

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica

IE0499 – Proyecto Eléctrico

**Diseño de una readecuación eléctrica del edificio del
Planetario de la Universidad de Costa Rica**

por

Luis Alberto Salazar Romero

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Abril de 2018

Diseño de una readecuación eléctrica del edificio del Planetario de la Universidad de Costa Rica

por

Luis Alberto Salazar Romero

B36359

IE0499 – Proyecto Eléctrico

Aprobado por

Ing. Irene Víquez Barrantes
Profesora guía

Ing. Osvaldo Fernandez Cascante
Profesor lector

Ing. Jorge Sanchez Monge
Profesor lector

Abril de 2018

Resumen

Diseño de una readecuación eléctrica del edificio del Planetario de la Universidad de Costa Rica

por

Luis Alberto Salazar Romero

Universidad de Costa Rica

Escuela de Ingeniería Eléctrica

Profesora guía: Ing. Irene Víquez Barrantes

Abril de 2018

Este proyecto consiste en la elaboración de un diseño eléctrico del planetario de la Universidad de Costa Rica incluyendo los cálculos, planos y especificaciones técnicas necesarias para que cada uno de los sistemas diseñados funcione apropiadamente. Este proyecto propone específicamente una readecuación de los sistemas de iluminación y de seguridad humana de dicha edificación, ya que se considera que el resto de los sistemas actualmente en funcionamiento fueron dimensionados apropiadamente, por lo cual propician disconformidad en los usuarios.

Palabras claves: *Diseño eléctrico, Planetario, Seguridad humana, Iluminación.*

Dedicado a mi padre el Ing. Jorge Alberto Salazar G.

Índice general

Índice general	ix
1 Introducción	1
1.1. Alcance del proyecto	1
1.2. Objetivos	1
1.2.1. Objetivo general	1
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Metodología	2
2 Marco Teórico	5
2.1. Sistema de iluminación	5
2.1.1. Normativa	5
2.1.2. Estudio de iluminación	5
2.1.3. Tecnologías de iluminación	5
2.1.4. Carga continua	7
2.1.5. Carga no continua	7
2.1.6. Circuito ramal	7
2.1.7. Interruptor automático	7
2.1.8. Interruptor automático contra falla a tierra (GFCI)	7
2.1.9. Interruptor automático contra falla de arco (AFCI)	7
2.1.10. Cálculo protecciones en circuitos ramales	7
2.1.11. Cálculo del calibre de cable en circuitos ramales	8
2.2. Sistema de alarmas contra incendio	9
2.2.1. Normativa	9
2.2.2. Tipos de fuego	9
2.2.3. Dispositivos de iniciación ó detección de incendio	9
2.2.4. Dispositivos de notificación de incendio	12
2.2.5. Dispositivos de control	12
2.2.6. Tipos de cableado	14
2.3. Sistema de alarmas contra intrusión	16
2.3.1. Normativa	16

2.3.2.	Dispositivos de detección de intrusión	16
2.3.3.	Dispositivos de notificación de intrusión	16
2.3.4.	Recomendaciones de diseño según CIEMI	16
2.4.	Sistema de control de acceso	17
2.4.1.	Normativa	17
2.4.2.	Dispositivos de control de acceso	17
2.4.3.	Recomendaciones de diseño según CIEMI	17
2.5.	Sistema de CCTV IP	18
2.5.1.	Normativa	18
2.5.2.	Dispositivos de CCTV IP	18
2.5.3.	Recomendaciones de diseño según TIA	18
A	Páginas de la 7 a la 25 de la norma INTE 31-08-06-2000	19
B	Otro apéndice de ejemplo	39
	Bibliografía	41

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Este proyecto nace de la inquietud de los encargados del Planetario de la Universidad de Costa Rica respecto a deficiencias en el sistema de iluminación. Además al estudiar más detalladamente el proyecto se pudo constatar notables carencias y deficiencias en los sistemas de seguridad humana como lo son el sistema de detección de incendios, el sistema de alarmas contra robo y la ausencia de un sistema de vigilancia de circuito cerrado de televisión (CCTV). Debido a esto, se propone realizar un diseño eléctrico de este edificio ajustado a las necesidades reales de los usuarios, de modo que represente la base para una futura remodelación eléctrica del mismo. Dicho diseño consiste en la elaboración de los cálculos, planos y especificaciones técnicas necesarias para que cada uno de los sistemas diseñados funcione apropiadamente.

1.1. Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto se limita específicamente al diseño de una readecuación de los sistemas de iluminación y de seguridad humana del planetario de la Universidad de Costa Rica, ya que se considera que el resto de los sistemas actualmente en funcionamiento fueron dimensionados apropiadamente, por lo cual propician disconformidad en los usuarios. Por último se propone la realización de un cambio en los modelos de los tomacorrientes por un aspecto meramente estético, pero no es parte del alcance de este proyecto la reubicación, ni el cálculo de protecciones, ni el dimensionamiento del cableado y la canalización para este sistema.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Diseñar los planos eléctricos y especificaciones técnicas necesarios para satisfacer las necesidades actuales en materia eléctrica y de seguridad humana del Planetario de la Universidad de Costa Rica en una futura remodelación.

1.2.2. Objetivos específicos

Para el desarrollo de este proyecto se establecieron los siguientes objetivos:

1. Realizar un levantamiento de la condición eléctrica actual del edificio.
2. Realizar un estudio de iluminación del edificio.
3. Elegir los equipos eléctricos y de seguridad humana que mejor se ajusten a las necesidades del proyecto.
4. Diseñar la ubicación de los equipos eléctricos y de seguridad humana que se van a instalar en la edificación.
5. Realizar un estudio de la carga a instalar.
6. Realizar los cálculos necesarios para que los sistemas diseñados funcionen correctamente.
7. Elaborar los planos constructivos en formato .DWG.
8. Elaborar las especificaciones técnicas del proyecto.

1.3. Metodología

La metodología utilizada debe listarse en forma cronológica.

El desarrollo del trabajo incluyó los siguientes pasos y procedimientos, listados en secuencia:

1. Solicitud de los planos eléctricos actuales del planetario de la Universidad de Costa Rica a la Oficina Ejecutora del Programa de Inversiones de la Universidad de Costa Rica (OEPI).
2. Revisión de sitio contra planos suministrados por la OEPI sobre la condición eléctrica actual del edificio.
3. Realización de un estudio de iluminación del edificio mediante el uso del software DIALux considerando los pasillos como sala de exhibición.
4. Elección de los modelos de luminarias más adecuados utilizando como referencia los valores de luminosidad proporcionados por el software DIALux y comparándolos con los modelos de luminarias LED del catálogo 2017 de Sylvania.
5. Realización de una pequeña investigación acerca de los estándares y marcas de equipos de seguridad humana que utiliza la Universidad de Costa Rica.
6. Elección de los equipos de seguridad humana que mejor se ajusten a las necesidades del proyecto tomando en cuenta los estándares y marcas que utiliza la Universidad de Costa Rica.

7. Elaboración de una propuesta y dibujo en formato .DWG de la ubicación de las luminarias y equipos de seguridad humana que se van a instalar en la edificación.
8. Realización un estudio de la carga eléctrica nueva a instalar, tomando en cuenta la que se eliminará.
9. Elaboración del cálculo de las protecciones y dimensionamiento de cableado y canalización necesarios para la instalación de los equipos nuevos. Se incluye un nuevo cálculo de las acometidas en caso de ser necesaria su sustitución.
10. Realización de una reubicación de los equipos propuestos a instalar en caso de tener que eliminar algunos por condiciones de carga eléctrica.
11. Elaboración final de los planos constructivos en formato .DWG incluyendo las ubicaciones finales de los equipos.
12. Redacción las especificaciones técnicas del proyecto, incluyendo las marcas, modelos y certificaciones permitidas para los materiales, métodos y condiciones de instalación de dichos equipos. Se agregará toda aquella información que se considere necesaria para la óptima conclusión del proyecto.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema de iluminación

2.1.1. Normativa

La normativa que se debe seguir para el diseño de sistemas de iluminación según el artículo 1 del decreto No 36979-MEIC es la normativa NFPA 70. [4]

2.1.2. Estudio de iluminación

Consiste en estudiar y analizar las condiciones de iluminación artificial de un sitio en *lux*, bajo ciertas condiciones de operación y luz ambiente.

DIALux

Es un software gratuito en sistema operativo Windows para el cálculo, diseño y visualización de la luz de manera profesional. El software es utilizado por más de 700 000 diseñadores en todo el mundo. Además se puede diseñar utilizando los catálogos de luminarias de los principales fabricantes del mundo y permite superponer los datos de CAD de otros programas arquitectónicos para el diseño de iluminación requerido. [2]

Recomendaciones de niveles de iluminación

La exposición prolongada al exceso o escasez de iluminación en un lugar puede causar repercusiones en la salud, ya sea a nivel visual o una lesión debido a no poder observar claramente cuando se está realizando una actividad, por lo cual el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica fija en su norma INTE 31-08-06-2000 los parámetros mínimos de iluminación requeridos para una actividad en específica. (Ver apéndice A) [3]

2.1.3. Tecnologías de iluminación

Las tecnologías de iluminación varían dependiendo de la fuente de luz. [7]

Diodo Emisor de Luz (LED)

- Altamente eficientes (hasta 130-150 lúmenes por watt).
- Bajo consumo (alrededor del 40-80 % que fuentes de luz incandescente).
- Baja temperatura de operación.
- Ecológicas y 100 % reciclables.
- Durables (entre 25 000 y 50 000 horas de vida útil).
- Alta variedad de dimensiones y aplicaciones.

Fluorescente

- Bajo consumo (80 % menos que las lámparas incandescentes).
- Alta duración (hasta diez veces mayor que las luminarias incandescentes).
- Alto rendimiento de color y eficiencia lumínica.

Incandescente y Halógeno

- Bajo costo.
- Altos índices de reproducción cromática
- Ideal para ambientes que busquen confort y relajamiento.

Alta Intensidad de Descarga (HID)

- Alto flujo luminoso.
- Ideal para parqueos, naves industriales, canchas deportivas, entre otros.
- Alto grado de fidelidad de color.
- Alta eficacia.
- Larga vida útil.

Aditivos Metálicos Cerámicos (CMI)

- Alto rendimiento de color.
- Ideal para tiendas y comercios.

2.1.4. Carga continua

Se define como carga cuya corriente máxima se prevé que circule durante tres horas o más. (100.1) [5]

2.1.5. Carga no continua

Se define como carga cuya corriente máxima se prevé que circule durante menos de tres horas. (100.1) [5]

2.1.6. Circuito ramal

Se define como conductores de circuito entre el dispositivo final contra sobre-corriente que protege el circuito y las salidas. (100.1) [5]

2.1.7. Interruptor automático

Se define como un dispositivo diseñado para que abra y cierre un circuito de manera no automática, pero que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobre-corriente pre-determinada, sin daños para sí mismo cuando alcance su valor nominal. (100.1) [5]

2.1.8. Interruptor automático contra falla a tierra (GFCI)

Se define como un dispositivo, que funciona desenergizando un circuito o parte de éste dentro de un período de tiempo determinado, cuando una corriente a tierra supera los valores establecidos para un dispositivo de Clase A. (100.1) [5]

2.1.9. Interruptor automático contra falla de arco (AFCI)

Se define como un dispositivo destinado a brindar protección contra los efectos de falla de arco desenergizando el circuito cuando se detecten las características únicas de la formación del arco. (210.12(A)) [5]

2.1.10. Cálculo protecciones en circuitos ramales

El valor nominal de la protección contra sobre-corriente para cargas continuas y no continuas o cualquier combinación de ambas debe ser menor a la carga no continua más el 125 % de la carga continua. (210.20(A)) [5]

Excepción: cuando todos los dispositivos del circuito ramal incluída su protección contra sobre-corriente, estén listados para su funcionamiento al 100 % de su valor nominal, se permitirá que el valor nominal del dispositivo de sobre-corriente no sea menor que la suma de la carga continua más la carga no continua.

2.1.11. Cálculo del calibre de cable en circuitos ramales

El calibre de cable debe calcularse según su ampacidad y valor máximo de temperatura permitido, de acuerdo con lo establecido en el artículo 310.16. (ver apéndice B) [5]

2.2. Sistema de alarmas contra incendio

2.2.1. Normativa

La normativa que se debe seguir para el diseño de sistemas de alarmas contra incendio según el Cuerpo de Bomberos de Costa Rica es la normativa NFPA 72. [1]

2.2.2. Tipos de fuego

Cuando ocurre un incendio este se debe a la combustión de ciertos materiales, clasificando los tipos de fuego en: [1]

- **Clase A:**
 - **Material combustible:** combustibles comunes como madera, tela, papel, caucho y plásticos.
- **Clase B:**
 - **Material combustible:** líquidos y gases inflamables como aceites, grasas, alquitranes, base de pinturas y lacas.
- **Clase C:**
 - **Material combustible:** equipos eléctricos energizados.
- **Clase D:**
 - **Material combustible:** metales como magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio, potasio entre otros.
- **Clase K:**
 - **Material combustible:** utensilios o materiales de cocina como aceites minerales, animales y grasas.

2.2.3. Dispositivos de iniciación ó detección de incendio

Son los dispositivos del sistema que se encargan de censar constantemente las condiciones del ambiente en busca de indicios de incendio. Estos dispositivos o sensores pueden ser direccionales o no, es decir que pueden indicar la locación o zona del incendio o bien solo activar el sistema. El fuego tiene ciertas características que pueden ser censadas y dar indicios de incendio, tales como humo, llama, calor, entre otros. (3.3.122) [6]

Detectores de humo

Son aquellos dispositivos que detectan como indicio de incendio partículas de humo visible o invisible. Estos varían según su aplicación y tiempo de respuesta. (3.3.59.19)

- **Detector por cámara de niebla:** utiliza un dispositivo fotoeléctrico para medir la densidad de una muestra de aire dentro de la recámara del sensor, si la densidad de la muestra original es variada debido a la presencia de partículas de humo el sensor entra en condición de alarma. (3.3.252.1)
- **Detector por ionización:** utiliza un material radiactivo para ionizar el aire entre dos electrodos, cuando existe presencia de partículas de humo estas causan que el flujo de iones decrezca y el sensor entra en condición de alarma si cumple con los parámetros establecidos. (3.3.252.2)
- **Detector por efecto fotoeléctrico de obstrucción:** utilizan una fuente de luz y un foto-receptor no enfocado, al entrar humo en el sensor este dispersa la luz produciendo que parte de esta llegue al foto-receptor quien evaluara dicha dispersión y dará condición de alarma si cumple con los parámetros establecidos. (3.3.252.3)
- **Detector por efecto fotoeléctrico de dispersión:** utilizan una fuente de luz y un foto-receptor enfocado, al entrar humo en el sensor este dispersa la luz produciendo que disminuya la cantidad de luz que llega al foto-receptor quien evaluara dicha dispersión y dará condición de alarma si cumple con los parámetros establecidos. (3.3.252.4)
- **Detector por imagen de video:** utiliza técnicas de análisis de imagen en tiempo real para detectar la presencia de humo. (3.3.252.5)
- **Detector por haz proyectado:** utiliza una fuente de luz, un foto-receptor y un espejo, cuando hay presencia de partículas de humo entre el haz de luz y el espejo, este dispersa la luz que llega al foto-receptor produciendo la señal de alarma. (3.3.59.15)
- **Detector en ducto de aire acondicionado:** responde ante al censado de partículas de humo en el sistema de aire acondicionado. (17.7.4)
- **Detector de muestreo de aire:** consiste en una red de tuberías que van desde el detector hasta las áreas a proteger. El detector aspira aire de la zona a proteger y lo hace correr a través de la red de tuberías pasando por varios puestos de muestreo para detección de humo. (3.3.59.1)

Detectores de gas por fuego

Consiste en dispositivo que detecta gases producidos por fuego como CO_2 , CO , N_2 , H_2 , entre otros. (3.3.59.6)

Detectores de energía radiante

Consiste en un dispositivo capaz de censar la energía radiante como ultravioleta, visible o infrarrojo. (3.3.59.16)

- **Detector de llama:** dispositivo capaz de censar la energía radiante producida por grandes llamas. (3.3.59.8)
- **Detector de chispas y brasas:** dispositivo capaz de censar la energía radiante producida por chispas y brasas. Generalmente utilizado en lugares oscuros y en el rango de infrarrojo. (3.3.59.8)

Detectores de calor

Consiste en un dispositivo capaz de censar la temperatura, la tasa de cambio de la temperatura o ambos de un lugar determinado. (3.3.59.9)

- **Detector por conductividad eléctrica:** utiliza una resistencia que varía en función de la temperatura. (3.3.59.5)
- **Detector de temperatura fija:** responde cuando su elemento operativo se calienta a una temperatura determinada. (3.3.59.7)
- **Detector con tubería de tasa de incremento neumático:** consiste en una serie de tuberías de pequeñas de cobre que se instalan en el techo y los muros. El tubo termina en un detector que contiene diafragmas y contactos configurados para actuar a una presión predeterminada. El sistema es lo suficientemente robusto para aceptar los pequeños cambios de temperaturas normales. (3.3.59.14)
- **Detector de tasa de compensación:** responde cuando la temperatura del aire que rodea el dispositivo alcanza un nivel determinado. (3.3.59.17)
- **Detector de incremento:** responde cuando la tasa de incremento en la temperatura supera un valor determinado. (3.3.59.18)

Detectores de flujo

Consiste en un sensor que monitorea el flujo en la tubería de supresión de incendio, si hay un cambio en el flujo de la tubería por más de 90 segundos igual o superior al rociador más pequeño instalado, se envía señal de alarma. (17.12.2)

Detectores multi-criterio

Consiste en un dispositivo con múltiples sensores que responden por separado ante un estímulo físico como calor, humo, gases de combustión, entre otros. El detector envía una única señal de alarma, ya sea por la activación de uno de los sensores o varios de ellos. Este dispositivo tiene la capacidad de priorizar su censado según su aplicación. (3.3.59.11)

Estaciones manuales

Es un dispositivo utilizado manualmente para iniciar la señal de alarma de incendio. (3.3.8.3)

2.2.4. Dispositivos de notificación de incendio

Consisten en dispositivos que por medio de luces, bocinas, táctil o mensajes escritos informan el estado de alarma y la ruta de evacuación a las personas dentro de la zona de riesgo. (3.3.160) [6]

Notificación audible

Consiste en la notificación utilizando el sentido de la audición, generalmente mediante el uso de sirenas y bocinas. (3.3.160.1)

- **Notificación audible de salida:** utiliza el sentido de la audición con el fin de guiar a las personas en riesgo a la salida más cercana, se utiliza para rutas de evacuación o reubicación. (3.3.160.1.1)
- **Notificación audible de texto:** utiliza un mensaje pre-gravado para informar a las personas en riesgo el estado de alarma, además brinda indicaciones y medidas de seguridad. (3.3.160.1.2)

Notificación táctil

Consiste en un dispositivo que alerta por medio del sentido del tacto o la vibración. (3.3.160.2)

Notificación visual

Consiste en un dispositivo que alerta por medio del sentido de la vista. (3.3.160.3)

- **Notificación visual de salida:** utiliza el sentido de la vista con el fin de guiar a las personas en riesgo a la salida más cercana, se utiliza para rutas de evacuación o reubicación, generalmente luces estroboscópicas. (3.3.160.3)
- **Notificación visual de texto:** utiliza un mensaje visual para informar a las personas en riesgo el estado de alarma, además brinda indicaciones y medidas de seguridad, típicamente monitores y pantallas. (3.3.160.3.1)

2.2.5. Dispositivos de control

Son todos aquellos dispositivos que se utilizan con opciones de control y monitoreo específicamente.

Unidad de control o panel de control de alarma

Es un dispositivo del sistema provisto de fuentes de energía primaria y secundaria, con entradas capaces de recibir señales de los dispositivos de iniciación u otros dispositivos y procesarlas para determinar que funciones requeridas en cada una de sus salidas. (3.3.92) [6]

El panel de control debe cumplir al menos uno o varias de las siguientes funciones: (23.3.3.1)

1. Iniciación manual de señal de alarma.
2. Alarma contra incendio automática y señal de supervisión.
3. Monitoreo de condiciones de falla en sistemas de supresión.
4. Activación de los sistemas de supresión.
5. Activación de los sistemas de seguridad.
6. Activación de los dispositivos de notificación.
7. Activación de sistemas de voceo de emergencia.
8. Servicios de supervisión del departamento de seguridad.
9. Monitoreo del departamento de seguridad.
10. Activación de señales fuera de las instalaciones.
11. Combinación de sistemas.

Módulo de monitoreo

Es un dispositivo que proporciona la dirección específica de otros dispositivos de iniciación no direccionables como contactos magnéticos u otros dispositivos de seguridad mediante el monitoreo con cableado de conexiones normalmente cerradas o normalmente abiertas de contactos secos. [8]

Módulo de relé

Es un dispositivo utilizado para funciones de control como descenso del ascensor, apagado del aire acondicionado, entre otros. El estado del relé se comunica requiriendo solo una dirección de dispositivo. [10]

Módulo de aislamiento

Es un dispositivo capaz de aislar las comunicaciones direccionables para mejorar la conveniencia de la instalación y aumentar la integridad del sistema. El aislamiento se activa automáticamente cuando se detecta un cortocircuito en la salida. También se puede seleccionar el aislamiento manualmente desde el panel de control para ayudar a solucionar los problemas de cableado. [9]

2.2.6. Tipos de cableado

Para los sistemas de alarmas contra incendio existen los siguientes tipos de lazos o cableado: (12.3) [6]

- **Clase A:** (12.3.1)
 1. Incluye redundancia.
 2. La capacidad operativa continúa más allá de una única apertura.
 3. Se anuncian las condiciones que afectan la operación prevista de la ruta.
- **Clase B:** (12.3.2)
 1. No incluye redundancia.
 2. La capacidad operativa se detiene en una única apertura.
 3. Se anuncian las condiciones que afectan la operación prevista de la ruta.
- **Clase C:** (12.3.3)
 1. Incluye una o más rutas en las que la capacidad operativa se verifica a través de una comunicación de extremo a extremo, pero la integridad de las rutas individuales no se controla.
 2. Se anuncia una pérdida de comunicación de extremo a extremo.
- **Clase D:** (12.3.4)
 1. Tiene una operación a prueba de fallas, no se anuncia ningún fallo, pero la operación prevista se realiza en caso de una falla en la ruta.
- **Clase E:** (12.3.5)
 1. No es monitoreada por integridad.

- **Clase X:** (12.3.6)

1. Incluye redundancia.
2. La capacidad operativa continúa más allá de una única apertura o cortocircuito.
3. Se anuncian las condiciones que afectan la operación prevista de la ruta.

También es importante mencionar que el cableado para aplicaciones tradicionales es el siguiente:

- **Circuitos de iniciación (IDC):** clase A y clase B. (23.5.1)
- **Circuitos de señalización (SLC):** clase A, clase B y clase X. (23.6.1)
- **Circuitos de notificación (NAC):** clase A y clase B. (23.7.1)

2.3. Sistema de alarmas contra intrusión

2.3.1. Normativa

Actualmente no existe una normativa vigente para el diseño de este sistema. En la buena práctica se debe de cumplir con todas las especificaciones y recomendaciones que sugiera el fabricante.

2.3.2. Dispositivos de detección de intrusión

2.3.3. Dispositivos de notificación de intrusión

2.3.4. Recomendaciones de diseño según CIEMI

2.4. Sistema de control de acceso

2.4.1. Normativa

Actualmente no existe una normativa vigente para el diseño de este sistema. En la buena práctica se debe de cumplir con todas las especificaciones y recomendaciones que sugiera el fabricante.

2.4.2. Dispositivos de control de acceso

2.4.3. Recomendaciones de diseño según CIEMI

2.5. Sistema de CCTV IP

2.5.1. Normativa

Actualmente no existe una normativa vigente para el diseño de este sistema como tal, pero al ser un sistema IP conectado a una red de telecomunicaciones su instalación debe de regirse por la normativa TIA.

2.5.2. Dispositivos de CCTV IP

2.5.3. Recomendaciones de diseño según TIA

APÉNDICE A

**PÁGINAS DE LA 7 A LA 25 DE LA NORMA INTE
31-08-06-2000**

Tabla 2. Relación entre iluminación general y localizada

Iluminación localizada (lux)	Iluminación general (lux)
250	125
500	250
1000	300
2500	500
5000	600
10000	700

Tabla 3

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Bancos	
Iluminación general	500
Sobre zonas de escrituras y cajas	750
Caja de caudales	500
Biblioteca	
Pabellones	
De reparación y encuadernación	500
De libros	100 ¹³
De ficheros	400
Mostradores de control de entrada y salida de libros	400
Sala de lectura	400
Trabajo de investigación	600
Construcciones agrícolas¹	
Hangares y bodegas	50
Preparación de alimentos del ganado	100
Lavaderos y duchas para ganado	100
Accesos	20
Establos	50

¹ La iluminación necesaria para la cría de determinadas especies se fijará de acuerdo con los zootecnistas y agrónomos

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Zona de ordeño	100
Establo con divisiones	100
Alimentación	50
Galpón:	
Iluminación general	50
Iluminación localizada	100
Inspección y atención veterinaria	300
Granjas, graneros, depósito para cosechas:	
Iluminación general	50
Clasificación granos	100
Gallineros y conejeras	50
Correos	
Salón principal	300
Sobre las mesas, salida y estampillado de la correspondencia	700
Escuelas	
Aulas comunes	500
Aulas especiales	750
Bibliotecas	400
Circulaciones	200
Gimnasios	300
Oficinas	500
Piscinas:	
Iluminación general	300 ²
Sobre pizarrón:	
Iluminación suplementaria	1000
Vestuarios y baños:	
Iluminación general	100
Iluminación localizada	200 ³
Galerías de arte	
Iluminación general	100
Sobre el objeto expuesto:	
Iluminación suplementaria	4
Hospitales y clínicas	

² Se recomienda iluminación subacuática de 200 lux

³ Iluminación sobre el plano vertical

⁴ Valor a adoptarse de acuerdo al tipo de elemento a exponer y el efecto deseado

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Almacenaje, archivo y registros gráficos	400
Autopsia y morgue:	
Depósito de la morgue	150
Sala de autopsia	1000
Mesa de autopsia	3000
Consultorios externos:	
Iluminación general	400
Iluminación localizada	700 ⁵
Corredores de acceso a zonas de internación:	
- Iluminación general:	
durante la actividad diurna	100
durante la actividad nocturna	30
Cuarto de recién nacidos	
Iluminación general	300
Mesa de tratamiento y revisión	600
Departamento de cirugía:	
Local para instrumental y esterilización	300
Sala de operaciones:	
Iluminación general	700
Campo operatorio	15000 ⁶
Departamento de obstetricia	
Sala de parto:	
Iluminación general	400
Sala de partos:	
Iluminación general	700
Iluminación localizada	la indicada por el médico especialista
Depósitos	200
Depósito de ropa blanca:	
Iluminación general	200
Sala de costura	400
Lavandería y planchado	200
Despacho de elementos o artículos de esterilizaciones	200
Hospitales y clínicas	
División de pediatría	
Internación:	
Iluminación general, sala de internación	100

⁵ En las especialidades que así lo requieran

⁶ Caso especial que no cumple con la Tabla 2.

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Lecturas	200
Sala de juegos	300 ⁷
Enfermería: Iluminación general	400
Farmacia: Laboratorio bioquímico	400
Almacenaje, depósito	100
Almacenaje en estantería verticales	100 ⁸
Expendio y verificación	400
Laboratorios: Iluminación general	600
Locales de trabajo: Iluminación general	400
Iluminación localizada	700
Local para inyecciones	400
Sala central de esterilización: Iluminación general	250
Mesa de trabajo	400
Sala de anestesia	300
Sala de cistoscopia: Iluminación general	600
Mesa de cistoscopia	2000
Sala de internación: Iluminación general	100
Iluminación localizada, lecturas	200
Observaciones clínicas	400
Iluminación nocturna	30
Sala de primeros auxilios: Iluminación general	500
Iluminación localizada	1500
Sala de recuperación: Iluminación general	50
Iluminación localizada para Observación	150
Hospitales y clínicas	
Sala de recuperación Iluminación indirecta regulable: General	200
Localizada para observación	400

⁷ Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción de color.

⁸ En el lugar más desfavorable del plano vertical que interesa.

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Sala de anestesia	400
Sala de terapia: Iluminación general Iluminación localizada	400 700
Servicio de electromiografía: Iluminación general Iluminación localizada para la inserción de agujas de electrodos	
Servicio de encefalogramas: Oficinas	400
Servicios de kinesiología Kinesioterapia: Iluminación general Iluminación localizada para observaciones Local para ejercicios	150 400 200
Servicio de oftalmología: Consultorio, sector de examinación Cuarto oscuro, iluminación regulable	300 0-100
Servicio de ortodoncia: Sala de operaciones: Iluminación general Iluminación de la cavidad bucal, localizada Laboratorio de prótesis	400 1500 600
Servicio de otorrinolaringología consultorios: Iluminación general Iluminación localizada	400 propia del instrumental
Servicio de traumatología: Iluminación general	400
Vestuarios del personal: Iluminación general Espejo	100 200 ⁹
Hospitales y clínicas	
Zonas de quirófanos, recuperación, laboratorios y servicios	300
Zona de recepción y registros: Durante la actividad diurna Oficinas	400 400

⁹ Sobre el plano vertical

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Hoteles	
Baños:	
Iluminación general	100
Iluminación localizada	200
Circulaciones:	
Pasillos, palier y ascensor	100
Hall de entrada	300
Escalera	100
Costura	400
Depósitos	100
Habitaciones:	
Iluminación general	100
Iluminación localizada	150
Lavandería	100
Local para ropa blanca:	
Iluminación general	200
Salas de espera y visitas	100
Salas de lectura y escritura:	200
Sótano, bodega	70
Vestuarios	100
Oficinas	
Halls para el público.	200
Cartografía, proyecto, dibujos detallados.	1000
Contaduría, tabulaciones, teneduría de libros, operaciones bursátiles, lectura de reproducciones, bosquejos rápidos.	500
Trabajo general de oficinas, lectura de buenas reproducciones, lectura, transcripción de escritura a mano en papel y lápiz ordinario, archivo, índices de referencia, distribución de correspondencia, etc.	500
Trabajos especiales de oficina, por ejemplo: sistema de computación de datos	750
Sala de conferencia	

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Circulaciones	300
	200
Peluquería y salones de belleza	
Sobre sillones	500 ¹⁰
Iluminación general	250
Salas de espectáculos	
Boletería:	
Sala de cine:	
Durante el entre acto	100
Durante la función	iluminación especial
Local de proyección	200
Cafés – Restaurantes	
Cocina – iluminación general	300 ¹¹
Comedores de restaurantes, salones de té, salones de café	100 ⁵
Centros comerciales	
Iluminación general	500
Vidrieras	1000 ¹²
Hall:	
Circulaciones	300
Salas de fiestas	300
Salas de teatro, concierto, etc.:	
Durante el entreacto	100
Durante la función	iluminación especial
Transporte	
Estaciones de transporte público y ferroviarias, aeropuertos:	
Circulaciones	100
Recepción, aduana, inmigración	400
Salas de espera	200
Zonas de hojalatería: iluminación localizada	400
Local de equipaje	200
Local de embarque	200
Andenes	100

¹⁰ Iluminación sobre el plano vertical

¹¹ Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción del color

¹² Este valor es recomendado

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Depósitos	100
Baños y toilettes: iluminación general	200
Playa de estacionamiento exterior	20
Zona de carga	100
Hangares: iluminación general	200
Reparaciones: iluminación localizada	1000
Estación marítima:	
Pasajeros	200
Cargas	100
Garajes y estaciones de servicio	
Iluminación general	100
Reparación de llantas	200
Estacionamiento	50
Fosas	250 ¹³
Salón de venta	400
Almacenaje	100
Accesos	150
Surtidores	200
Lavado:	
Iluminación general	200 ¹⁴
Reparaciones:	
Iluminación general	200
Iluminación localizada	400
Vivienda ¹⁵	
Baño:	
Iluminación general	100
Iluminación localizada sobre espejos	200 ¹⁶
Cocina:	
Iluminación sobre la zona de trabajo: cocina, pileta, mesada	200
Dormitorios:	
Iluminación general	200
Iluminación localizada: cama, espejo	200 ²

¹³ Iluminación localizada sobre el plano de trabajo (chasis del vehículo)

¹⁴ Esta iluminación debe ser igual tanto el plano horizontal como en el vertical

¹⁵ Los valores que se dan son recomendados

¹⁶ Iluminación sobre plano vertical

INDUSTRIA

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Alimenticia	
Cervezas y malterías:	
Depósito	100
Preparación de la malta	100
Tributación y colocación de la malta en bolsas	200
Elaboración	300
Locales de fermentación	100
Embotellado:	
Lavado y llenado	150
Embalaje	150
Cocción:	
Iluminación general	200
Delante de los hornos	300
Conservas de carne:	
Corte, deshuesado, elección	300 ¹⁷
Cocción	100
Preparación de patés, envasado	150
Esterilización	150
Inspección	300
Preparación de embutidos	300 ¹⁷
Conservas de pescado y mariscos:	
Recepción	300 ¹⁷
Lavado y preparación	100
Cocción	100
Envasado	300
Esterilización	100
Inspección	300
Embalaje	200
Preparación de pescado ahumado	300 ¹⁷
Secado	300 ¹⁷
Cámara de secado	50
Alimenticia	
Conservas de verduras y frutas:	
Recepción y selección	300
Preparación mecanizada	150
Envasado	150
Esterilización	150
Cámaras de procesado	50
Inspección	300
Embalaje	200

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Fábrica de azúcar:	
Recepción de materia prima	100
Elaboración del azúcar:	
Iluminación general	200
Turbinas de trituración	300
Almacenamiento de azúcar	100
Embolsado	200
Hornos	iluminación especial
Manómetros, niveles:	
Iluminación localizada	300
Sala de máquinas	150
Tableros de distribución y laboratorios	300
Fábrica de bizcochos:	
Depósito de harina	100
Local de elaboración	200
Inspección	300
Depósito del producto elaborado	100
Fábrica de chocolate:	
Depósito	100
Preparación de chocolate	200
Preparación de cacao en polvo	200
Inspección y empaquetado	300
Fábrica de derivados lácteos:	
Elaboración	300
Cámaras frías	50
Sala de máquinas	150
Depósitos de quesos	100
Envasado	300
Alimenticia	
Fábrica de productos de confitería:	
Cocción y preparación de pastas:	
Iluminación general	200
Iluminación localizada	400
Elaboración y terminación:	
Iluminación general	200
Iluminación localizada	400
Depósitos	100
Frigoríficos:	
Cámara frías	50
Salas de máquinas	150

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Mataderos municipales	
Recepción	50
Corrales:	
Inspección	300
Permanencia	50
Matanza	100
Desollado	100
Escaldado	100
Esviceración	300 ¹⁷
Inspección	300 ¹⁷
Mostradores de venta	300 ¹⁷
Molinos harineros:	
Depósito de granos	100
Limpieza	150
Molienda y tamizado	100
Clasificación de harinas	100
Colocación en bolsas	300
Panaderías:	
Depósito de harinas	100
Amasado:	
Sobre artesas	200
Pastas alimenticias:	
Depósito de harinas	100
Local de elaboración	200
Secado	50
Inspección y empaquetado	300
Alimenticia	
Refinerías:	
Iluminación general	100
Amasado sobre cada turbina	300
Aparato para cocción	iluminación especial
Molienda sobre la máquina	300
Empaque	200
Silos:	
Zona de recepción	100
Circulaciones	100
Sala de comando	300
Torrefacción de café:	
Depósito	100
Torrefacción	200
Inspección y empaquetado	300

¹⁷ Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción de color

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Usinas pasteurizadoras:	
Recepción y control de materia prima	200
Pasteurización	300
Envasado	300
Encajado	200
Laboratorio	600
Vinos y bebidas alcohólicas:	
Recepción de materia prima	200
Local de elaboración	100
Local de cubas:	
Circulaciones	200
Curado y embotellado	300 ¹⁸
Embotellado:	
Iluminación general	150
Embalaje	150
Calzado	
Clasificación, mercado y corta	400
Costura	600
Inspección	1000
Centrales eléctricas	
Estaciones de transformación:	
- Exteriores:	
Circulación	100
- Locales de máquinas rotativas	200
- Locales de equipos auxiliares:	
Máquinas estáticas, interruptores, etc.	200
Subestaciones transformadoras:	
Exteriores	10
Interiores	100
Tableros de aparatos de control y medición:	
Iluminación general	200
Sobre el plano de lectura	400 ¹⁹
Cerámica	
Barnizado y decoración:	
Trabajos finos	800 ²⁰
Trabajos medianos	400 ²³
Inspección:	

¹⁸ Iluminación localizada sobre los lugares de carga y descarga de la máquina

¹⁹ Generalmente iluminación localizada

²⁰ Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción de color

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Iluminación localizada	1000
Preparación de las arcillas y amasado, molde, prensas, hornos y secadores	200
Cuero	
Limpieza, curtido, igualado del espesor de los cueros, sobado, barnizado, secadores, terminación	200
Inspección y trabajos especiales	600
Imprenta	
Grabado:	
Grabado a mano:	
Iluminación localizada	1000
Litografía	700
Rotativos:	
Tinteros y cilindros	300
Recepción	400
Taller de linotipos:	
Iluminación general	300
Sobre máquinas en la salida de letras y sobre el teclado	400
Inspección de impresión en colores	1000
Taller de tipografía:	
Iluminación general, compaginación, prensa para pruebas.	300
Mesa de correctores, pupitres para composición	800
Joyería y relojería²¹	
Zonas de trabajo:	
Iluminación general	400
Trabajos finos ²²	900
Trabajos minuciosos	2000
Corte de gemas, pulido y engrase ²³	1300
Maderera	
Acerías:	
Depósito de minerales y carbón	100

²¹ La mayoría de los procesos requerirá iluminación especial localizada

²² Se utilizarán, generalmente, lentes de aumento

²³ Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción de color.

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Alimentación de altos hornos	iluminación especial
Zona de colado	100
Trenes de laminación	200
Aserraderos:	
Iluminación general	100
Zona de corte y clasificado	200
Carpintería:	
Iluminación general	100
Zona de bancos y máquinas	300
Trabajos de terminación de inspección	600
Manufactura de cajas:	
Encartonado fino	300
Cartones ordinarios, cajones	200
Manufacturera de muebles:	
Selección del enchapado y su preparación	900
Armado y terminación	400
Marquetería	600
Inspección	600
Papelera	
Local de máquinas	
Corte, terminación	
Inspección	
Metalúrgica	
Arena:	
Transporte, tamizado y mezcla, manipulación automática:	
Transportadoras, elevadores, trituradores y tamices	100
Metalúrgica	
Depósito de piezas sueltas y productos terminados:	
Iluminación general	100
Áreas específicas: Mesas, ventanillas, etc.	300
Elaboración de metales en láminas:	
Trabajo en banco y máquinas especiales	
Máquinas, herramientas y bancos de trabajo:	500
Iluminación general	
Iluminación localizada para trabajos delicados en banco o máquina, verificación de medidas, rectificación de piezas de precisión	300
	1000

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Trabajos de piezas pequeñas en banco o máquina, rectificación de piezas medianas, fabricación de herramientas, ajuste de máquinas	500
Depósito de productos terminados	100
Fabricación de alambre:	
Laminación en frío	300
Laminación en caliente	20
Fabricación de orificios:	
Fino	300
Grueso	200
Iluminación localizada de moldes profundos	iluminación especial
Depósito de placas modelos	100
Zona de pesado de cargas	100
Fundiciones:	
Depósito de barras o lingotes	100
Metalúrgica	
Mecánica general:	
Depósito de materiales	100
Inspección y control de calidad:	
-Trabajo grueso: contar, control grueso de objetos de depósito, etc.	300
-Trabajo mediano: ensamble previo, etc.	600
-Trabajo fino: dispositivos de calibración, mecánica de precisión, instrumentos	1200
-Trabajo muy fino: calibración e inspección de piezas de montaje pequeñas ²⁴	2000
Trabajo minucioso: Instrumentos muy pequeños ²¹	3000
Pintura:	
Preparación de los elementos	300
Preparación, dosaje y mezcla de colores	400
Cabina de pulverización	1000
Pulido y terminación	400
Inspección y retoque	600
	600
Soldadura	300
Taller de moldeo:	

²⁴ Generalmente se requiere lentes de aumento

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Iluminación general	250
Iluminación localizada en moldes	500
Llenado de moldes	200
Desmolde	100
Talleres de montaje:	
Trabajo grueso: montaje de máquinas pesadas	200
Trabajo mediano: montaje de máquinas, chasis de vehículos	400
Trabajo fino: iluminación localizada	1200
Trabajo muy fino: Instrumentos y mecanismos pequeños de precisión: Iluminación localizada	2000
Trabajo minucioso: Iluminación Localizada	3000
Metalúrgica	
Tratamiento superficial de metales	300
Pintura:	
Preparación de los elementos	300
Preparación, dosaje y mezcla de colores	400
Cabina de pulverización	1000
Pulido y terminación	400
Inspección y retoque	600
	600
Química	
Caucho:	
Preparación de la materia prima	200
Fabricación de neumáticos:	
Vulcanización de las envolturas y cámaras de aire.	300
Inspección de neumáticos	iluminación especial
Depósito, almacenes y salas de empaque:	
Piezas grandes	
Piezas pequeñas	100
Expedición de mercaderías	200
	300
Jabones:	
Iluminación general de las distintas operaciones	300
Panel de control	400
Laboratorio de ensayo y control:	
Iluminación general	400 ²⁷
Iluminación sobre el plano de lectura de	600

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
aparatos	
Pinturas:	
Procesos automáticos	200
Mezcla de pinturas	600
Fabricación de colores	1000
Planta de procesamiento:	
Circulación general	100
Iluminación general sobre escaleras y pasarelas	200
Química	
Plásticos:	
Calandrado, extrusión, inyección, compresión y moldeado por soplado.	300
Fabricación de láminas, conformado, máquina, fresado, pulido, cementado y recortado.	400
Sobre aparatos:	
Iluminación sobre plano vertical	200 ²⁵
Iluminación sobre mesas y pupitres	400
Tabaco	
Proceso completo	400 ²⁶
Textil	
Tejidos de algodón y lino:	
- Mezcla, cardado, estirado ²⁷	200
- Torcido, peinado, hilado, husos urdimbre:	200
- Sobre los peines	700
Tejido:	
Telas claras y medianos ³⁰	400
Telas oscuras ³⁰	700
Inspección:	
Telas claras y medianas ³⁰	600
Telas oscuras ³⁰	900

²⁵ Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción de color

²⁶ Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción de color

²⁷ Se recomienda el uso de luminarias antiexplosivas

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Lana: Cardado, lavado, peinado, retorcido, tintura Lavada, urdimbre	200 200
Tejidos: Telas claras y medianas ³⁰ Telas oscuras ³⁰ Máquinas de tejidos de punto	600 900 900
Inspección: Telas claras y medianas ²⁸ Telas oscuras	1200 1500
Textil	
Seda natural y sintética: Embebido, teñido y texturado Urdimbre Hilado Tejidos: Telas claras y medianas Telas oscuras	300 700 450 600 900
Yute: Hilado, tejido con lanzaderas, devanado Calandrado	200 200
Vestido	
Fábrica de guantes: Prensa, tejidos, muestreo, corte Costura Control	400 600 1000
Sombreros: Limpieza, tintura, terminación, forma, alistado, planchado Costura	400 600
Vestimenta: Sobre máquinas Manual	600 800
Vidrio	
Local de manufacturera: Mecánica: Sobre máquinas: Iluminación general Inspección	200 iluminación localizada especial

²⁸ Se consideran colores claros y medianos aquellos que poseen una reflectancia comprendida entre 45% y 20% y colores oscuros aquellos con una reflectancia de hasta el 20%.

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Manual: Iluminación general Corte, pulido y biselado Terminación general Inspección: General Minuciosa	200 400 200 400 iluminación localizada especial
Sala de mezclado: Iluminación general Zona de dosificación Local de horno	200 400 10

4 CORRESPONDENCIA

La presente norma, es una adaptación de la norma Argentina “**Iluminación artificial de interiores. Niveles de iluminación**” IRAM-AADL J 20-06.

APÉNDICE B

OTRO APÉNDICE DE EJEMPLO

Tabla 310.16 Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones nominales de 0 a 2000 volts y 60° C a 90° C (140° F a 194° F). No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (enterrados directamente), basadas en una temperatura ambiente de 30° C (86° F).

Calibre AWG o kcmil	Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310.13(A)]						Calibre AWG o kcmil
	60° C (140° F)	75° C (167° F)	90° C (194° F)	60° C (140° F)	75° C (167° F)	90° C (194° F)	
	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
18	—	—	14	—	—	—	—
16	—	—	18	—	—	—	—
14*	20	20	25	—	—	—	—
12*	25	25	30	20	20	25	12*
10*	30	35	40	25	30	35	10*
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500

Continúa

Tabla 310.16. *Continúa*

	Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310.13(A)]						
	60° C (140° F)	75° C (167° F)	90° C (194° F)	60° C (140° F)	75° C (167° F)	90° C (194° F)	
Calibre AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Calibre AWG o kcmil
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000

FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. ambiente (° C)	Para temperaturas ambiente distintas de 30° C (86° F), multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:						Temp. ambiente (° F)
21–25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70–77
26–30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	78–86
31–35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	87–95
36–40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	96–104
41–45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	105–113
46–50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	114–122
51–55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	123–131
56–60	—	0.58	0.71	—	0.58	0.71	132–140
61–70	—	0.33	0.58	—	0.33	0.58	141–158
71–80	—	—	0.41	—	—	0.41	159–176

*Véase la sección 240.4(D)

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. *Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios*, 2013.
- [2] DIAL. Lighting design software dialux. <https://www.dial.de/en/dialux/>, 2018.
- [3] Inteco. *Niveles y condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo*, 2000.
- [4] MEIC. Rtc 458:2011 reglamento de oficialización del código eléctrico de costa rica para la seguridad de la vida y de la propiedad, 2012. Ministerio de Economía, Industria y Comercio, San José, Costa Rica.
- [5] NFPA. *NFPA 70 National Electric Code*, 2008.
- [6] NFPA. *NFPA 72 National Fire Alarm and Signaling Code*, 2010.
- [7] Sylvania. Tecnologías. <http://www.sylvania-america.com/es/sylvania/tecnologias>, 2016. Accedido 7-05-2018.
- [8] Tyco. *Simplex 4090-9121 Security Monitor IAM (Individual Addressable Module)*, 2011.
- [9] Tyco. *4090-9116 AddressableIDNet Communications Isolator*, 2014.
- [10] Tyco. *IDNet Communicating Devices Model 4090-9002 Relay IAM*, 2014.