan de acción. Implementación

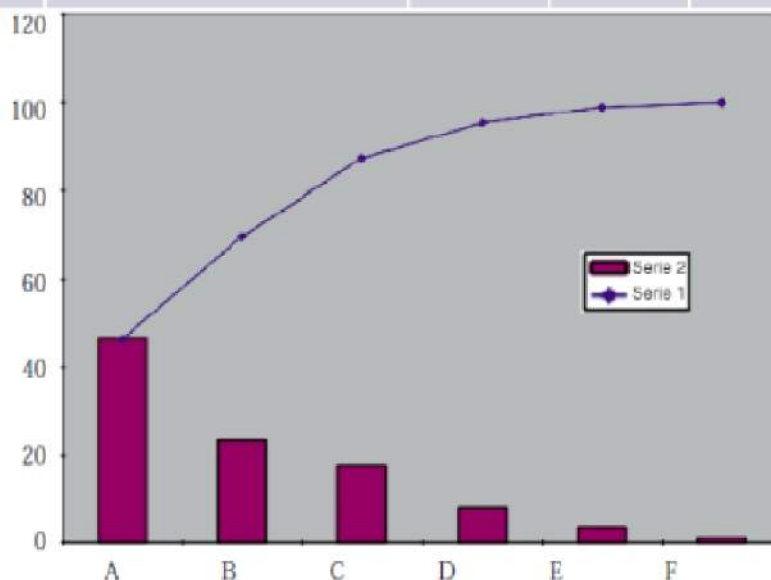
Herramientas para análisis de averías

De entre las diversas herramientas existentes hemos seleccionado aquellas que mejor se adaptan para cada fase del análisis.

- El diagrama de Pareto

Es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema, que ayuda a identificar y seleccionar los aspectos prioritarios que hay que tratar.

	Concepto	Importe anual	%	% acumulado
A	Fuga cierre mecánico	40	46,5	46,5
B	Fallo de cojinetes	20	23,3	69,8
C	Desgaste anillos de impulsor	15	17,5	87,3
D	Daños en el eje	7	8,1	95,4
E	Daños en impulsor	3	3,5	98,9
F	Daños en carcasa	1	1,1	100



También se conoce como Diagrama ABC o Ley de las Prioridades 20-80, que dice: “*el 80% de los problemas que ocurren en cualquier actividad son ocasionados por el 20% de los elementos que intervienen en producirlos*”.

Sirve para conseguir el mayor nivel de mejora con el menor esfuerzo posible. Es pues una herramienta de selección que se aconseja aplicar en la fase A que corresponde al enfoque concretar el problema, así como para seleccionar una causa.

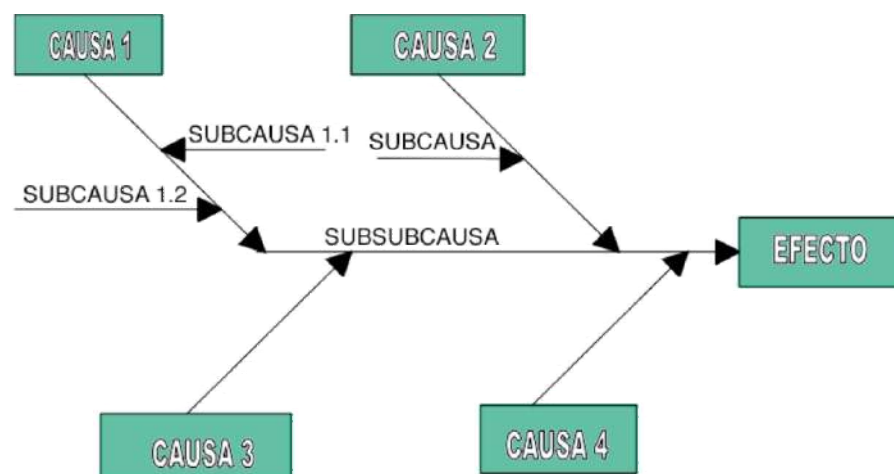
Tiene el valor de concentrar la atención en el 20% de los elementos que provocan el 80% de los problemas, en vez de extenderse a toda la población. Se cuantifican las mejoras que se alcanzarán solucionando los problemas seleccionados.

Los pasos a seguir para su representación son:

- Anotar, en orden progresivo decreciente, los fallos o averías a analizar (importe de averías de un tipo de máquinas, importe de averías del conjunto de la instalación, consumo de repuestos, etc.). En definitiva, el problema o avería objeto del análisis.
- Calcular y anotar, a su derecha, el peso relativo de cada uno (porcentaje).
- Calcular y anotar, a su derecha, el valor acumulado (porcentaje acumulado).
- Representar los elementos en porcentajes decrecientes de izquierda a derecha (histograma) y la curva de porcentaje acumulado (curva ABC).

Ejemplo: Averías encontradas en un conjunto de componentes. Se trata de seleccionar el problema o avería a analizar (Tabla III).

- Conclusiones: controlando los tipos de fallos A, B y C se está controlando el 87,3% del importe anual de reparaciones de dichos componentes.



- El diagrama de Ishikawa

También denominado Diagrama Causa-Efecto o *de espina de pescado*, es una representación gráfica de las relaciones lógicas existentes entre las causas que producen un efecto bien definido.

Sirve para visualizar, en una sola figura, todas las causas asociadas a una avería y sus posibles relaciones. Ayuda a clasificar las causas dispersas y a organizar las relaciones mutuas. Es, por tanto, una herramienta de análisis aplicable en la fase B (determinar las causas).



Tiene el valor de su sencillez, poder contemplar por separado causas físicas y causas latentes (fallos de procedimiento, sistemas de gestión, etc.) y la representación gráfica fácil que ayuda a resumir y presentar las causas asociadas a un efecto concreto.

Los pasos a seguir para su construcción son:






- Precisar bien el efecto. Es el problema, avería o fallo que se va a analizar.
- Subdividir las causas en familias. Se aconseja el método de las 4M (métodos, máquinas, materiales, mano de obra), para agrupar las distintas causas, aunque según la naturaleza de la avería puede interesar otro tipo de clasificación.
- Generar, para cada familia, una lista de todas las posibles causas. Responder sucesivamente, ¿por qué ocurre? hasta considerar agotadas todas las posibilidades

- El árbol de fallos

Es una representación gráfica de los múltiples fallos o eventos y de su secuencia lógica desde el evento inicial (causas raíz) hasta el evento objeto del análisis (evento final) pasando por los distintos eventos contribuyentes.

Tiene el valor de centrar la atención en los hechos relevantes. Adicionalmente conduce la investigación hacia causas latentes. Esta presentación gráfica permite, igual que el diagrama de Ishikawa, resumir y presentar las causas, conclusiones y recomendaciones.

Es, por tanto, una herramienta de análisis muy recomendable para realizar la fase B del análisis de averías (determinar las causas).

SIGNIFICADO	SIMBOLO
SUCESO PRIMARIO • No requiere desarrollo posterior o no es posible desarrollarse, por alguna razón.	
SUCESO SECUNDARIO • Resulta de la combinación lógica de suceso previos.	
CADENA REPETIDA • Resume una cadena idéntica, ya analizada.	
PUERTA O • Operador lógico que permite el suceso siguiente cuando se presente cualquiera de los precedentes • Existe redundancia	
PUERTA Y • Operador lógico que permite el suceso siguiente cuando se presentan todos los precedentes. • Existe coincidencia	
- Las puertas lógicas más elementales son la "Y" y la "O". - La puerta "O" se utiliza para indicar la unión lógica de dos elementos. El suceso ocurrirá siempre y cuando ocurra por lo menos una de las entradas lógicas. - La puerta "Y" se utiliza para indicar la intersección lógica. El suceso ocurrirá si ocurren, simultáneamente todas las entradas lógicas	

Se utilizan símbolos para expresar las relaciones lógicas entre los distintos sucesos.

Los pasos a seguir para la construcción del árbol de fallos son:

- a) Determinar el suceso final (avería, fallo o evento no deseado, objeto del análisis). Ocupará la cúspide del árbol o gráfico.
- b) Desarrollar el árbol, de forma iterativa, mediante puertas lógicas y sucesos. Para cada suceso hay que responder: ¿por qué ocurre?. ¿Qué sucesos (intermedios o básicos) podrían haber causado el suceso objeto del estudio? El procedimiento se desarrollará hasta llegar a sucesos básicos que no requieren posterior desarrollo.
- c) Evaluación cualitativa. Si se transforma el árbol en una función lógica, aplicando el *álgebra de Boole*, se puede hacer la siguiente evaluación cualitativa: la expresión resultante representa las combinaciones mínimas de sucesos primarios, cuya ocurrencia simultánea conduce al suceso no deseado. Cada una de estas combinaciones se denominan “*conjunto mínimo de fallo*”. El suceso no deseado viene rerepresentado por la unión lógica de todos los conjuntos mínimos de fallo.

Matriz de criterios

Para la fase C (elaborar la solución), es muy útil utilizar ésta herramienta que supone disponer de varias soluciones viables y cuantificadas en coste y tiempo. La matriz de criterios ayudará a seleccionar la alternativa que resuelve el problema de la manera más global (efectiva, rápida, barata, etc.).

Se trata de una matriz donde aparecen en las filas las distintas soluciones y en las columnas los criterios bajo los cuales se quiere regir (sencillez, rapidez, coste, efectividad, etc.)

ALTERNATIVAS	CRITERIOS			PUNTUACION TOTAL
	C1 P	C2 P	C3 P	
A				
B				
C				
D				

A, B, C, D: Alternativas o soluciones.

C1, C2, C3: Criterios de evaluación (coste, rapidez, dificultad, etc.).

P: Peso del criterio (o factor de multiplicación).

- Las alternativas son las distintas soluciones a comparar.
- A, B, C son los criterios fijados.
- P es el peso asignado a cada criterio: 1,2,3, ... para criterios que tengan una influencia positiva y -1, -2, -3, ... para los de influencia negativa (por ejemplo el coste).
- Las soluciones son puntuadas, comparativamente, respecto de cada criterio (si se tienen 4 soluciones se da, a cada una de ellas, una puntuación de 1 a 4 siendo 4 la mejor y 1 la peor).
- Esa puntuación se multiplica por el peso de cada criterio y se suman para obtener la puntuación total. La mejor solución es la que alcance la puntuación más alta.