

CAPACITACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS NORMALIZADOS EN LA NORMA NMX-J-521/1-ANCE-2005

Ing. Israel Angel Sánchez
Mabe Refrigeradores Celaya y Universidad UNITESBA
Carr. Federal 51 km. 110 poblado ojo seco, Celaya Gto.
+52(461)61-86800 ext. 6642/6643, +52(461)61-83400 tono 6646#
Israel.angel@mabe.com.mx

Resumen: El siguiente trabajo consiste en desarrollar y ejecutar un plan de capacitación para el personal que labora en el laboratorio de ingeniería del producto de mabe Celaya, así como la validación de los sistemas de medición para las 17 pruebas de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005, en las que se desea acreditar el laboratorio de ingeniería por parte de la entidad mexicana de acreditación (ema), utilizando la metodología DMAIC.

1. INTRODUCCIÓN.

Los objetivos principales de este trabajo son los siguientes:

El primero consiste en tener personal con los conocimientos y habilidades para realizar las 17 pruebas de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005 en las que se desea acreditar el laboratorio de ingeniería del producto de mabe Celaya.

Y el segundo consiste en contar con la validación de los sistemas de medición para las 17 pruebas de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005, en las que se desea acreditar el laboratorio de ingeniería del producto de mabe Celaya.

Apoyar con el desarrollo de los puntos 5.2 (personal) y el 5.4.4 (validación de los métodos de prueba), de la parte técnica de la norma NMX-EC-17025-IMNC:2000¹, y continuar con los trámites de la acreditación con la ema.

Para que un producto electrodoméstico pueda ser comercializado en México, éste debe de cumplir con ciertos requerimientos establecidos por la secretaría de economía, uno de los requisitos es que debe de cumplir con las pruebas de seguridad establecidas en las normas NMX, estas pruebas son llevadas a cabo únicamente por laboratorios que cuentan con la acreditación de la ema de su sistema de gestión en la norma NMX-EC-17025-IMNC:2000, con la

competencia técnica en la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005.

El laboratorio de ingeniería del producto de mabe Celaya está buscando la acreditación por parte de la entidad mexicana de acreditación (ema) de su sistema de gestión basado en la norma NMX-EC-17025-IMNC:2000, con la competencia técnica en la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005; como el laboratorio no tiene personal con las habilidades y conocimientos en la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005, no puede seguir con los trámites de la acreditación.

Al no poder continuar con el proceso de la acreditación la empresa de mabe refrigeradores Celaya sigue contratando los servicios de otros laboratorios que cuentan con la acreditación de la ema en la norma NMX-EC-17025-IMNC:2000, con la competencia técnica en la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005, para que evalúen los productos manufacturados en mabe Celaya y los puedan comercializar en la República Mexicana, por lo que la compañía se está enfrentando a los siguientes problemas:

1. el costo del transporte para el traslado de las unidades de prueba al laboratorio contratado para realizar las pruebas.
2. los gastos de viáticos del personal de mabe Celaya que tiene que ir al laboratorio donde se está evaluando el producto para darle seguimiento a las evaluaciones.
3. tiempos de entrega de los resultados muy largos debido a la carga de trabajo del laboratorio contratado.

¹ Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C. , NMX-EC 17025-IMNC-2000 (ISO/IEC 7025:1999), Requisitos Generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibraciones, 1ra Ed. México D.F. Diciembre 2000, 16,17,18,19,20,21,22,23,24 P.

4. Pérdida de mercado de electrodomésticos en el mercado nacional por el lanzamiento tardío de nuevos productos, ocasionado por los retrasos en los resultados de prueba por parte de los laboratorios contratados.

2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA Y DESARROLLO.

Se utilizó la metodología DMAIC² para el desarrollo de este trabajo.

DMAIC es una metodología desarrollada por Edgard Deming, la cual sirve para llevar a cabo proyectos de mejora continua que ayuden a reducir los defectos, y problemas; la metodología DMAIC se compone de cinco fases que son: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Definir: es la primer fase en el proceso. En esta fase, es importante definir objetivos concretos en el logro de resultados que son consistentes con las demandas tanto de su cliente y la estrategia de su negocio propio. En esencia, se establece una hoja de ruta para la realización.

Medida: A fin de determinar si los defectos se han reducido, es necesaria una medición de base. En esta fase, las medidas exactas deben hacerse y los datos pertinentes deben ser recogidos de manera que las futuras comparaciones pueden ser medidas para determinar si los defectos se han reducido.

Análisis: El análisis es muy importante para determinar las relaciones y los factores de causalidad. Si usted está tratando de entender cómo solucionar un problema, causa y efecto es muy necesario y debe ser considerado.

Mejorar: Introducción de mejoras o la optimización de sus procesos basados en mediciones y análisis pueden asegurar que los defectos se reducen y los procesos se agilizan.

Control: Esta es la última fase en la metodología DMAIC. Control garantiza que todas las diferencias se destacan y se han corregido antes de que puedan influir en un proceso negativo que causa defectos.

Sin embargo, la medición continua y el análisis deben derivarse para mantener los procesos en curso y libre de defectos por debajo del límite de seis sigma.

Otras herramientas utilizadas fueron las siguientes:

Es No-es, diagrama de árbol: el objetivo de esta herramienta es ayudar a declarar la situación del problema de una manera clara y concisa, que nos permita convertir la declaración del problema en un proyecto de cambio, y consiste básicamente en responder preguntas lógicas sobre la situación del problema.

Identidad: que es y que no es, quien tiene y quien no tiene.

Ubicación: donde es y donde no es, como es y como no es.

Tiempo: cuando es y cuando no es, desde cuando es y desde cuando no es.

Magnitud: cuanto es y cuanto no es.

El Diagrama Causa-Efecto: es llamado usualmente diagrama de "Ishikawa" porque fue creado por Kaoru Ishikawa y ayuda a identificar las causas potenciales del problema.

Gráficamente está constituida por un eje central horizontal que es conocida como "línea principal o espina central". Posee varias flechas inclinadas que se extienden hasta el eje central, al cual llegan desde su parte inferior y superior, según el lugar adonde se haya colocado el problema que se estuviera analizando o descomponiendo en sus propias causas o razones. Cada una de ellas representa un grupo de causas que inciden en la existencia del problema. Cada una de estas flechas a su vez son tocadas por flechas de menor tamaño que representan las "causas secundarias" de cada "causa" o "grupo de causas del problema".

Estudios de repetibilidad y reproducibilidad (Gage R&R)³: Para la validación de los sistemas de medición de las 17 pruebas de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005, en las que se desea acreditar el laboratorio de ingeniería de producto de mabe Celaya.

² Dr. Marry, Mikel, Herramienta seis sigma, Rev. 2.3, México D.F. Julio 2007, Ed. 2007. 6,7,8,9,10,11,12,13,14,35,36,37.

³ Measurement System Analysis Reference Manual AIAG ©1994.

El estudio de reproducibilidad y repetibilidad (Gage R&R) es un método utilizado para el análisis de los sistemas de medición, determinando la variación (error), cuando se está midiendo algo y poder identificar las fuentes de variación que están influenciando en los resultados de las mediciones del sistema.

Repetibilidad.

La repetibilidad es la variación del equipo la variación en las mediciones atribuible a un instrumento de medición cuando es utilizado varias veces por un operador para medir características idénticas en la misma parte, ver figura 1.

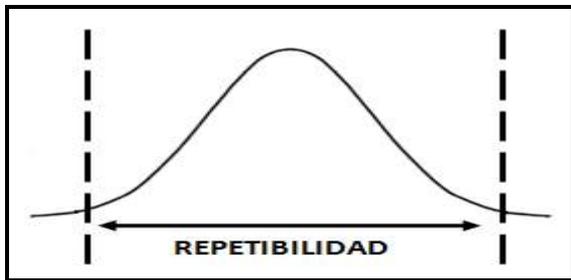


Fig 1. Gráfica representativa de la repetibilidad.

Reproducibilidad.

La reproducibilidad es la variación del operador la podemos describir como la variación en mediciones atribuible a diferentes operadores utilizando el mismo instrumento de medición para medir la misma característica, en la misma parte.

La reproducibilidad puede expresarse como la concordancia en el promedio de las mediciones obtenidas cuando dos o más personas usan el mismo instrumento para medir las mismas partes, ver figura 2.



Fig. 2. Gráfica representativa de la reproducibilidad.

Definir.

El laboratorio de ingeniería del producto requiere tener validados los sistemas de medición de las 17 pruebas en las que se desea acreditar, por lo que necesita contar con el personal con las habilidades {por lo que el personal requiere contar con las habilidades y conocimientos en la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005⁴.

Los objetivos del trabajo son los siguientes:

Tener personal con los conocimientos y habilidades para realizar las 17 pruebas de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005 en las que se desea acreditar el laboratorio de ingeniería del producto de mabe Celaya.

Tener validados los sistemas de medición de las 17 pruebas de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005, en las que se desea acreditar el laboratorio de ingeniería del producto de mabe Celaya.

Apoyar con el desarrollo de los puntos 5.2 (personal) y el 5.4.4 (validación de los sistemas de medición), de la parte técnica de la norma NMX-EC-17025-IMNC:2000, y pueda seguir con los trámites de la acreditación por parte de la ema.

Medición.

La línea base del laboratorio de ingeniería del producto de mabe Celaya es el siguiente: Personal del laboratorio de ingeniería del producto con el conocimiento de las 17 pruebas de la norma NOM-003 (NMX-J-521/1-ANCE-2005) = 0

Personal con habilidades y conocimientos en la norma (NMX-J-521/1-ANCE-2005)	
Nombre	Estatus
Israel Angel Sánchez	Sin habilidades y conocimientos
Juan Manuel Hernández Aguilar	Sin habilidades y conocimientos
Carlos Andrés Barrón Valle	Sin habilidades y conocimientos
Francisco Arellano Tinajero	Sin habilidades y conocimientos

Fig. 3. Tabla ilustrativa del personal sin los conocimientos y habilidades en la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005.

⁴ Asociación de Normalización y Certificación, A.C., NORMA Mexicana ANCE Aparatos Electrodomésticos y similares, seguridad parte 1 Requisitos Generales (NMX-J-521/1-ANCE-2005), México D.F. Agosto 2005, toda la norma.

De las 17 pruebas en las que se desea acreditar el laboratorio de ingeniería no se cuenta con la validación de los sistemas de medición de ninguna de ellas.

Pruebas (NMX-J-521/1-ANCE-2005)	
Descripción	Estatus
Clasificación	Sin validación
Marcado e instrucciones	Sin validación
Protección contra accesibilidad a partes vivas	Sin validación
Potencia de entrada y corriente	Sin validación
Calentamiento	Sin validación
Corriente de fuga y rigidez dieléctrica a temperatura de operación	Sin validación
Resistencia a la humedad	Sin validación
Corriente de fuga y rigidez dieléctrica a temperatura de operación	Sin validación
Operación anormal	Sin validación
Estabilidad y riesgos mecánicos	Sin validación
Resistencia mecánica	Sin validación
Construcción	Sin validación
Cableado interno	Sin validación
Conexión a la alimentación y cordones flexibles externos	Sin validación
Terminales para conductores externos	Sin validación
Provisión para puesta a tierra	Sin validación
Tornillos y conexiones.	Sin validación

Fig. 4. Tabla del listado de pruebas de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005,

Descripción	Línea base
Número de personal con los conocimientos y habilidades en la norma NMX-J-521/14-ANCE-2005.	0
Número de pruebas acreditadas en la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005 en el laboratorio de Ingeniería	0

Fig. 5. Tabla de los resultados de la línea base del laboratorio de ingeniería para las 17 pruebas de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005 y personal con los conocimientos y habilidades en la norma.

Análisis.



Fig. 6. Diagrama causa-efecto para el problema de sistemas de medición sin validación.

Principales causas detectadas son la falta de capacitación en la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005.

Falta de instructivos de operación.

Falta de equipo adecuado para la realización de las evaluaciones de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005.

Mejora.

Se llevó a cabo una capacitación para el personal del laboratorio de ingeniería en la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005.

La capacitación incluyó una sesión de entender y comprender la norma por lo que se contrató los servicios de una persona experta en la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005, después se apoyó al personal de mabe tecnología y proyectos en la evaluación de las pruebas.

Se adquirió el equipo adecuado para llevar a cabo las 17 pruebas de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005.

Se elaboró un instructivo de preparación y ejecución de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005.

Se realizaron las validaciones de los sistemas de medición de los 17 métodos de prueba de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005.

El primer paso de las validaciones consistió en seleccionar a los operadores que fueron las personas que tomaron la capacitación en la norma

NMX-J-521/1-ANCE, los operadores fueron los siguientes:

Operador uno: Israel Angel Sánchez.
 Operador dos: Juan Manuel Hernández Aguilar.
 Operador tres: Carlos Andrés Barrón Valle.

En el segundo paso se deben de seleccionar 10 muestras que representen el proceso, en el cual se deben de incluir partes buenas y partes malas.

El tercer paso es identificar cada una de las muestras para que los operadores no se confundan al llevar a cabo las mediciones de las muestras.

El cuarto paso consiste en llevar a cabo las mediciones de acuerdo con el instructivo de operación, las mediciones deben ser tomadas en dos ocasiones para cada una de las muestras y por cada operador.

Se conecta el aparato al equipo de prueba y se le aplica una tensión de prueba de 134.7 V por espacio de 1 minuto.



Fig. 7. Fotografía del equipo de medición.

El quinto paso es realizar el análisis de los resultados a través del software MINITAB.

En la tabla de la figura 9 podemos observar que de acuerdo con los resultados obtenidos mediante el método ANOVA, podemos decir con al menos un 95 % de confianza, los operadores no contribuyen significativamente a la variación debido a que se obtuvo un valor $p=0.18855$ que es mayor a 0.05, también la interacción entre las muestra y los operadores no son significativas debido a que se obtuvo un valor $p=0.68753$ y es mayor al 0.05, toda

la variación es atribuida a las muestras, y no al sistema de medición.

Source	DF	SS	MS	F	P
Muestra	9	399304	44367.1	2481.01	0.00000
Operador	2	66	32.8	1.83	0.18855
Operador*Muestra	18	322	17.9	0.80	0.68753
Repeatability	30	672	22.4		
Total	59	400364			

Fig. 8. Tabla de resultados del ANOVA realizada en el software de MINITAB.

En la tabla de la figura 10, podemos observar que el sistema de medición es confiable para determinar si se acepta o rechaza el producto, debido a que el % de tolerancia nos dio del 0.68 % y se encuentra por debajo del 30 %.

El sistema de medición es adecuado para usarlo como estudio de proceso debido a que el porcentaje del estudio de variación dio 5.36 % y se encuentra por debajo del 30 %.

El sistema de medición tiene la suficiente resolución para tomar decisiones relacionadas con el proceso, debido a que éste identifica 26 categorías distintivas.

Source	%Contribution	%Study Var	%Tolerance
Total Gage R&R	0.29	5.36	0.68
Repeatability	0.28	5.29	0.67
Reproducibility	0.01	0.90	0.11
Operator	0.01	0.90	0.11
Part-To-Part	99.71	99.86	12.65
Total Variation	100.00	100.00	12.67

Number of Distinct Categories = 26

Fig. 9. Tabla de resultados del Gage R&R de la prueba de fuga de corriente a la temperatura de funcionamiento.

Interpretación de la gráfica de control para los datos en modo NORMAL.

Como se puede observar en la gráfica de la figura 11, la mayoría de los puntos están fuera de control, esto indica que los operadores distinguen las piezas diferentes.

En la Gráfica de Rango, la mayoría de los puntos se encuentran bajo control, esto indica que existen

pocos valores fuera de lo común entre las pruebas de medición.

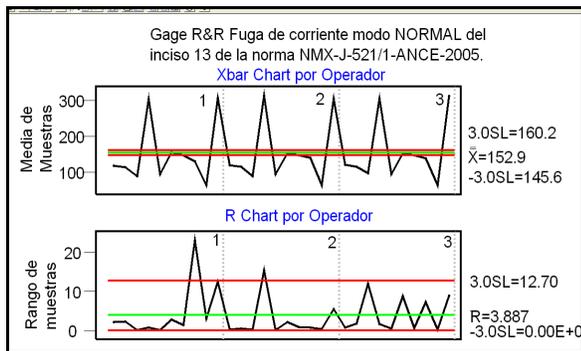


Fig. 10. Gráfica de control realizada por el software de MINTAB.

Interpretación de componentes de variación para los datos en modo NORMAL.

Como se puede apreciar en la gráfica de la figura 12, el % del Gage R&R, el % de la repetibilidad y el % de la reproducibilidad se encuentran por debajo del 30 % por lo que el sistema de medición es adecuado para llevar a cabo las pruebas, además de que el sistema de medición es aceptable para aplicaciones de aceptación de producto y de toma de decisiones de control de proceso.

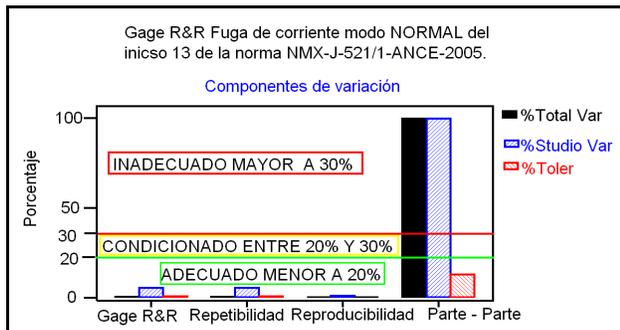


Fig. 11. Gráfica de los componentes de variación realizada por el software de MINTAB

Interpretación de la gráfica de puntos por operador para los datos en modo NORMAL.

En la gráfica de la figura 13, se observa que los promedios de las mediciones del operador 1, 2 & 3 son prácticamente las mismas, también podemos ver que a los operadores 2 y 3 tienen la misma dispersión entre sus mediciones, por lo que podemos establecer con un 95 % de confianza que la contribución de los operadores a la variación de la

medición no es significativa debido a que el valor de p del ANOVA fue mayor a 0.05.

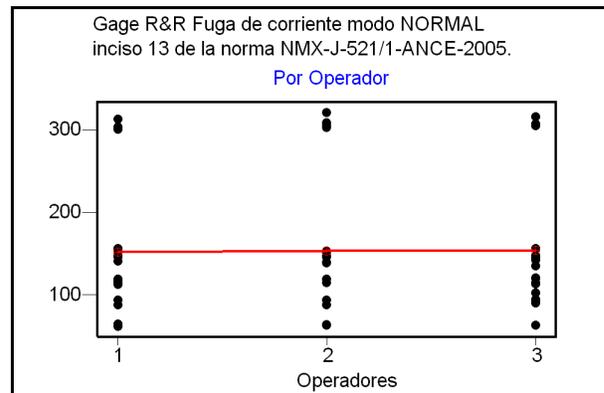


Fig. 12. Gráfica de puntos por operador realizada por el software de MINTAB.

Interpretación de la gráfica de puntos por muestra para los datos en modo NORMAL.

En la gráfica de la figura 14, se puede ver que las partes difieren de la fuga de corriente debido a que se tomaron partes buenas y partes malas para representar la variación del proceso, también podemos observar que la variación de las muestras 3, 4 y 8 es mayor que el del resto de las muestras. Las partes no contribuyen significativamente a la variación de la medición, debido a que la variación de parte a parte es resultado de la variación del proceso, no del sistema de medición.

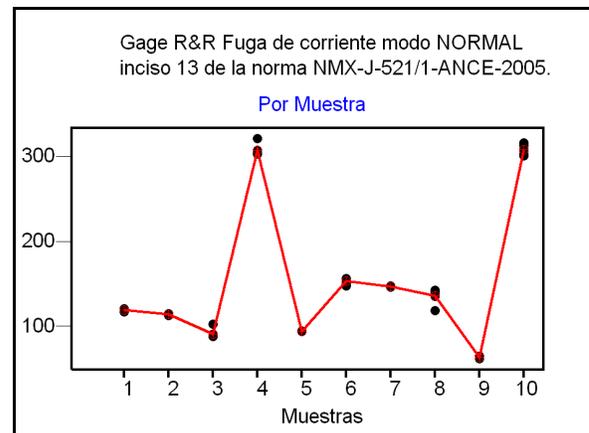


Fig. 13. Gráfica de puntos por muestra realizada por el software de MINTAB.

Interpretación de la gráfica de la interacción del operador con la muestra para los datos en modo NORMAL.

En la grafica de la figura 15 se muestra como los operadores concuerdan con su medición en cada parte, por lo que podemos establecer con un 95 % de confianza que la contribución de los operadores a la variación de la medición no es significativa debido a que el valor de p del ANOVA fue mayor a 0.05.

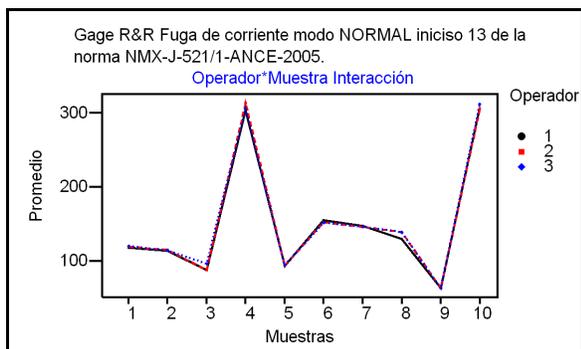


Fig. 14. Gráfica de ínter comparación de los operadores vs las muestras realizada por el software de MINITAB.

Control.

Los controles que establecimos son los siguientes:

Auditorias semestrales internas en base a la Norma (NMX-J-521/1-ANCE-2005).

Auditorias anuales externas en base a la Norma (NMX-J-521/1-ANCE-2005).

Cuando se detecte una no conformidad, en alguna de las auditorias realizadas por personal interno o externo, referente a la capacidad técnica, se debe de realizar un análisis para identificar y entender el problema, una vez que se ha definido el problema, se hace una reunión donde se encuentra la persona involucrada, la persona que detectó la no conformidad, y el coordinador del laboratorio, para retroalimentar a la persona a la que le fue levantada la no conformidad, explicándole la causa de la no conformidad; lo que se busca con este sistema es el de mantener un circulo de mejora continua.

Se deben de llevar validaciones de las 17 pruebas cada año, para mantener confiable el sistema de medición.

3. RESULTADOS

Se logró capacitar a cuatro personas del laboratorio de ingeniería del producto.

Personal con habilidades y conocimiento en la norma (NMX-J-521/1-ANCE-2005)	
Nombre	Estatus
Israel Angel Sánchez	Con habilidades y conocimientos
Juan Manuel Hernández Aguilar	Con habilidades y conocimientos
Carlos Andrés Barrón Valle	Con habilidades y conocimientos
Francisco Arellano Tinajero	Con habilidades y conocimientos

Fig. 15. Tabla ilustrativa del personal con los conocimientos y habilidades en la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005.

Se validaron las 17 pruebas de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005.

Pruebas (NMX-J-521/1-ANCE-2005)		
Descripción	Estatus	Próxima validación
Clasificación	Validado	2010-11-02
Marcado e instrucciones	Validado	2010-11-02
Protección contra accesibilidad a partes vivas	Validado	2010-11-02
Potencia de entrada y corriente	Validado	2010-11-02
Calentamiento	Validado	2010-11-02
Corriente de fuga y rigidez dieléctrica a temperatura de operación	Validado	2010-11-02
Resistencia a la humedad	Validado	2010-11-02
Corriente de fuga y rigidez dieléctrica a temperatura de operación	Validado	2010-11-02
Operación anormal	Validado	2010-11-02
Estabilidad y riesgos mecánicos	Validado	2010-11-02
Resistencia mecánica	Validado	2010-11-02
Construcción	Validado	2010-11-02
Cableado Interno	Validado	2010-11-02
Conexión a la alimentación y cordones flexibles externos	Validado	2010-11-02
Terminales para conductores externos	Validado	2010-11-02
Provisión para puesta a tierra	Validado	2010-11-02
Tornillos y conexiones.	Validado	2010-11-02

Fig. 16. Tabla ilustrativa de los métodos validados.

Resumen de los resultados		
Descripción	Antes	Después
Número de personal con los conocimientos y habilidades en la norma NMX-J-521/14-ANCE-2005.	0	4
Número de pruebas acreditadas en la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005 en el laboratorio de Ingeniería	0	17

Fig. 17. Tabla comparativa de resultados entre el antes y después de la realización del trabajo.

4. CONCLUSIONES

Al utilizar la metodología DMAIC, en el desarrollo de este proyecto, nos dejó una enseñanza, que esta metodología es muy sencilla y altamente confiable, debido a que ayudó a entender el problema, así como identificar las principales variables que estaban afectando al problema, y que los esfuerzos se enfocaran a ellos únicamente.

Con el trabajo realizado se logró alcanzar los objetivos planteados al inicio del trabajo.

Se logaron validar los sistemas de medición de las 17 pruebas de la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005.

Se alcanzó el objetivo de tener en el laboratorio de ingeniería, personal con las habilidades y conocimientos en la norma NMX-J-521/1-ANCE-2005. (Cuatro personas).

Se logró aportar, con evidencia, para el cumplimiento de los inciso 5.1 y 5.4 de la parte técnica de la norma ISO/IEC 17025 (NMX-EC-17025-IMNC:2000).

AGRADECIMIENTOS

Ing. Hugo Hernández Tapia, catedrático de la Universidad UNITESBA y jefe de la Unidad de Metrología de CRODE-Celaya, por su asesoramiento en el desarrollo de este trabajo.

Ing. Francisco Arellano Tinajero, por permitir participar en este evento.

Instituto de Estudios Superiores del Bajío (ITESBA), por proporcionarme los conocimientos necesarios para llevar a cabo este trabajo.

Mabe Refrigeradores Celaya por permitir la difusión de la información.

REFERENCIAS

[1] Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C. , NMX-EC 17025-IMNC-2000 (ISO/IEC 7025:1999), Requisitos Generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibraciones, 1ra Ed. México D.F. Diciembre 2000, 16,17,18,19,20,21,22,23,24 P.

[2] Dr. Marry, Mikel, Herramienta seis sigma, Rev. 2.3, México D.F. Julio 2007, Ed. 2007. 6,7,8,9,10,11,12,13,14,35,36,37.

[3] Measurement System Analysis Reference Manual AIAG ©1994.

[4] Asociación de Normalización y Certificación, A.C., NORMA Mexicana ANCE Aparatos Electrodomésticos y similares, seguridad parte 1 Requisitos Generales (NMX-J-521/1-ANCE-2005), México D.F. Agosto 2005, 1 P.