

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

Mayo 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

Mayo 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

Mayo 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 no propician disconformidad en los usuarios.

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

Abstract

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

Original in Spanish. Translated as: “Electrical Retrofitted design of Costa Rica’s University Planetarium building”

by

Luis Alberto Salazar Romero

University of Costa Rica
Department of Electrical Engineering
Tutor: Ing. Irene Víquez Barrantes
May of 2018

This project consists in the elaboration of an electrical design of the Costa Rica’s University Planetarium Building, including the calculations, plans and technical specifications that are necessities for each of the designed systems to work properly. This project proposes specifically a readjustment on lighting and human security systems currently built, because it is considered that the rest of the systems in operation are currently appropriately sized, and doesn’t imply users inconvenience.

Keywords: *Electrical design, Planetarium, Human security, Lighting.*

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

Índice general

| | |
|--|------------|
| Índice general | xi |
| Índice de cuadros | xii |
| 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 del sistema de intrusión | 16 |
| 2.3.3. | Cableado | 17 |
| 2.4. | Sistema de control de acceso | 18 |
| 2.4.1. | Normativa | 18 |
| 2.4.2. | Dispositivos de control de acceso | 18 |
| 2.4.3. | Cableado | 19 |
| 2.5. | Sistema de CCTV IP | 20 |
| 2.5.1. | Normativa | 20 |
| 2.5.2. | Cámaras de red IP | 20 |
| 2.5.3. | Cableado de red y accesorios | 21 |
| A | Páginas de la 7 a la 25 de la norma INTE 31-08-06-2000 | 23 |
| B | Tabla 310.16 de la NFPA 70 | 43 |
| | Bibliografía | 45 |

Índice de cuadros

| | | |
|------|---|----|
| 2.1. | Configuración general de cableado de control de acceso. | 20 |
|------|---|----|

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. [10]

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. [3]

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) [9]

2.1.3. Tecnologías de iluminación

Las tecnologías de iluminación varían dependiendo de la fuente de luz. [14]

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) [11]

2.1.5. Carga no continua

Se define como carga cuya corriente máxima se prevé que circule durante menos de tres horas. (100.1) [11]

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) [11]

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) [11]

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) [11]

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)) [11]

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)) [11]

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) [11]

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. [2]

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: [2]

- **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) [12]

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) [12]

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) [12]

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 voice 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. [16]

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. [18]

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. [17]

2.2.6. Tipos de cableado

Para los sistemas de alarmas contra incendio existen los siguientes tipos de lazos o cableado: (12.3) [12]

- **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 del sistema de intrusión

Son elementos que se instalan en habitaciones, recintos y cuartos de control con el fin de evitar el hurto de objetos valiosos dentro de la edificación.

Sensor de movimiento

Es un dispositivo que detecta el movimiento de un ser humano en una habitación o recinto por medio del rechazo de ondas infrarrojas (PIR) o bien infrarrojas y microondas (DUAL). Por la naturaleza del detector este debe ser calibrado, es decir ajustada su sensibilidad para evitar falsas alarmas, ya que son sensibles a ciertas condiciones de luz, temperatura y humedad. El rango de visión puede ser de 180° o 360° y el alcance depende del modelo y fabricante (entre 15 a 60 metros). [5]

Sensor de ruptura de cristal

Es un dispositivo que detecta el sonido que hace un cristal cuando se rompe (frecuencia de resonancia del cristal) por medio de un micrófono. Dicho dispositivo debe colocarse en la cercanía del cristal que se quiere monitorear (la distancia mínima y máxima depende del modelo y fabricante). [4]

Contactos magnéticos

Son los dispositivos de control de apertura o cierre de puertas y ventanas. Envían una señal al panel cuando la conexión magnética entre sus dos placas se pierde. Se ubican generalmente en algún punto de apertura de puertas y ventanas. [19]

Teclado

Es un dispositivo de control utilizado para activar o desactivar la alarma por medio de un código numérico. Generalmente cuentan con una pantalla que presenta información al usuario del sistema. [6]

Sirena

Es un dispositivo de notificación audible. Generalmente se instala en un lugar alto y abierto. La potencia de la sirena depende del modelo y el fabricante (entre 95dB y 120dB a 3 pies de distancia). [8]

Panel de control

Es un elemento donde están conectados todos los dispositivos del sistema de alarmas contra intrusión. Es quien se encarga de suplir la potencia a los dispositivos (se instala en conjunto con una fuente de poder y baterías) y el control lógico de los mismos. Sus principales funciones son: [7]

1. Recepción de la señal de intrusión.
2. Registro de la zona, causa, fecha y hora de la intrusión.
3. Transmisión de la señal de notificación a la sirena.

La capacidad del panel depende de la cantidad de dispositivos conectados. En ocasiones se requiere una fuente de poder adicional.

2.3.3. Cableado

El cableado de este sistema es tipo punto a punto, desde cada dispositivo hasta el panel de control. El tipo de cable a utilizar depende de los dispositivos, pero generalmente se utiliza 4x22 AWG con pantalla (dos líneas para alimentación y dos para datos). [6]

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

Son elementos que se instalan en puertas y cuartos de control con el fin de controlar el acceso de únicamente personal autorizado a zonas catalogadas como de acceso restringido.

Cerradura electromagnética

Es un dispositivo de retención utilizado para mantener cerrada la puerta en caso de que esta sea la entrada directa a un espacio restringido. La fuerza de retención de la cerradura depende del fabricante y modelo a instalar, pero por lo general el rango va de 80 lbs a 1500 lbs. La elección de la dicha fuerza dependerá de la aplicación, dimensiones y peso de la puerta. Por lo general su ubicación es en la parte superior de la puerta. [19] [13]

Lector de tarjetas

Es un dispositivo de solicitud de acceso en el cual el personal que desea ingresar a la zona restringida coloca una tarjeta (la cual contiene la información del usuario) en la lectora y esta transmite la información de dicha tarjeta al panel de control. El tipo de lectora dependerá del tipo de tarjeta (código de barras, tira magnética, wiegand o de proximidad). Dicho dispositivo se coloca por el lado no seguro de la puerta. [19]

Botón de salida

Es un dispositivo de solicitud de salida tipo contacto seco en el cual el personal que se encuentra dentro de la zona restringida presiona un botón dejando pasar una señal de salida hacia el panel de control. Las dimensiones del botón dependerán de la aplicación. Dicho dispositivo se coloca por el lado seguro de la puerta. [19]

Contactos magnéticos

Son los dispositivo de control de apertura o cierre de puerta. Envían una señal al panel cuando la conexión magnética entre sus dos placas se pierde (pueden ser NA o NC). Se ubican generalmente en la parte superior de la puerta. Por lo general para aplicaciones de control de acceso dichos contactos vienen integrados en la cerradura electromagnética. [19]

Panel de control

Es un elemento donde están conectados todos los dispositivos del sistema de control de acceso. Es quien se encarga de suplir el control lógico de los mismos (la potencia de los dispositivos por lo general es suplida por una fuente de poder adicional). Sus principales funciones son: [19]

- **Al solicitar ingreso:**

1. Recibir los datos enviados por la lectora de tarjetas.
2. Comparar dichos datos con la base de datos del personal autorizado para ingresar a la zona.
3. Registrar la fecha y hora de ingreso del personal.
4. Enviar la señal de confirmación a la lectora de tarjetas.
5. Enviar la señal de apertura a la cerradura electromagnética.
6. Recibir la señal de cierre de los contactos magnéticos.
7. Enviar la señal de cierre de la cerradura electromagnética.

- **Al solicitar salida:**

1. Recibir la señal de salida.
2. Enviar la señal de apertura a la cerradura electromagnética.
3. Recibir la señal de cierre de los contactos magnéticos.
4. Enviar la señal de cierre de la cerradura electromagnética.

La capacidad del panel dependerá de la cantidad de lectoras a instalar.

2.4.3. Cableado

El cableado de este sistema es tipo punto a punto, desde cada dispositivo hasta el panel de control. El tipo de cable depende del dispositivo a instalar. En el cuadro 2.1, se puede observar una configuración común. [19]

Cuadro 2.1: Configuración general de cableado de control de acceso.

| Dispositivo | Cable a utilizar |
|----------------------------|-----------------------|
| Cerradura electromagnética | 2x18 AWG con pantalla |
| Botón de salida | 2x18 AWG con pantalla |
| Contactos magnéticos | 2x18 AWG con pantalla |
| Lectora de tarjetas | 6x22 AWG con pantalla |

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. Cámaras de red IP

Una cámara de red IP consiste en un dispositivo que permite la transmisión de audio y video a través de la red IP como una red de área local (LAN). También permite el visionado en directo y/o la grabación ininterrumpidos, en periodos programados con antelación, bajo demanda o mediante su activación a causa de un evento particular (detección de movimiento por video, detección de audio, entre otros). [1]

El almacenamiento puede ser local o remoto mediante la red y cada uno de estos dispositivos cuenta con una dirección IP específica a la cual se puede acceder fácilmente a través de un navegador web. Otra característica importante que puede incluir una cámara de red es la compatibilidad integrada con tecnologías de alimentación a través de Ethernet (PoE). [1]

Cámaras tipo fijas

Una cámara de red fija consiste en un dispositivo que tiene una dirección de observación fija una vez montada. Puede estar equipada con objetivos de zoom motorizados, varifocales o fijos. Debido a su forma y tamaño físico son fácilmente apreciables, razón por la cual se utilizan en condiciones donde se desea que los usuarios del recinto noten que son observados. [1]

Cámaras tipo domo fijo

Una cámara de red domo fija es prácticamente una cámara fija en un diseño de domo. Al igual que la anterior puede disponer de objetivos de zoom motorizados, varifocales o fijos. La cámara

puede orientarse a cualquier dirección. Debido su diseño discreto no intrusivo, es difícil observar a qué dirección está orientada la cámara. [1]

Cámaras tipo PTZ

Una cámara PTZ ofrece funciones de movimiento horizontal, vertical y zoom (ya sea de forma manual o automática), teniendo una mayor área de cobertura y una imagen más detallada al utilizar el zoom. Los comandos PTZ son enviados a través del mismo cable de red que el utilizado en transmisión de vídeo y si las cámaras PTZ son compatibles con alimentación a través de Ethernet (PoE/PoE+/High PoE) tampoco requieren cables de alimentación independientes. [1]

2.5.3. Cableado de red y accesorios

Cableado horizontal

Es el cableado del sistema de telecomunicaciones que se extiende desde el conector de telecomunicaciones (RJ45, RJ11, LC, SC, entre otros) del área de trabajo hasta la conexión cruzada horizontal en el cuarto de red. (4.1) [15]

El cableado para CCTV IP es tipo punto a punto, desde cada cámara hasta el punto de conexión en cuarto de TI.

Patch cord

Porción de cable con un enchufe en uno o ambos de sus extremos. (3.2) [15]

Patch panel

Es el hardware de conexión que facilita la terminación del cable, la administración del cableado y sus conexiones. (3.2) [15]

Recomendaciones de cableado en cobre según TIA

Por ningún motivo la suma de la longitud del cableado horizontal más la longitud de los patch cord deben superar los 100 metros. (6.4.1.4) [15]

Por lo cual, se recomienda que la longitud del cableado horizontal no supere los 90 metros y que tanto la longitud de los patch cord del puesto de trabajo como la longitud de los patch cord de conexión en el cuarto de red no supere los 5 metros cada uno. (4.3) [15]

La categoría del cable UTP depende de la velocidad de transmisión de video por red.

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

TABLA 310.16 DE LA NFPA 70

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] Axis communications. *Guía técnica para vídeo en red. Tecnología y factores a considerar a la hora de implementar correctamente aplicaciones de seguridad y vigilancia y supervisión remota basadas en IP*, 2015.
- [2] Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. *Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios*, 2013.
- [3] DIAL. Lighting design software dialux. <https://www.dial.de/en/dialux/>, 2018.
- [4] Honeywell International Inc. *FG-730 Glassbreak Detector*, 2007.
- [5] Honeywell International Inc. *Detector de Movimiento DUAL TEC Serie DT-900 Información Adicional*, 2008.
- [6] Honeywell International Inc. *6149EX. Fixed-English Display Keypad*, 2009.
- [7] Honeywell International Inc. *VISTA-128BPT. Partitioned Commercial Burglary Alarm Control Panels*, 2011.
- [8] Honeywell International Inc. *Sirens, Speakers, Bells & Strobes*, 2013.
- [9] Inteco. *Niveles y condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo*, 2000.
- [10] MEIC. Rtrc 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.
- [11] NFPA. *NFPA 70 National Electric Code*, 2008.
- [12] NFPA. *NFPA 72 National Fire Alarm and Signaling Code*, 2010.
- [13] Seco-larm. *Catálogo condensado*, 2018.
- [14] Sylvania. Tecnologías. <http://www.sylvania-america.com/es/sylvania/tecnologias>, 2016. Accedido 7-05-2018.
- [15] TIA/EIA. *TIA/EIA-568-B.1 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard*, 2001.

- [16] Tyco. *Simplex 4090-9121 Security Monitor IAM (Individual Addressable Module)*, 2011.
- [17] Tyco. *4090-9116 AddressableIDNet Communications Isolator*, 2014.
- [18] Tyco. *IDNet Communicating Devices Model 4090-9002 Relay IAM*, 2014.
- [19] Juan José Ugalde. *Diseño e Inspección de Sistemas de Alarma de Incendio y Control de Acceso*, 2016.