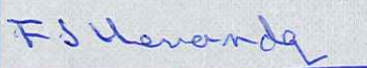
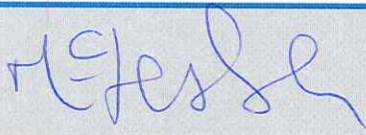


CONTROL DE EQUIPOS DE MEDIDA



Universidad de Alcalá

| | |
|--|---|
| Elabora: Vicegerencia AA EE | Aprueba: Vicerrectorado de Políticas de Responsabilidad Social y Extensión Universitaria |
| Firma:  | Firma:  |
| Fecha: 20/01/2020 | Fecha: 20/01/2020 |

Índice de modificaciones

| Edición | Fecha | Modificaciones | Páginas modificadas |
|---------|----------|---|----------------------|
| 0 | 04/09/17 | Para Comentarios | |
| 1 | 10/01/17 | Inicial | |
| 2 | 20/01/20 | Integración ISO 14001 con ISO 50001 y adaptación versión 2018 | En todo el documento |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | |
|-------------------|-------------------------------------|
| CAPITULO 1 | OBJETO Y ACLANCE |
| CAPITULO 1 | DEFINICIONES |
| CAPITULO 3 | DESARROLLO DEL RPOCEDIMIENTO |

3.1. Documentación

3.2. Manuales y documentación

3.3 Plan de Control de los Equipos de Medición

3.4. Calibración de equipos de medida

3.5. Verificación interna de los equipos de medida

3.6. Protocolo de verificación de contadores de usos significativos

3.7 Plan de revisión de lectura de contadores

| | |
|-------------------|---|
| CAPITULO 4 | REGISTROS Y DOCUMENTOS ASOCIADOS |
| CAPITULO 5 | ANEXOS |

1. OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este procedimiento es describir la metodología establecida por la Universidad de Alcalá, en adelante UHA, para asegurar la fiabilidad de las medidas de los equipos de medición empleados en el control operacional de los usos energéticos significativos identificados en las instalaciones, contempladas dentro del alcance del Sistema de Gestión de la Energía.

2. DEFINICIONES

- **Calibración:** Conjunto de operaciones que permiten establecer, en condiciones específicas, la relación entre los valores indicados por un instrumento o sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada, y los correspondientes valores conocidos de una magnitud medida. Implica tomar una serie de medidas, compararlas con un patrón de referencia y obtener el error de indicación/corrección del equipo de medida asociado (diferencia entre valor tomado y valor real establecido por el patrón), junto con su valor de incertidumbre, expresado como (\pm) o como porcentaje.
- **Corrección:** Diferencia entre el valor del patrón y el valor del instrumento (y).
- **Equipo de Medición:** Instrumento de medición, software, patrón de medición, equipos auxiliares o combinación de ellos, necesarios para llevar a cabo un proceso de medición.
- **Equipo Patrón de medida de referencia:** Patrón designado para la calibración de otros patrones de magnitudes de la misma naturaleza en una organización o lugar dado.
- **Error de Indicación:** Diferencia entre el valor mostrado por el equipo y el valor real de la medida. Concepto equivalente al de corrección.
- **Error Máximo Permitido (EMP):** Valor extremo de error de medida, con respecto a un valor de referencia conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una medición, instrumento o sistema de medida dado. Valor aportado por el fabricante equipo.
- **Frecuencia de Calibración/Verificación:** Tiempo que transcurre entre dos calibraciones/verificaciones sucesivas, de forma que la fiabilidad de los resultados de las medidas realizadas con ese equipo está asegurada durante este tiempo con una "probabilidad" elevada, salvo mal uso o avería

- **Incertidumbre de la Medida:** Estimación que caracteriza el intervalo de valores en el que se sitúa, con gran probabilidad, el valor verdadero de la magnitud medida ($\pm U$)
- **Responsable de Equipo:** Máximo responsable de la gestión de uno o varios equipos de medición, pertenecientes a una Gerencia, sobre el que recae la responsabilidad de la adecuada verificación o calibración.
- **Tolerancia:** Intervalo de valores en el que debe encontrarse la magnitud a medir (marcado por la legislación, normas internacionales, normas internas, etc.)
- **Verificación:** Revisar, inspeccionar, ensayar, comprobar, supervisar, o realizar cualquier otra función análoga, que establezca y documente que el equipo está conforme con los requisitos especificados.

3. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

El responsable de mantenimiento y el gestor energético se asegura de disponer de los equipos de medición necesarios para la realización de las mediciones derivadas del mantenimiento.

Inicialmente se ha de disponer del Certificado de calibración/verificación del equipo, para el rango de mediciones en las que se va a utilizar el equipo, así como de los Manuales correspondientes. Además, esta documentación se mantiene accesible al personal que necesite consultarla.

3.1. Identificación

Todo equipo de medición está identificado por la asignación de un código único, que por defecto es el número de serie del equipo, o en su ausencia una codificación interna de la Universidad.

En la medida de lo posible, cada equipo debe tener identificada la fecha de la próxima calibración y su conformidad, de cara a asegurar que el equipo presenta las condiciones adecuadas para la medición.

3.2. Manuales y documentación

Los equipos deben ser utilizados correctamente de acuerdo con la experiencia y con las instrucciones del fabricante. Dichos manuales están editados en idioma comprensible o se procede a la traducción de las partes necesarias para el correcto uso del equipo.

Si no se dispone de manuales de uso de la casa comercial, el responsable de mantenimiento elabora las Instrucciones de Manejo de Equipos, de ser necesarias.

3.3. Plan de control de los equipos de medición

El responsable de mantenimiento selecciona los equipos de medición y determina el tipo de control a realizar en cada uno de ellos, es decir, si requiere calibración interna o externa, y/o verificación interna o externa.

Un equipo de medición requiere calibración y/o verificación externa cuando:

- Lo establezca un requisito reglamentario
- Sea un requisito interno de la Universidad, para lo que se tiene en cuenta las recomendaciones del fabricante, uso del equipo, criticidad del grado de exactitud del equipo, etc...

Si no se da ninguno de los casos anteriores se puede optar por la calibración/verificación **interna** del equipo siempre y cuando:

- Se disponga de los medios necesarios para realizarlo (p.e. patrones, cualificación...)
- Exista Protocolo o Instrucción Técnica de calibración/verificación que sea viable llevar a cabo.

El responsable de mantenimiento dispone de un registro para el control de los equipos de medición, **FPGE 03/01 Gestión Equipos de Medida**, en el que se documenta, como mínimo, lo siguiente:

- Código equipo
- Descripción o nomenclatura del equipo
- Tipo de equipo (Equipo patrón o equipo en uso)
- Nº de serie
- Marca y modelo
- Magnitud a medir con el equipo (ej. Temperatura, humedad, tensión, voltaje, etc.)
- Tipo de control a realizar al equipo (Calibración externa/interna y/o Verificación externa/interna)

- Frecuencia de la calibración/verificación. Metodología: se ha de anotar el protocolo o IT utilizada para la calibración y/o verificación.
- Tolerancia: Intervalo de valores en el que debe encontrarse la magnitud a medir, que suele estar establecido en la legislación y/o normativa de referencia.
- Error máximo permitido o EMP: Valor marcado por el fabricante, indicando el error de medida del equipo de fabricación, expresado como \pm o en %.
- Criterio de Conformidad de los resultados obtenidos en los controles (por ej., equipo conforme cuando el valor del Certificado de Calibración \leq EMP).

Asimismo, en este registro se anotan las tareas de calibración/verificación realizadas, al menos en lo que respecta a:

- Fechas de la última y de la próxima calibración y/o verificación.
- Responsable de la realización de la calibración y/o verificación (por ej., un Laboratorio externo acreditado, Responsable centro, etc.).
- Nº de Certificado/Informe
- Resultado del control realizado (calibración y/o verificación): Se anota si el resultado es conforme o no conforme, según el criterio de conformidad establecido.

Este registro sirve de inventario y planificación de los equipos sometidos a calibración y/o verificación.

Antes de realizar las mediciones, se ha de comprobar la conformidad del equipo para la realización de las medidas, de acuerdo al registro **FPGE 03/01 Gestión Equipos de Medida**, así como el resto de los requisitos asociados al equipo de medida (identificación, manual, etc.), el cual ha de estar a disposición del personal que vaya a realizar las medidas con el equipo.

3.4. Calibración equipos de medida

El responsable de mantenimiento antes de enviar a calibrar externamente el equipo, debe:

- Especificar los requisitos necesarios para la calibración externa (ej.: parámetros a medir, rango o puntos de medidas de calibración, etc.)

- Seleccionar la entidad externa acreditada por ENAC o entidad equivalente, para esta tarea. En su defecto, se debe disponer del certificado por ENAC (u otro organismo equivalente) del equipo patrón, incluido dentro del Certificado de calibración externa.
- Establecer la comunicación necesaria con la entidad externa acreditada con la finalidad de que las calibraciones se realicen en las fechas previstas.

Una vez realizada la calibración, el laboratorio emite el **Certificado de Calibración** del equipo de medida y el responsable de mantenimiento se responsabiliza de:

- Comprobar que en el Certificado se encuentran incluidas todas las especificaciones, previamente acordadas con la entidad externa.
- Comprobar que el resultado de la calibración se encuentra dentro del error máximo permitido (valorando que el valor de la incertidumbre más el error de indicación/corrección, en valor absoluto, obtenido es inferior o igual al error máximo permitido).
- Establecer la Conformidad del equipo (Conforme/No conforme) según el criterio establecido.
- Actualizar el registro **FPGE 03/01 Gestión Equipos de Medida**.
- Archivar los informes de calibración externa.

Si el resultado de la calibración es **Conforme** (cuando el valor de la incertidumbre más el error de indicación/corrección, en valor absoluto, obtenido es inferior o igual al error máximo permitido), se anota el resultado en el registro **FPGE 03/01 Gestión Equipos de Medida**.

Cuando el resultado de la calibración es **No Conforme**, se analiza y:

- Si la razón de la no conformidad se debe a algún incumplimiento de las especificaciones de calibración externa, establecidas con el laboratorio, se realiza una revisión del informe de calibración emitido y posteriormente se solicita una nueva calibración externa.
- Si se toma la decisión de reparar el equipo se procede a su reparación, y posteriormente el equipo debe ser nuevamente calibrado.
- Si se procede a dar de baja el equipo, el responsable de mantenimiento establece las medidas necesarias para prevenir el uso de ese equipo (p.a. colocando un cartel "fuera de uso").

Siempre que el resultado es no conforme se debe analizar la validez de los datos obtenidos con ese equipo desde la fecha de la anterior calibración. En la medida de lo posible, se recomienda repetir a la mayor brevedad posible esas medidas con un equipo que sí se encuentre correctamente calibrado.

3.5. Verificación interna de los equipos de medida

El responsable de mantenimiento consulta periódicamente el registro de **FPGE 03/01 Gestión Equipos de Medida**, se asegura que las tareas planificadas sean realizadas en las fechas previstas y se responsabiliza de:

- Disponer de un protocolo o instrucción técnica específica para su realización.
- Registrar el resultado de las verificaciones según el contenido del protocolo y/o instrucción.
- Indicar la Conformidad del equipo (Conforme/No conforme).

La verificación interna queda documentada en un **Certificado de Verificación** en el que se anota, como mínimo:

- Nº Serie/código del equipo
- Nº Certificado
- Fecha de verificación y fecha próxima verificación
- Persona que realiza la verificación y su firma
- Patrón/equipo empleado en la verificación (nº serie patrón/equipo y fecha última y próxima calibración)
- Condiciones ambientales, si aplica.
- Referencia al protocolo y/o instrucción seguida para la verificación
- Conformidad del equipo (Conforme/No conforme)
- Observaciones

Si el resultado de la verificación es **Conforme** se actualiza el registro **FPGE 03/01 Gestión Equipos de Medida**, completando los campos necesarios.

Cuando el resultado de la verificación es **No Conforme**, se analizan las causas y:

- Si la razón de la no conformidad es debido a un incumplimiento del protocolo y/o instrucción interna, se realiza una nueva verificación interna.
- Si la razón de la no conformidad se debe a errores propios de la metodología de verificación interna empleada, no siendo esta la adecuada, se procede a su revisión y posteriormente se realiza una nueva verificación interna.
- Si la razón de la no conformidad se debe a algún incumplimiento de las especificaciones de verificación externa, establecidas con el laboratorio, se realiza una revisión del informe de verificación emitido y posteriormente solicita una nueva verificación externa.
- Si no se da ninguno de los casos anteriores, se toma la decisión de reparar el equipo o darlo de baja:
 - Si se procede a su reparación, el equipo tiene que calibrar externamente, después de su reparación.
 - Si se procede a darlo de baja el responsable de Centro/Equipo establece las medidas necesarias para prevenir el uso de ese equipo (ej.: colocando un cartel "fuera de uso").

Siempre que el resultado sea no conforme se analiza la validez de los datos obtenidos con ese equipo desde la fecha de la anterior verificación/calibración. En la medida de lo posible, se recomienda repetir a la mayor brevedad posible esas medidas con un equipo que sí se encuentre correctamente verificado/calibrado.

3.6. Protocolo de verificación contadores usos significativos

Este protocolo es de aplicación a los contadores generales (incluidas sondas), que midan consumos de los usos significativos, derivados de calcular el tamaño muestral y en aquellos en los que hayan surgido desviaciones significativas.

Con el fin de conocer la muestra de los contadores a verificar anualmente, se propone el siguiente protocolo de obtención de la muestra y los plazos establecidos para cada tipo de contador.

Dicho procedimiento de cálculo del tamaño de la muestra, se implanta por separado para cada tipología de contador. Para lo que se aplica la siguiente ecuación:

$$4. n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n : Estimación del tamaño de la muestra necesario.

p : Proporción esperada cuya medición sea igual a la medición del patrón dentro del nivel de precisión deseado, se toma como estimación inicial $p = 0,8$.

q : Proporción esperada cuya medición sea distinta a la medición del patrón dentro del nivel de precisión deseado, se toma como estimación inicial $q = 1 - p = 0,2$.

d : Nivel de precisión deseado, se toma al menos 0,1.

N : Número total de contadores a tener en cuenta teniendo en cuenta solo los consumos significativos resultantes del Registro de Evaluación Energética.

Z : Valor de distribución estándar en función del número de datos recogidos y el nivel de confianza deseado. Se obtiene de la siguiente tabla:

| Nº de Lecturas (Tamaño muestra) | Nivel de confianza | | | | Nº de lecturas (Tamaño muestra) | Nivel de confianza | | | |
|------------------------------------|--------------------|------|------|------|------------------------------------|--------------------|------|------|------|
| | 95% | 90% | 80% | 50% | | 95% | 90% | 80% | 50% |
| 2 | 12.71 | 6.31 | 3.08 | 1.00 | 17 | 2.12 | 1.75 | 1.34 | 0.69 |
| 3 | 4.30 | 2.92 | 1.89 | 0.82 | 18 | 2.11 | 1.74 | 1.33 | 0.69 |
| 4 | 3.18 | 2.35 | 1.64 | 0.76 | 19 | 2.10 | 1.73 | 1.33 | 0.69 |
| 5 | 2.78 | 2.13 | 1.53 | 0.74 | 20 | 2.09 | 1.73 | 1.33 | 0.69 |
| 6 | 2.57 | 2.02 | 1.48 | 0.73 | 21 | 2.09 | 1.72 | 1.33 | 0.69 |
| 7 | 2.45 | 1.94 | 1.44 | 0.72 | 22 | 2.08 | 1.72 | 1.32 | 0.69 |
| 8 | 2.36 | 1.89 | 1.41 | 0.71 | 23 | 2.07 | 1.72 | 1.32 | 0.69 |
| 9 | 2.31 | 1.86 | 1.40 | 0.71 | 24 | 2.07 | 1.71 | 1.32 | 0.69 |
| 10 | 2.26 | 1.83 | 1.38 | 0.70 | 25 | 2.06 | 1.71 | 1.32 | 0.68 |
| 11 | 2.23 | 1.81 | 1.37 | 0.70 | 26 | 2.06 | 1.71 | 1.32 | 0.68 |
| 12 | 2.20 | 1.80 | 1.36 | 0.70 | 27 | 2.06 | 1.71 | 1.31 | 0.68 |
| 13 | 2.18 | 1.78 | 1.36 | 0.70 | 28 | 2.05 | 1.70 | 1.31 | 0.68 |
| 14 | 2.16 | 1.77 | 1.35 | 0.69 | 29 | 2.05 | 1.70 | 1.31 | 0.68 |
| 15 | 2.14 | 1.76 | 1.35 | 0.69 | 30 | 2.05 | 1.70 | 1.31 | 0.68 |
| 16 | 2.13 | 1.75 | 1.34 | 0.69 | ? | 1.96 | 1.64 | 1.28 | 0.67 |

El nivel de confianza tomado es siempre, de al menos, el 80%.

El **Anexo I Tabla de Verificación de Equipos Propios de Control de Consumos**, es una hoja de cálculo tipo donde rellenando los datos propios se calcula automáticamente el tamaño de la muestra a verificar.

| | |
|--|-------------------------|
| PR 010 CONTROL OPERACIONAL ENERGÉTICO | PR/010 |
| | Pág. 12 de 17 |
| | Revisión: 2 |
| | Fecha:20/01/2020 |

El proceso de muestreo desarrollado anteriormente se realiza con la periodicidad descrita a continuación.

| <i>Tipo de contador</i> | <i>Periodo de verificación</i> |
|-------------------------|--------------------------------|
| Electricidad | Trienal |
| Sondas de temperatura | Trienal |

La verificación se lleva a cabo con un equipo calibrado según lo expuesto en puntos anteriores, cuyas mediciones se comparan con el contador objeto de verificación.

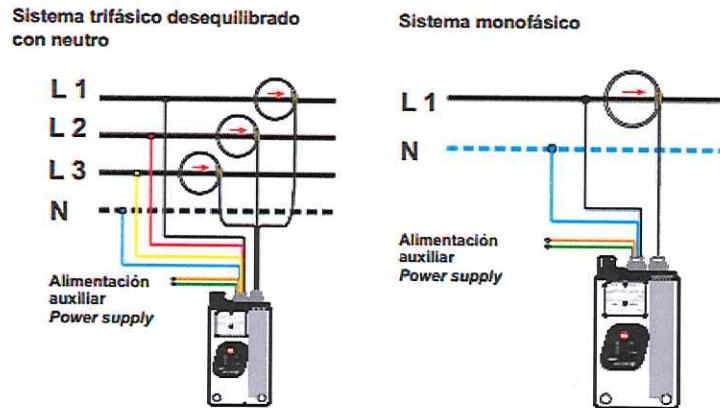
3.6.1. Contadores Eléctricos

Es necesario un analizador de redes registrador que, al menos, sea capaz de medir tantos parámetros como el contador que se quiere verificar (medidor), con una precisión mayor o igual al mismo.

Así como, un nivel para asegurar la posición en que se coloca el patrón, en caso de que sea necesario.

Para la verificación del medidor, se conecta el patrón en la misma línea de alimentación que este ya sea aguas arriba o aguas abajo. Para la conexión del patrón se siguen las indicaciones del manual del equipo y se toman las medidas de seguridad pertinentes.

En la siguiente imagen se muestra esquemáticamente la conexión del patrón a la línea eléctrica sobre la que se pretende realizar la medición.



El tiempo de medida ha de ser el mismo para los dos medidores y las medidas hay que realizarlas a la vez, para asegurarse que las medidas son, exactamente, sobre la misma cantidad de energía en las mismas condiciones.

La duración de la medida es de 1 día de operación habitual de la instalación de forma continua debiéndose obtener para cada uno de estos días al menos 3 medidas del consumo.

Al final de los tres días se obtienen las lecturas de la energía consumida tanto en el medidor como en el patrón. Estos datos se anotan en una de las tablas definidas en el Anexo I con los siguientes campos:

MEDIDAS DE ELECTRICIDAD:

| Medición | Energía patrón (kWh) | Energía medidor (kWh) | E (kWh) | E, % | Nº de mediciones totales | Nº de mediciones con desviación superior al 7,5% totales | % de mediciones con desviación superior al 7,5% totales |
|----------|----------------------|-----------------------|---------|------|--------------------------|--|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |

Donde:

$E = L_{\text{Medidor}} - L_{\text{Patrón}}$

$E, \% = \text{Lectura del medidor menos la lectura del patrón dividido por la lectura del patrón y}$

multiplicado por 100.

$$E_r \% = \frac{L_{\text{Medidor}} - L_{\text{Patrón}}}{L_{\text{Patrón}}} \times 100$$

Se debe comprobar que los errores obtenidos entre las mediciones de medidor y patrón son menores al $\pm 7,5\%$ en al menos el 66% de las medidas y que en ninguna medida se produce una desviación superior a $\pm 15\%$. Estos márgenes son aproximados en base a los criterios de aceptación de la Orden ITC/3747/2006.

Si se da alguna de estas dos posibilidades se debe estudiar las razones de esa desviación, realizando de nuevo las medidas, y si siguen manifestándose estas desviaciones se procede a ajustar el equipo, o a su verificación o reparación por un laboratorio externo.

3.7. Plan de Revisión de Lecturas de Contadores

El Gestor Energético en colaboración con el responsable de mantenimiento, establece una sistemática de verificación de los datos de consumos medidos para aquellos **usos significativos**. Con esta verificación se persigue garantizar un aseguramiento de que los consumos que se están adoptando, son adecuados al funcionamiento de la instalación.

La verificación tiene por objeto validar la correcta facturación de la empresa suministradora, así como corroborar el adecuado estado de los contadores propios instalados.

La sistemática de verificación establecida ha de contemplar los aspectos que a continuación se detallan:

- a) **Periodicidad de la verificación:** El Responsable de mantenimiento establece las frecuencias de comprobación del contador de las compañía suministradora. Las frecuencias han de ser fijas, aunque se deben redefinir cuando ésta no consiga detectar las posibles incidencias con la antelación necesaria.
- b) **Muestra de contadores a verificar:** Se debe tomar una muestra representativa de los contadores a verificar junto con la frecuencia establecida. Para dicho muestreo se debe de establecer un % fijo de contadores a verificar dependiendo de su volumen total, pudiéndose redefinir en función de los resultados y la experiencia.
- c) **Criterios y metodología de verificación de los contadores:** Se debe establecer e implantar un Plan de Revisión de Lecturas de los Contadores. Para realizar estas

comprobaciones se contemplan distintas opciones en función de la casuística de la instalación:

- Si la instalación no dispone de equipos de telemedida:

Se establece una frecuencia de lectura "in situ" de los consumos de contadores asociados a usos significativos para, posteriormente contrastar estas lecturas con las mediciones recogidas en las facturas de la empresa suministradora.

- Si la instalación dispone de equipos de telemedida:

- En el caso de haber sustituido el contador de la empresa suministradora por uno propio, el Gestor Energético establece una frecuencia de lectura "in situ" de los consumos de contadores asociados a usos significativos. Posteriormente se contrastan estos datos con los recogidos en el Sistema de Gestión de Consumos, y con las mediciones recogidas en las facturas de la empresa suministradora.

- En el caso de disponer tanto de contador de la empresa suministradora como de contador propio, el Gestor Energético establece una frecuencia de verificación de los datos recogidos en el Sistema de Gestión de Consumos asociados a usos significativos, contrastándolos con las mediciones recogidas en las facturas de la empresa suministradora.

- d) **Evidencia y resultados de la verificación:** Se debe disponer de evidencias documentadas de las verificaciones realizadas, en el **FPGE 01/04 Plan de Revisión de Lecturas de los Contadores**, órdenes de trabajo, etc., fechando y anotando las observaciones o incidencias derivadas de dichas comprobaciones.

4. REGISTROS Y DOCUMENTOS ASOCIADOS

- Manuales de funcionamiento y/o mantenimiento de los equipos de medición.
- Protocolos de verificación de los equipos de medición.
- Certificados de calibración y/o verificación de los equipos.
- FPGE 03/01 Gestión Equipos de Medida
- Registros asociados al cálculo de la muestra y medidas de contadores de electricidad

- Orden ITC/3747/2006

5. **ANEXOS**

- Anexo I: Tablas de Verificación de Equipos Propios de Control de Consumos.

Anexo I: Tablas de Verificación de Equipos Propios de Control de Consumos

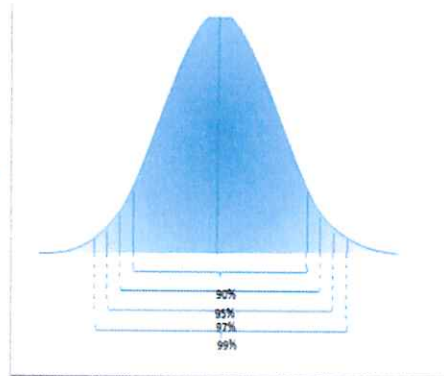
Anexo I: Tablas de Verificación de Equipos Propios de Control de Consumos

Código y Nombre del Centro de Trabajo / Contrato:

Año:

CÁLCULO DE LA MUESTRA:

| | |
|--|--------------|
| Nivel de precisión | 10,0% |
| Tamaño de la población (consumos significativos) | |
| p | 0,8 |
| q | 0,2 |
| Nivel de confianza | 80% |
| Número de muestras | |



$$n = \frac{N * p * q * Z^2}{e^2(N - 1) + p * q * z^2}$$

MEDIDAS DE ELECTRICIDAD:

| Medición | Energía patrón (kWh) | Energía medidor (kWh) | E (kWh) | E, % | Nº de mediciones totales | Nº de mediciones con desviación superior al 7,5% totales | % de mediciones con desviación superior al 7,5% totales |
|----------|----------------------|-----------------------|---------|------|--------------------------|--|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |