

## ESTRATEGIA DE MEJORA EN LA CALIDAD Y SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### STRATEGY FOR IMPROVING QUALITY AND SAFETY IN ELECTRICAL INSTALLATIONS

Martha Elia García Reboloso<sup>1</sup>

Karina Vega García<sup>2</sup>

Roxana Colunga Jaime<sup>3</sup>

Arturo Torres Bugdud<sup>4</sup>

Jesús Eduardo Mares Salas<sup>5</sup>

#### RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo mostrar una estrategia clara para el cumplimiento de la norma NOM-001-SEDE-2012, enfocada en la seguridad de instalaciones eléctricas en la ampliación de un edificio que lleva acabo la empresa EQUIPOS Y SERVICIOS HERMAR ubicada en la calle De Las Rosas 620 en Allende, Nuevo León. La metodología que se utilizó para obtener los datos de análisis consiste en método cualitativo, principalmente se utilizaron hojas de verificación como herramienta de la calidad, diagrama de Pareto, histograma y diagrama de Ishikawa. Se llevó a cabo un análisis con la elaboración de datos descriptivos, estos resultados permitirán conocer el porcentaje de cumplimiento de la norma. En conclusión, este documento presenta la comparativa del antes y después de los resultados donde se muestra que la metodología aplicada, impacta de manera positiva en el cumplimiento de la seguridad en las instalaciones eléctricas ya que aplicando la estrategia se cumplió con la norma NOM-001-SEDE-2012.

**Palabras clave:** Calidad, norma, seguridad, instalaciones eléctricas.

**Fecha de recepción:** 26 de mayo, 2020.

**Fecha de aceptación:** 17 de julio, 2020.

---

<sup>1</sup> Profesora de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [megarcia62@hotmail.com](mailto:megarcia62@hotmail.com)

<sup>2</sup> Profesora de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [ari\\_vg@hotmail.com](mailto:ari_vg@hotmail.com)

<sup>3</sup> Profesora de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [roxanacolunga@gmail.com](mailto:roxanacolunga@gmail.com)

<sup>4</sup> Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [atorres85@hotmail.com](mailto:atorres85@hotmail.com)

<sup>5</sup> Ingeniero Mecánico Electricista de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [lalonmareson@gmail.com](mailto:lalonmareson@gmail.com)

## ABSTRACT.

The present article has the objective to show a clear strategy to apply and comply the Mexican norm NOM-0001-SEDE-2012, focused in electrical installation's safety in the extension of a building, performed by the company EQUIPOS Y SERVICIOS HERMAR located in De Las Rosas 620, Allende, Nuevo Leon. The methodology used to obtain the data for analysis consists in the qualitative method, using mainly verification sheets as quality tool, Pareto diagrams, histograms, and Ishikawa diagrams. Also it was realized an analysis with the elaboration of descriptive data, these results will allow to know the percentage of comply of the norm. In conclusion, this document presents the comparative between before and after the results where it is shown that the methodology applied, positively impacts compliance of safety in electrical installations.

**Keywords:** Quality, norm, safety, Electrical installations.

## INTRODUCCIÓN

En el presente artículo pretende observar el cumplimiento de la norma para un servicio de ampliación del sistema eléctrico de un edificio que lleva a cabo la Empresa EQUIPOS Y SERVICIOS HERMAR, en el cual se aplicara la norma oficial mexicana en instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-2012, que especifica las disposiciones técnicas que deben cumplir las instalaciones eléctricas. Este instrumento normativo incrementa la seguridad en el uso de la energía eléctrica.

La ampliación de un edificio en instalaciones eléctricas será el objeto de estudio, donde se aplicará la NOM-001-SEDE-2012 en el diseño de un edificio, se utilizará para cumplimiento de la calidad y estandarización, su apego a la norma y el porcentaje de acatamiento que se toma en cuenta, contra el criterio del diseño establecido.

La problemática se encuentra en el diseño señalado no cumple al 100%, con la normatividad establecida por la NOM-001-SEDE-2012, enfocada a la seguridad de las instalaciones eléctricas. En el libro Control de Calidad Total, (Fiegenbaum, 1983) enfatiza la importancia del control de calidad estadístico utilizado en los gráficos de control y métodos de muestreo. También hace hincapié en la importancia del control-material entrante y el control de nuevo diseño.

Se requiere un diseño eléctrico que será el campo de aplicación del presente artículo, en donde se tendrá que calcular la ampacidad del cableado, interruptores electromagnéticos, capacidad del transformador según la cantidad de carga instalada en el edificio. A su vez se analizaron las diferentes herramientas de calidad que se podrían aplicar a dicho problema, eligiendo como la más apropiada la hoja de verificación para ver el cumplimiento de la NOM en la instalación eléctrica. Esta metodología aplicada adecuadamente logro validar el cumplimiento de la norma alcanzando el objetivo del proyecto.

En su libro, Fuera de la crisis, Deming (1986) afirma que 'La falta de gestión para planificar el futuro y prever problemas han dado lugar a pérdida de mano de obra, de los materiales y de la máquina en tiempo, todos los cuales elevan el costo y el precio. Por lo anterior, en el presente artículo se expone la justificación, la metodología experimental, discusión de resultados, conclusiones y recomendaciones del cumplimiento de la NOM-001-SEDE-2012.

## JUSTIFICACIÓN

Debido a que las estaciones eléctricas en los edificios se consideran como riesgo cuando no, son aplicadas las normas de seguridad al 100% (Hinze y Applegate, 1991; Agarwal y Everett, 1997). Los costes indirectos asociados con accidentes de construcción incluyen el costo del tiempo perdido por los trabajadores lesionados, pérdida de productividad, pérdida de tiempo de supervisión, disminución de la moral de la mano de obra, por otro lado investigadores tales como (Picard, 1998, 2000) Jergeas et al (2000) nos menciona que la falta de administración de la construcción que estos costos no, tienen en cuenta las pérdidas debidas a retrasos en el programa, costas procesales y otros costos intangibles de nula calidad. Claramente, la mala calidad del trabajo y las condiciones de trabajo inseguras tienen mil millones de costos de dólares a las empresas constructoras, propietarios y el público en general, mientras que causan sufrimientos innecesarios a trabajadores de la construcción y sus familias. Requerimos establecer lineamientos y sistemas integrados de gestión de la seguridad y la calidad podría ser una forma innovadora para mejorar la seguridad y la calidad en la construcción, para que las instalaciones eléctricas ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y las propiedades, este proyecto podrá verificar de antemano si cumple o no cumple con una instalación segura apegándola a la NOM-001-SEDE-2012.

La Norma NOM-001-SEDE-2012 especifica las disposiciones de carácter técnico que deben cumplir las instalaciones eléctricas del país. Los cambios y modificaciones actualizan este instrumento normativo para incrementar la seguridad en el uso de la energía eléctrica.

La calidad se ha convertido en una herramienta que proporcionar una retroalimentación continua de los sistemas de producción y de organización (Aly y Elshennawy, 2003).

Así mismo como dato adicional, en México seis de cada diez productos eléctricos no están regulados. Se destacan extensiones eléctricas, multicontactos, luces decorativas y placas para apagadores y contactos (Eléctrico, 2017). Forbes (2001) define como la calidad de 'conformidad con los requisitos establecidos', y la calidad relacionada con el rendimiento con respecto a la productividad, seguridad y puntualidad

La calidad de la energía es un término utilizado para referirse al estándar de calidad que debe tener el suministro de corriente alterna en las instalaciones eléctricas, en términos de tensión, voltaje constante, forma de onda sinusoidal y frecuencia constante.

Para llevar a cabo esta labor, una de las herramientas que fue utilizada es la Hoja de Verificación, que consiste en un formato de tabla, destinado a registrar y compilar datos mediante un método sencillo y sistemático, como la anotación de marcas asociadas a la frecuencia de determinados sucesos. Esta técnica de almacenamiento de datos se toma de manera que su uso sea fácil e interfiera lo menos posible con la actividad de quien realiza el registro. Es un formato construido especialmente para recabar datos de una manera adecuada y sistemática, de tal manera que su registro sea fácil para analizar la manera en que los principales factores que intervienen influyen en una situación o problema específico.

Por ello la necesidad anteriormente señalada que permitirá observar el cumplimiento de la aplicación de la norma.

## METODOLOGÍA

La investigación tiene un alcance cualitativo, con una elaboración de datos descriptivos. El campo de aplicación de esta problemática es la observación de cumplimiento de la NOM-001-SEDE-2012 en la ampliación de un edificio a cargo de la empresa HERMAR, enfocada en la seguridad de las instalaciones eléctricas. La investigación cualitativa como un "proceso de investigación de la comprensión de un problema social o humano, basado en la construcción de un cuadro complejo,

holístico, formado con las palabras, las vistas de informes detallados de los informantes, y llevó a cabo en un entorno natural” (Creswell, 1994) y de acuerdo con (Denzin, 2008) un enfoque cualitativo de investigación se sitúa en un contexto y localiza al observador en el mundo; que consiste en un conjunto de prácticas interpretativas, materiales que hacen que el mundo sea visible: “Las prácticas de transformar el mundo”. La investigación cualitativa estudia experiencias de las personas en su entorno natural.

Ishikawa (1985), logró definir una filosofía técnica que forma parte de la calidad, a éstas se les llamó las siete herramientas estadísticas de la administración para el análisis de problemas, se emplearon en el Diagrama de Pareto, Histograma, Diagrama de Ishikawa y las Hojas de Verificación que proporcionará la observación del porcentaje cumplimiento de la norma y así se busca fortalecer la seguridad de la instalación eléctrica, así como cuidar la integridad de las personas que la usaran en un futuro, con la ayuda de herramientas de la calidad, esto ayudará que la instalación dure más años y sea más confiable.

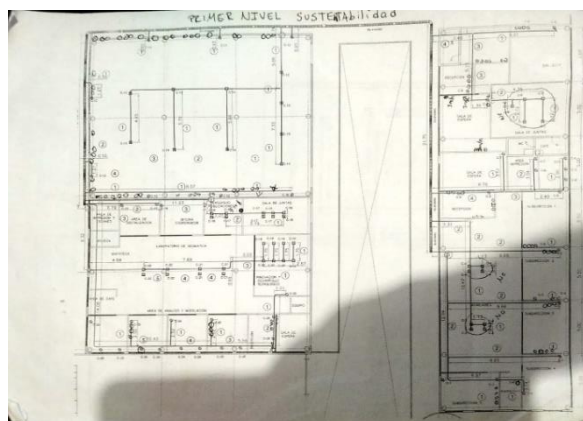
El objeto de estudio es la ampliación de un edificio en instalaciones eléctricas que se valida con el apoyo de la metodología de Hojas de Verificación, en el estudio de investigación se planteó como hipótesis: ¿Si aplicamos las NOM-001-SEDE-2012, SE LOGRARÁ UN DISEÑO apropiado y más seguro de acuerdo con el porcentaje de aplicación de la NOM-001-SEDE-2012 ?, si se aplica esta tabla de verificación se logrará la corrección de cálculos, los cuales mejorarán la calidad del trabajo, así como la seguridad de la instalación eléctrica en su totalidad, ya que los conductores serán cubiertos por su totalidad de ampacidad logrando soportar de manera óptima el amperaje. Con la implementación de esta metodología, se observará el porcentaje de cumplimiento de la norma.

Se establecieron como objetivos de la investigación que la aplicación de la propuesta de mejora permita los resultados siguientes:

- ✓ Lograr la implementación de la NOM-001-SEDE-2012.
- ✓ Aumentar la seguridad de la instalación eléctrica.
- ✓ Implementar una herramienta de la calidad para la resolución del problema

En este artículo se presenta la ampliación de un edificio en construcción. En el diseño de ingeniería de la instalación eléctrica, el edificio tiene 2 niveles y condensadoras, En dichos niveles se hará el cálculo de calibres de alimentadores para los distintos tableros de cargas, así como el transformador de la subestación que se pondrá en dicho establecimiento.

El diagrama a continuación permite ver el diseño de los edificios en las figuras 1 y 2:



**Figura 1. Planos del primer nivel del edificio 1**

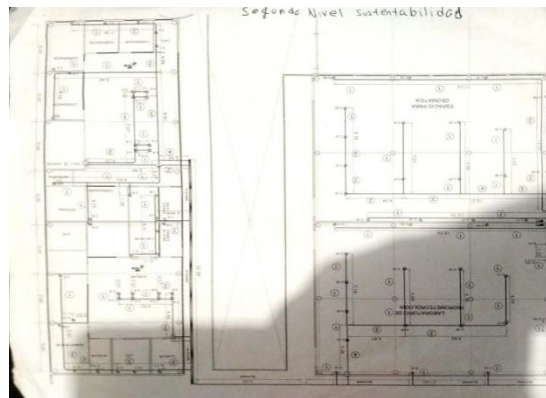


Figura 2. Planos del segundo nivel del edificio 1.

En dichos niveles se hará el cálculo de calibres de alimentadores para los distintos tableros de cargas, así como el transformador de la subestación que se pondrá en dicho establecimiento, protecciones, etc.

### Aplicación de las herramientas de calidad

En esta sección se utilizarán diferentes herramientas enfocadas al área de calidad de instalaciones eléctricas, con el fin de verificar el cumplimiento de la norma específica mexicana NOM-001-SEDE-2012.

En su Artículo “La evaluación de la enseñanza y el aprendizaje” (Goetsch, 2005) indica que un sistema de gestión de calidad se compone de todas las “políticas de la organización, procedimientos, planes, recursos, procesos, y la delimitación de la responsabilidad y la autoridad, todos ellos destinados deliberadamente a la consecución de productos o servicios niveles de calidad consistente con el cliente satisfacción y objetivos de la organización”. Y (Harman, 2000) sostiene que “Las buenas prácticas de gestión requiere que todas las instituciones deben disponer de planes de aseguramiento de la calidad”.

### Diagrama de Ishikawa

En el siguiente diagrama de Ishikawa, figura 3, se puede apreciar las causas:

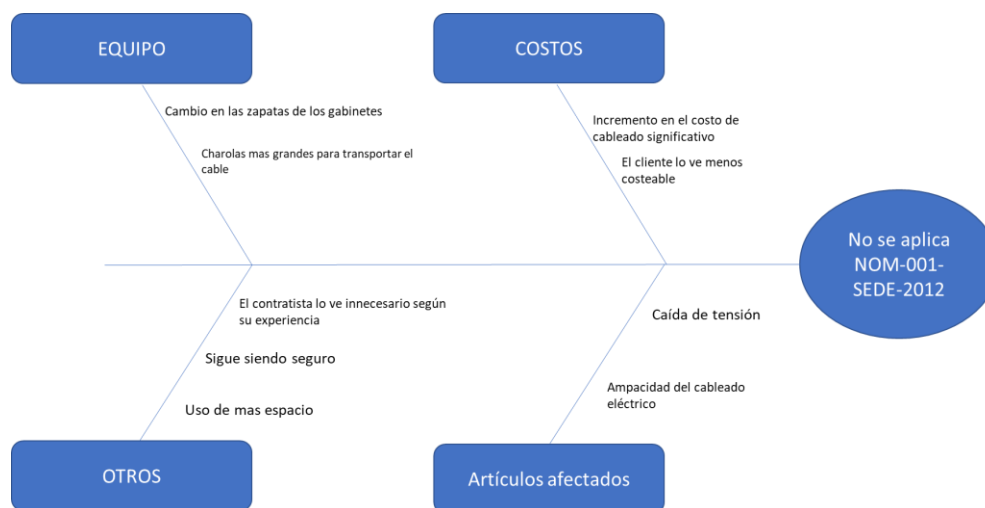


Figura 3. Diagrama de Ishikawa.

## Diagrama de Pareto

La frecuencia del uso de los artículos de la norma en la instalación eléctrica se puede observar en el diagrama de Pareto siguiente, figura 4, y al aplicar la norma al 100% se tiene el diagrama de la figura 5:

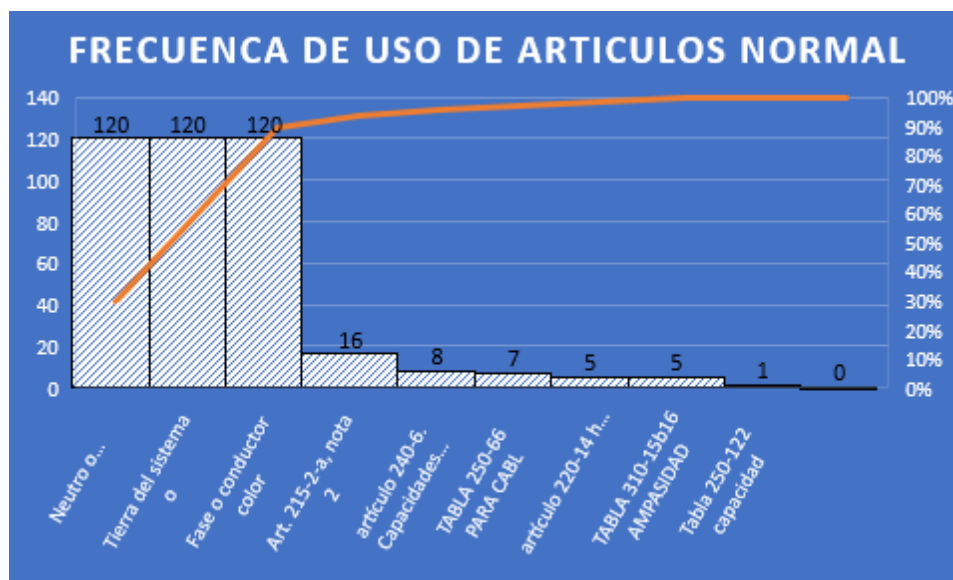


Figura 4. Frecuencia de uso de artículos normal

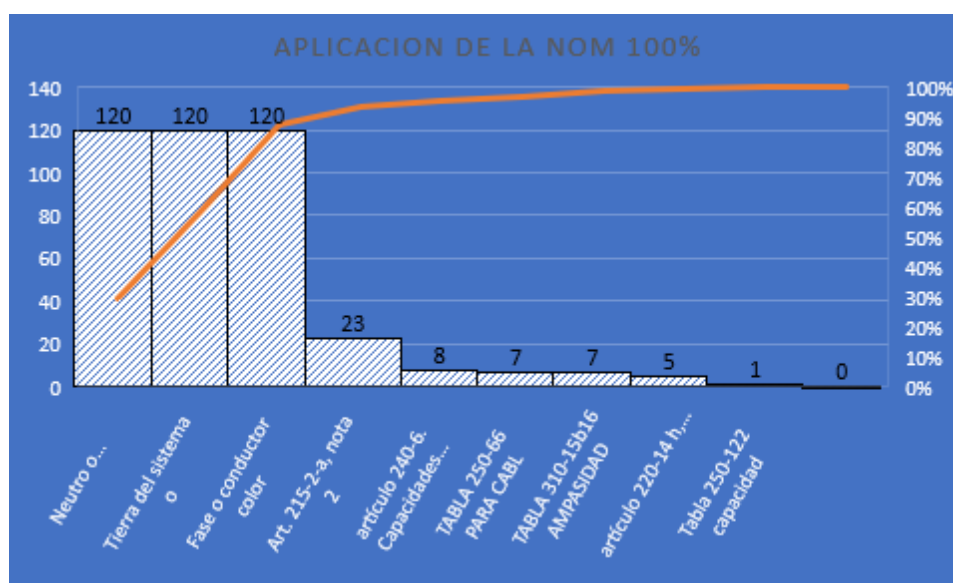


Figura 5. Aplicación de la norma al 100 %

Si se tuviera la importancia primordial seria en el color cable neutro de fase y tierra ya que si no se llevara a cabo esos artículos serian la mayoría, teniendo como consecuencia un gran problema en la instalación.



## Histograma

Viendo el siguiente histograma se puede ver que donde se marca la diferencia en la frecuencia del uso de los artículos es en la caída de tensión, así como en la ampacidad siendo más notoria en los cálculos de la caída de tensión antes y después de la corrección en la instalación.

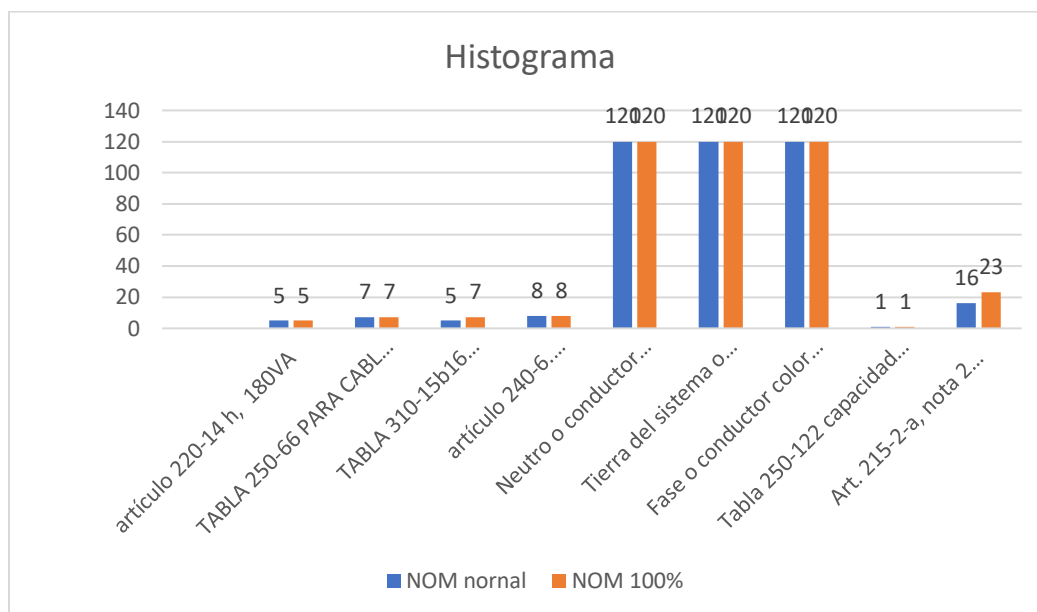


Figura 6. Frecuencia de uso de los artículos

## RESULTADOS

Cálculo de número de circuitos por tablero y contactos por circuito

Se contaron un total de 36 circuitos de 5 contactos crudos por contacto, dando un total de 180 contactos en planta baja.

Por seguridad y por practicidad se pusieron 2 tableros, uno con 15 y otro con 21 circuitos de 5 contactos crudos por circuito.

Ya que se cuenta con el número de contactos por tablero se calcula los parámetros del tablero tomando en cuenta que cada contacto es de 360 Watts con un total de 1800 Watts por circuito, se calcula potencia o carga, corriente, interruptor del tablero, modelo del tablero y calibres de fase neutro y tierra de dicho tablero basándonos en el artículo 220-14 h.

### Tablero A

$$POTENCIA POR CIRCUITO = (360W)(5CONTACTOS) = 1800WATTS$$

$$POTENCIA DEL TABLERO = 1800WATTS * 15 = 27000W = 27KW$$

$$I_n = \frac{kw}{\sqrt{3} * kv * f.p.}$$

**Tablero B**

$$POTENCIA\ POR\ CIRCUITO = (360W)(5CONTACTOS) = 1800WATTS$$

$$POTENCIA\ DEL\ TABLERO = 1800WATTS * 21 = 37000W = 37KW$$

$$In = \frac{kw}{\sqrt{3} * kv * f.p.}$$

**Cálculo de condensadoras**

En el caso de las condensadoras el proceso es similar al anterior, pero en este caso las toneladas de refrigeración las tomamos a un equivalente de 1.3kw por tonelada calculando de la manera siguiente.

**Tablero C1**

$$total\ de\ toneladas\ tablero\ C1 = 114ton * 1.3kw = 148kw$$

$$In = \frac{KW}{\sqrt{3} * kV * f.p.*n}$$

$$In = \frac{148KW}{\sqrt{3} * .220KV * 0.9 * 0.85} = 508A$$

$$Ic = In * 1.25$$

$$Ic = 508 * 1.25 = 800A$$

**Cálculo de caída de tensión de las condensadoras.**

Una vez seleccionado el conductor por capacidad de conducción de corriente se debe verificar que cumpla con la máxima caída de tensión permitida, que es 3 % (Art. 215-2-a, nota 2) de la NOM-001-SEDE-2012.

**Tabla de verificación**

Aplicando una tabla de verificación se observarán si los cálculos fundamentales de la instalación eléctrica cumplen con la NOM-001-SEDE-2012 un antes y un después.



Artículo o tabla de la NOM-001-SEDE-2012	Aplicación de la NOM	
	SI	NO
Artículo 220-14 h 180VA	✓	
Tabla 250-66 para cable de electrodo de puesta a tierra	✓	
Tabla 310-15b16 ampacidad		✓
Artículo 240-6. Capacidades estandarizadas de fusibles e interruptores automáticos	✓	
Neutro o conductor puesto a tierra color blanco, artículo 200-6	✓	
Tierra del sistema o puesta a tierra color verde artículo 250-119	✓	
Fase o conductor color negro artículo 210-5 c)	✓	
Tabla 250-122 capacidad y ajuste del sistema automático de interrupción	✓	
Art. 215-2-a, nota 2 caída de tensión		✓

Tabla 1. Antes de la mejora

Ya que aplicamos la NOM-001-SEDE-2012 al 100% se concluye que se estaba aplicando solo al 77.77%

Ya que si 9 artículos son el 100% 7 sin el 77.77%.

$$7_{art} * \frac{100}{9_{art}} = 77.77\%$$

Mejorando el porcentaje de la aplicación de la NOM-001-SEDE-2012 en un 23.23% esto da una instalación más segura con un tiempo de duración más largo, previniendo una anomalía en la instalación eléctrica.

## Hipótesis

¿Si aplicamos las NOM-001- ¿SEDE-2012, SE LOGRARÁ UN DISEÑO apropiado y más seguro de acuerdo con el porcentaje de aplicación de la NOM-001-SEDE-2012?

Con el uso de todas estas herramientas de calidad se logró la corrección de cálculos los cuales mejorarán la calidad del trabajo, así como de la seguridad de la instalación eléctrica en su totalidad, ya que los conductores serán cubiertos por su integridad en la ampacidad, soportando de manera óptima el amperaje, por lo que la hipótesis se considera **ACEPTADA**.

Artículo o tabla de la NOM-001-SEDE-2012	Aplicación de la NOM	
	SI	NO
Artículo 220-14 h	✓	
Tabla 250-66 para cable de electrodo de puesta a tierra	✓	
Tabla 310-15b16 ampacidad	✓	
Artículo 240-6. Capacidades estandarizadas de fusibles e interruptores automáticos	✓	
Neutro o conductor puesto a tierra color blanco, artículo 200-6	✓	
Tierra del sistema o puesta a tierra color verde artículo 250-119	✓	
Fase o conductor color negro artículo 210-5 c)	✓	
Tabla 250-122 capacidad y ajuste del sistema automático de interrupción	✓	
Art. 215-2-a, nota 2 caída de tensión	✓	

Tabla 2. Después de la mejora.

## CONCLUSIONES

En el presente artículo se logró mostrar la aplicación y cumplimiento de la norma NOM-001-SEDE-2012, logrando con ello incrementar la seguridad en las instalaciones eléctricas Ketola et al. (2002) informó que las empresas de construcción que utilizan iniciativas de mejora de procesos de gestión de calidad o anteriores tenían un tiempo mucho más fácil evaluar y mejorar su programa de seguridad. Además, se utilizaron las herramientas de la calidad y se desarrolló una lista de verificación logrando cumplir los objetivos planteados que se mencionan a continuación:

- ✓ Lograr la implementación de la NOM-001-SEDE-2012: Se logró implementar la NOM sin importar los costos que esta aplicación ocasionará, aumentando la seguridad del cableado, al agrandar la ampacidad de estos, haciéndolos más resistentes y eficaces.
- ✓ Aumentar la seguridad de la instalación eléctrica: El cumplimiento de los lineamientos de la NOM tiene como consecuencia ser más seguro.
- ✓ Implementar una herramienta de la calidad para la resolución del problema: Aplicación de una hoja de verificación, la cual nos ayudó a incrementar el porcentaje de aplicación de la NOM-001-SEDE-2012, logrando la seguridad en la instalación eléctrica.

Por lo tanto la hipótesis propuesta en la presente investigación ¿Si aplicamos las NOM-001-SEDE-2012, SE LOGRARÁ UN DISEÑO apropiado y más seguro de acuerdo con el porcentaje de aplicación de la NOM-001-SEDE-2012 ?, ES ACEPTADA, ya que al llevar a cabo la herramienta hoja de verificación se llegó a la conclusión que si se mejoró de una forma significativa el proyecto de la instalación eléctrica, ya que solo contaba con el 77.77% de aplicación de la NOM-001-SEDE-2012, y actualmente se aplicó el 100%.

## RECOMENDACIONES

Se deberá estar actualizando la NOM y aplicar los criterios según la norma actual lo sugiera, para mantener la calidad y fidelidad de las instalaciones eléctricas, ya que al ser una Norma Oficial Mexicana esta se actualiza en un periodo de 5 años aproximadamente.

## BIBLIOGRAFÍA

Creswell, JW (1994). Diseño de la investigación: Los enfoques cualitativos y cuantitativos. Thousand Oaks, CA: Sage.

Denzin, NK, y Lincoln, Y., S (Eds.). (2008). Recopilación e interpretación de materiales cualitativos (3ª ed.). Los Ángeles / Londres: Sage.

Harman, G., y Meek, VL (2000). Reposicionamiento de aseguramiento de la calidad y acreditación en Australian mayor programa de educación, evaluación e investigaciones. Canberra, Australia: División de Educación Superior, Departamento de Educación, Formación y Juventud.

Goetsch, D., & Davis, S. (2005). Entender e implementar la norma ISO 9000: 2000. Englewood Cliffs, NJ. Prentice Hall:

- Ishikawa, K. (1985) *¿Qué es Control de Calidad Total? El estilo japonés*
- Aly, N. & Elshennawy, AK (2003) *la producción de clase mundial y la gestión de las operaciones, California*
- Deming, WE (1986) *Fuera de las crisis (Cambridge, MA: MIT, Centro de Estudios Avanzados de Ingeniería).*
- Feigenbaum, AV (1983) *Control de Calidad Total, 3ª edición (Nueva York: McGraw-Hill).*
- Crosby, PB (1979) *La calidad es gratuito (Nueva York: McGraw-Hill).*
- Taguchi, G. (1988) *Introducción a la Ingeniería de Calidad (Lanham, MD: UNIPUB / Kraus Internacional*
- Juran, JM (1988) *Juran y la planificación para la Calidad (Nueva York: The Free Press).*
- David Borge Diez, J. L. (13 de Abril de 2017). *Calidad en las Instalaciones Eléctricas: Diseño, Ejecución, Mantenimiento, Energía (3ª Edición).* Obtenido de <https://www.fundacion.uned.es/calendario/13206>
- Delgado, H. C. (1997). *Desarrollo de una cultura de calidad.* McGraw-Hill Primer edición.
- Jiménez, M. A. (s.f.). *ADMINISTRACIÓN POR CALIDAD.* CECSA.
- Sanchez, A. (22 de agosto de 2013). *monografias.com.* Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos7/catol/catol.shtml>
- Schneider Electric. (Octubre de 2017). *Catalogo Compendiado.* Recuperado el mayo de 2018, de [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=Catalog&p\\_File\\_Name=Book+Compendiado+Schneider+2016.pdf&p\\_Doc\\_Ref=Catalogo\\_Schneider\\_Electric\\_Compendiado\\_34](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=Book+Compendiado+Schneider+2016.pdf&p_Doc_Ref=Catalogo_Schneider_Electric_Compendiado_34)
- Urbina, G. B. (2001). *Evaluacion De Proyectos .* Mexico D,F: Graw Hill.