

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES



**“DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA
DE ILUMINACIÓN ESCÉNICA PARA PROLONGAR LA OPERATIVIDAD
DE EQUIPOS EN EL TEATRO PERUANO JAPONÉS”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

LOPEZ CABREJOS, JESUS EDUARDO

ASESORA

CRUZ YUPANQUI, GLADYS MARCIONILA

Villa El Salvador

2021

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de manera muy especial a mis hermanos, padres y pareja por el apoyo y los consejos brindados durante todo este tiempo

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur y a sus docentes, en especial a mi asesora por la dedicación, esfuerzo y conocimientos brindados.

Índice

| | |
|---|------|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice..... | iv |
| Listado de Figuras..... | vi |
| Listado de Tablas | viii |
| Listado de Anexos..... | x |
| Resumen..... | xi |
| Introducción..... | xii |
| Capítulo I. Aspectos Generales | 1 |
| 1.1. Contexto..... | 1 |
| 1.2. Delimitación Temporal y Espacial del Problema..... | 2 |
| 1.2.1. Temporal..... | 2 |
| 1.2.2. Espacial | 2 |
| 1.3. Objetivos..... | 2 |
| 1.3.1. Objetivo General | 2 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos..... | 2 |
| Capítulo II. Marco Teórico | 3 |
| 2.1. Antecedentes | 3 |
| 2.1.1. Antecedentes Nacionales..... | 3 |
| 2.1.2. Antecedentes Internacionales | 3 |
| 2.2. Bases Teóricas | 4 |
| 2.3. Definición de Términos Básicos | 15 |
| Capítulo III. Desarrollo del Trabajo Profesional..... | 17 |
| 3.1. Determinación y Análisis del Problema | 17 |

| | |
|--|----|
| 3.2. Modelo de Solución Propuesto..... | 18 |
| 3.3. Resultados | 84 |
| Conclusiones | 87 |
| Recomendaciones..... | 88 |
| Referencias Bibliográficas | 89 |
| Anexos | 91 |

Listado de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Estructura del mantenimiento | 6 |
| Figura 2. Patrones de falla..... | 8 |
| Figura 3. Tipos de fuente lumínica..... | 10 |
| Figura 4. Tipos de luminarias. | 10 |
| Figura 5. Dimmer marca ETC modelo Sensor 3 | 11 |
| Figura 6. Consola básica | 12 |
| Figura 7. Consola programable | 13 |
| Figura 8. Paquete de datos DMX..... | 14 |
| Figura 9. Conector DMX 5 pin XLR | 14 |
| Figura 10. Cantidad de equipos inoperativos durante el 2018 | 17 |
| Figura 11. Diagrama de bloques del modelo de solución | 19 |
| Figura 12. Diagrama de Gantt del plan de mantenimiento | 21 |
| Figura 13. Plano de escenario del TPJ..... | 22 |
| Figura 14. Cantidad de averías en los equipos de iluminación escénica durante el año 2018..... | 28 |
| Figura 15. Estructura arbórea de los equipos de iluminación escénica..... | 29 |
| Figura 16. Matriz de criticidad..... | 40 |
| Figura 17. Estructura arbórea de equipos críticos y media criticidad | 40 |
| Figura 18. Diagrama de decisión | 61 |
| Figura 19. Limpieza de la mainboard de la consola Command Wing..... | 77 |
| Figura 20. Cambio de encoders de la consola Command Wing | 77 |
| Figura 21. Cambio de faders de la consola Command Wing | 78 |
| Figura 22. Mantenimiento de splitter Net-X..... | 78 |
| Figura 23. Limpieza de fuente de móvil Scenius Spot | 79 |

| | |
|--|----|
| Figura 24. Cambio de shutter de móvil Scenius Spot | 79 |
| Figura 25. Limpieza de fuente de alimentación del móvil Qwash 419z | 80 |
| Figura 26. Limpieza de mainboard y fuente de parled Colordash | 80 |
| Figura 27. Prueba de funcionamiento de los equipos de iluminación escénica | 81 |
| Figura 28. Tendencia de disponibilidad por averías..... | 84 |
| Figura 29. Cantidad de fallas en los meses de abril a noviembre del 2018 y 2019 | 85 |
| Figura 30. Disponibilidad por averías de los equipos del sistema de iluminación durante abril a noviembre del 2019 | 86 |

Listado de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Crecimiento de la expectativa del mantenimiento | 5 |
| Tabla 2. Listado de equipos del TPJ..... | 23 |
| Tabla 3. Registro de falla de los equipos de iluminación escénica del año 2018 | 24 |
| Tabla 4. Análisis de criticidad del área de control | 30 |
| Tabla 5. Análisis de criticidad del área lumínica de descarga | 32 |
| Tabla 6. Análisis de criticidad del área lumínica LED..... | 34 |
| Tabla 7. Análisis de criticidad del área lumínica de halógenos | 36 |
| Tabla 8. Análisis de criticidad del sistema de dimmers | 38 |
| Tabla 9. Funciones de la consola Command Wing..... | 41 |
| Tabla 10. Funciones del splitter Net-X..... | 42 |
| Tabla 11. Funciones del móvil Scenius Spot | 42 |
| Tabla 12. Funciones del móvil Qwash 419z | 43 |
| Tabla 13. Funciones del parled Colordash H12IP..... | 44 |
| Tabla 14. Funciones del dimmer Sensor 3 | 44 |
| Tabla 15. Falla funcional de consola Command Wing | 45 |
| Tabla 16. Falla funcional de splitter Net-X | 46 |
| Tabla 17. Falla funcional de Móvil Scenius Spot..... | 46 |
| Tabla 18. Falla funcional de Móvil Qwash 419z..... | 47 |
| Tabla 19. Falla funcional de Parled Colordash H12IP..... | 47 |
| Tabla 20. Falla funcional de Dimmer Sensor 3 | 48 |
| Tabla 21. Análisis de modos de falla y sus efectos de la consola Command Wing..... | 49 |
| Tabla 22. Análisis de modos de falla y sus efectos del splitter Net-X..... | 51 |

| | |
|--|----|
| Tabla 23. Análisis de modos de falla y sus efectos del móvil Scenius Spot | 52 |
| Tabla 24. Análisis de modos de falla y sus efectos del móvil Qwash 419z | 55 |
| Tabla 25. Análisis de modos de falla y sus efectos del parled Colordash Par H12IP | 57 |
| Tabla 26. Análisis de modos de falla y sus efectos del dimmer Sensor 3 . | 59 |
| Tabla 27. Evaluación de consecuencias de la consola Command Wing... | 63 |
| Tabla 28. Evaluación de consecuencias de la Splitter Net-X | 63 |
| Tabla 29. Evaluación de consecuencias del móvil Scenius Spot | 64 |
| Tabla 30. Evaluación de consecuencias del móvil Qwash 419z | 65 |
| Tabla 31. Evaluación de consecuencias del Parled Colordash H12IP | 65 |
| Tabla 32. Evaluación de consecuencias del dimmer Sensor 3 | 66 |
| Tabla 33. Tareas propuestas para la consola Command Wing..... | 67 |
| Tabla 34. Tareas propuestas para el splitter Net-X..... | 68 |
| Tabla 35. Tareas propuestas para el móvil Scenius Spot | 69 |
| Tabla 36. Tareas propuestas para el móvil Qwash 419z | 71 |
| Tabla 37. Tareas propuestas para el parled Colordash H12IP | 73 |
| Tabla 38. Tareas propuestas para el dimmer Sensor 3 | 74 |
| Tabla 39. Acciones predeterminadas para el mantenimiento..... | 75 |
| Tabla 40. Registro de fallas de equipos de iluminación escénica del TPJ durante el 2019..... | 82 |
| Tabla 41. Cantidades de fallas en equipos de iluminación escénica del 2018 y 2019..... | 83 |
| Tabla 42. Disponibilidad por averías de los equipos de iluminación escénica | 84 |
| Tabla 43. Tiempo de reparación de equipos del sistema de iluminación durante abril a noviembre del 2018 y 2019 | 86 |

Listado de Anexos

| | |
|--|-----|
| Anexo 1: Especificaciones técnicas de la consola Command Wing..... | 92 |
| Anexo 2: Especificaciones técnicas de la extensión Fader Wing..... | 94 |
| Anexo 3: Especificaciones técnicas de la splitter Net-X..... | 96 |
| Anexo 4: Especificaciones técnicas de la móvil Scenius Spot | 98 |
| Anexo 5: Especificaciones técnicas del seguidor Super Korrigan 1200w | 102 |
| Anexo 6: Especificaciones técnicas de la móvil Qwash 419z | 105 |
| Anexo 7: Especificaciones técnicas de la parled Colordash H12IP..... | 107 |
| Anexo 8: Especificaciones técnicas del leko..... | 109 |
| Anexo 9: Especificaciones técnicas de la dimmer Sensor 3 | 113 |
| Anexo 10: Especificaciones técnicas del dimmer SmartPack | 115 |
| Anexo 11: Carta de autorización..... | 119 |

Resumen

El presente trabajo se realizó en el Teatro Peruano Japonés (TPJ) que cuenta con un sistema de iluminación escénica conformado por varios equipos, los cuales presentan fallas eventuales que pueden perjudicar directamente en la disponibilidad de estos equipos para utilizarlo en un evento, asimismo generan gastos en mantenimientos correctivos y pérdida de tiempo del personal. Para resolver este problema, se propone diseñar un plan de mantenimiento bajo el enfoque RCM para prolongar la operatividad de los equipos de iluminación escénica del TPJ. Los resultados a los cuales se llega en este trabajo son el diseño y ejecución de un plan de mantenimiento con determinada frecuencia que se enfoca en el proceso de inspección, revisión, limpieza y mantenimiento de las piezas de los equipos. Además, se determina las ventajas y desventajas del plan de mantenimiento diseñado.

Introducción

El proyecto se realiza en el Teatro Peruano Japonés (TPJ), el cual renta su espacio a instituciones y productoras de espectáculos para que desarrollen conciertos, musicales, producciones teatrales, conferencias, lanzamientos de productos, entre otros. El TPJ es uno de los teatros más reconocidos a nivel nacional por la calidad de sus eventos, su moderna infraestructura y amplia capacidad le permite brindar a los asistentes un ambiente cómodo para que disfruten de diversas presentaciones. El desarrollo de estos eventos es posible gracias al esfuerzo conjunto de los artistas, directores, staff técnico, escenografía, el sistema de video, sistema de sonido y sistema de iluminación escénica.

El TPJ cuenta con un rider técnico de equipos de iluminación propios que se adaptan a los diferentes tipos de eventos que se realizan, como cualquier equipo no está absuelto de fallar, incluso en los momentos más importantes como lo es en pleno desarrollo de una presentación. Estos casos perjudican a la calidad de la iluminación, lo que significa una menor percepción de la ambientación y una sensación de menor calidad en el evento. En este sentido nos preguntamos si ¿será posible prolongar la operatividad de los equipos mediante el diseño de plan de mantenimiento preventivo del sistema de iluminación escénica en el Teatro Peruano Japonés? Para responder a esta pregunta se propone en el presente trabajo, el diseño de un plan de mantenimiento preventivo del sistema de iluminación escénica a fin de prolongar la operatividad de los equipos, bajo el enfoque de la metodología Reliability Centred Maintenance (RCM) la cual se desarrolla en 10 fases.

El presente trabajo está estructurado en tres capítulos. En el primer capítulo se presenta el contexto de la empresa, se plantea delimitación temporal y espacial, asimismo se menciona el objetivo general y los objetivos específicos; en el segundo capítulo se incluyen los aspectos importantes de los antecedentes al presente proyecto rescatadas del ámbito nacional e internacional, asimismo, se definen las teorías y términos necesarios para el desarrollo del trabajo; el tercer capítulo comprende el desarrollo del proyecto en el que se completaron una serie de fases de manera ordenada y jerárquica, se describe el diseño de plan de mantenimiento

preventivo de iluminación escénica para prolongar la operatividad de los equipos del TPJ. Finalmente se describen las conclusiones del trabajo y las recomendaciones respectivas.

Capítulo I. Aspectos Generales

1.1. Contexto

Novolite Screen & Light SAC es una empresa con más de 8 años en el mercado peruano, tiene como actividad principal la venta de equipos de iluminación profesional y pantallas led, enfocado en el rubro de espectáculos. Además, abarca el desarrollo de proyectos de instalación y mantenimiento de equipos de iluminación escénica en teatros y afines a nivel nacional como el TPJ.

Por otro lado, la Asociación Peruano Japonesa con el apoyo de varias instituciones y el gobierno japonés lograron crear el TPJ para conmemorar los 90 años de la inmigración japonesa al Perú, este teatro se inauguró en el año 1993 con la finalidad de difundir cultura a la comunidad peruana. Se encuentra ubicado en la Av. Gregorio Escobedo 803, Jesús María y cuenta con una amplia infraestructura con capacidad máxima de 1025 asistentes, un escenario de 10 metros de fondo y 15 metros de boca, amplio foyer para la recepción, explanada para el descanso y cabina de control para manejar los equipos del sistema de sonido e iluminación escénica.

El TPJ tiene un moderno escenario que alberga conciertos, óperas, programas de televisión, obras de ballet, montajes teatrales, conferencias, concursos y otros eventos. Entre las presentaciones más destacadas están los conciertos de los artistas más representativos de Japón y la ceremonia protocolar de bienvenida para el príncipe Hitachi en el 2009. El éxito de estas presentaciones se debe en parte al sistema de iluminación escénica que cumple las funciones de ambientar y decorar la escenografía e iluminar a los artistas y objetos. El sistema de iluminación está compuesto por varios equipos que cuentan con partes mecánicas, eléctricas y electrónicas, que pueden presentar fallas en su uso normal, ante eso se debe tener cuidados para mantenerse operativa, reducir o eliminar las reparaciones innecesarias, prevenir las fallas catastróficas y reducir el impacto negativo en la operación de mantenimiento.

1.2. Delimitación Temporal y Espacial del Problema

1.2.1. Temporal

El desarrollo del trabajo comprende el periodo de enero del 2019 hasta diciembre del 2019.

1.2.2. Espacial

El presente trabajo se desarrolló en el Teatro Peruano Japonés, ubicado en Av. Gregorio Escobedo 803, Jesús María.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo del sistema de iluminación escénica para prolongar la operatividad de equipos en el Teatro Peruano Japonés - TPJ.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado de los equipos del sistema de iluminación escénica en el TPJ.
- Diseñar el plan de mantenimiento preventivo, control y seguimiento de los equipos del sistema de iluminación escénica del TPJ.
- Ejecutar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos del sistema de iluminación escénica a fin de prolongar su operatividad.
- Evaluar los resultados del plan de mantenimiento preventivo para verificar que los equipos del sistema de iluminación escénica del TPJ han prolongado su operatividad.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes

En el ámbito académico se encuentran varias investigaciones respecto al diseño de plan de mantenimiento aplicado a diferentes rubros, estos trabajos de investigación están presentes tanto en el ámbito nacional e internacional.

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Belcher Cornejo Nina, en su tesis de titulación “Propuesta de plan de mantenimiento preventivo de equipos de infraestructura en la empresa Ferreyros S.A. sucursal Cusco a fin de incrementar su operatividad”. Utilizó la metodología del análisis modal de fallo y efecto AMFE para recolectar la información relevante sobre los equipos referidos en su tesis, comprobar sus principales fallas y diseñar una propuesta de mantenimiento preventivo. Cornejo, B. (2020)

Larissa Fharide Pacheco Bado, en su tesis de titulación “Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la empresa Hydro Pátapo S.A.C.”. La empresa referida en este trabajo realiza proyectos de instalación referente a la energía renovable, para la cual utilizan maquinaria pesada propia, los mantenimientos correctivos generan costos anuales por encima de los sesenta mil dólares y requieren de 617 horas de inoperatividad de los equipos, la autora concluye que con la aplicación del mantenimiento preventivo basado en RCM obtendría una reducción de gastos de mantenimiento correctivo del 62.27% y una reducción del 20,58% del total de horas de inoperatividad. (Pacheco, L., 2018)

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Cristóbal Andrés Zavala Medina de Chile, en su tesis de titulación “Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para el chancador primario Fuller, Operación Mantoverde”. Aplicó el método FMECA para determinar el componente crítico del equipo, lo que generaría pérdidas económicas por encima de los cuatrocientos mil dólares, desarrolló hojas de información y hojas de decisión RCM y el plan de mantenimiento preventivo basado en RCM. Concluyó que aplicando este plan tendría un ahorro por encima de los doscientos mil dólares. (Zavala, C., 2018)

Natalie Bakke Sjøholt de Noruega, en su tesis de maestría “Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) de la embarcación autónoma de pasajeros en Trondheim”. Su objetivo fue usar y adaptar el método de RCM en la embarcación autónoma de pasajeros y desarrollar un programa de mantenimiento, analizó más de cien modos de fallas de los cuales más del cincuenta por ciento estaban en áreas inaceptables, asimismo el análisis le permitió determinar que las partes más críticas son el sistema de propulsión, sistema de navegación, sistema de anticolidión y el sistema de enfriamiento de batería. El autor concluyó que las fallas críticas que pueden presentarse son inaceptables, inseguros y traerá efectos negativos como la pérdida de reputación. (Bakke, N., 2018)

2.2. Bases Teóricas

Mantenimiento

Deshpande y Modak (2002) señala que el mantenimiento ha sufrido una evolución que se divide en tres generaciones como se muestra en la tabla 1, la primera comprende desde los años 30 hasta la segunda guerra mundial en el que los equipos estaban diseñados con mecanismos simples, la segunda generación se introdujeron equipos más complejos que requerían mantenimiento preventivo, planes de mantenimiento y sistemas de control de costos de mantenimiento, en la tercera generación se tuvo grandes cambios debido a la mecanización y automatización.

Tabla 1*Crecimiento de la expectativa del mantenimiento*

| Primera generación (1940s, 1950s) | Segunda generación (1960s,1970s) | Tercera generación (1980s, 1990s, 2000) |
|--|---|---|
| Arreglar cuando se rompa | Mayor disponibilidad de la planta Mayor tiempo de vida del equipamiento Menores costos Sistemas para planear y controlar el trabajo Grandes y lentas computadoras | Mayor disponibilidad y confiabilidad de la planta Mayor seguridad Mejor calidad del producto No dañar el medio ambiente Mayor tiempo de vida de los equipos Mayor efectividad Monitoreando condiciones Diseño para la confiabilidad y mantenimiento Estudio de peligros Pequeñas y rápidas computadoras Modos de fallas y análisis de efectos Sistemas expertos Habilidades múltiples y trabajo en equipo |

Adaptado de Application of RCM to a medium scale industry

Yongyi et ál. (2019) indica que el mantenimiento es una actividad primordial en el mercado, que tiene un impacto de gran significancia en relación a los costos y confiabilidad, tiene gran influencia en la capacidad de una empresa para mantener precios bajos, alta calidad y rendimiento. Los tiempos de inactividad de maquinarias, equipos o dispositivos no planificados son perjudiciales para el negocio principal de una compañía. García (2003) menciona que el mantenimiento es una agrupación de técnicas con la finalidad de mantener los equipos en servicio por el mayor tiempo y máxima utilidad. En ese mismo sentido, Zulaikha et ál. (2019) define al mantenimiento como un trabajo rutinario y recurrente el cual es necesario para que pueda realizar una función y así garantizar la disponibilidad del equipo.

Keith (2002) plantea que el mantenimiento genera un gran impacto en los costos de las manufacturas o plantas de producción, estas representan un costo entre el quince y sesenta por ciento del costo de los bienes, es el caso de las industrias de comida que tienen un costo promedio del quince por ciento y las industrias de hierro, acero y otras industrias pesadas que tienen un costo promedio de mantenimiento del sesenta por ciento.

Figura 1

Estructura del mantenimiento



Fuente: Adaptado de An introduction to predictive maintenance (2002).

Mantenimiento de Mejora

Son todas las acciones y medidas destinadas para prolongar la vida útil, mejorar la confiabilidad y eliminar los futuros defectos de un equipo o maquinaria. Para Keith (2002) el mantenimiento de mejora es un esfuerzo realizado para reducir o eliminar las necesidades de mantenimiento, muchas veces nos involucramos

tanto en un mantenimiento que nos olvidamos de planificar y eliminar la necesidad en su origen.

Mantenimiento Preventivo

Botero menciona que “es aquel que se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), previamente establecido, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipos” (1991, p. 38).

Keith (2002) indica que el mantenimiento preventivo intenta evitar que los equipos se dañen prematuramente o en una fecha no contemplada que podría terminar con los equipos en un mantenimiento correctivo. En este proceso se manejan programaciones y tareas recurrentes como lubricación y ajustes para mantener niveles aceptables de confiabilidad y disponibilidad.

Boreto (1991) plantea que las ventajas de realizar el mantenimiento preventivo son:

- Los equipos se conservarán en condiciones adecuadas lo que permitirá una productividad mayor.
- No sufrirá el desgaste de los mantenimientos preventivos.
- Los empleados que laboran con los equipos se sentirán satisfechos y motivados.
- Habrá menor desperdicio de materia prima debido al no presentar daños inesperados.
- Se cumplirá con las fechas establecidas con los clientes.
- Los vendedores estarán más contentos y motivados para realizar las ventas.
- Se ahorrará en gastos por improductividad.
- Se puede establecer la cantidad mínima y máxima de repuestos.
- Se puede evitar las fallas pequeñas.

Mantenimiento Correctivo

Primero (2015) define al mantenimiento correctivo como “trabajo realizado sobre un equipo para restaurar su estado operacional luego de presentar una falla. Este tipo de mantenimiento no es planificado, y solo se lleva a cabo a partir del

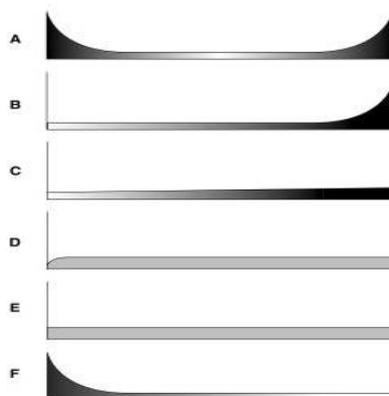
reporte que hace el usuario del equipo o el personal que realiza el mantenimiento programado” (p. 82).

Mantenimiento correctivo es una actividad que se realiza después de que el equipo presente defectos que impidan el normal funcionamiento del equipo, con la finalidad de repararlo y dejarlo operativo. Keith (2002) menciona que la mayoría de mantenimientos son correctivos y que este siempre será necesario, un mejor mantenimiento de mejora y mantenimiento preventivo disminuirá la necesidad de correcciones de emergencia.

RCM (Reliability Centered Maintenance)

Keith (2002) señala que la creencia del RCM es que todos los equipos se degradan con el tiempo y fallan, por lo que se aplica métodos como modos de falla y análisis de efectos (FMEA), basados en tablas de probabilidades para desarrollar un plan de mantenimiento. En ese mismo sentido, para Zulaikha et ál. (2019) el RCM es un proceso sistemático para asegurar que las instalaciones físicas funciones de manera óptima. Moubray (2004) se refiere al RCM como un proceso que asegura el correcto desempeño de un bien en el ámbito operacional, plantea que los equipos actuales tienen un proceso de falla complejo que se pueden reflejar en alguno de los seis patrones mostrados en la figura 2, la parte inicial indica la incidencia de fallas, la parte central muestra el nivel de probabilidad condicional de fallas y al final se encuentra la zona de desgaste por edad.

Figura 2
Patrones de falla



Fuente: Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM II (2004).

Moubray (2004) indica que se debe responder las siguientes siete preguntas para el desarrollo del plan de mantenimiento bajo el enfoque de RCM:

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
- ¿En qué sentido es importante cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

Estándar SAE JA1011/JA1012

SAE (1999); SAE (2002), el mantenimiento centrado en la confiabilidad fue desarrollado en 1978 por Nowlan y Heap del United Airlines y publicado por el departamento de defensa de EEUU, debido a los procesos vanguardistas se extendió e implementó en varias industrias, incluso aparecieron varias propuestas que le denominaban RCM, sin embargo, omitían o malinterpretaban procesos en partes críticas lo que podía resultar peligroso, esto generó una demanda internacional para tener una norma que determine los criterios para ser considerado como RCM, es así que Society of Automotive Engineers (SAE) desarrolló en 1999 el estándar JA1011 que indica los criterios mínimos requeridos para que el mantenimiento sea considerado RCM y está basado en “Reliability-Centered Maintenance” de Nowlan y Heap, MIL-STD-2173(AS) de la Aviación Naval de EEUU y “Reliability-Centered Maintenance (RCM2)” de John Moubray.

Luminarias

Shelley (2009) se refiere a las luminarias como instrumentos de iluminación que contienen básicamente una lámpara y mediante la corriente eléctrica produce luz, las características de cada instrumento son determinadas por una combinación de sus componentes individuales. Cadena (2010) señala que podemos clasificar las luminarias según su fuente de luz como se observa en la figura 3, lámpara incandescente, lámpara de arco, lámpara de plasma o LED, para el caso de tener lámpara de arco o plasma se pueden dividir por fuente de poder como fuente de balastro magnético o fuente electrónica de conmutación. Cada año ingresan

nuevos modelos de luminarias al mercado, aun así, la mayoría de luminarias presentan más similitudes que diferencias.

Figura 3

Tipos de fuente lumínica.

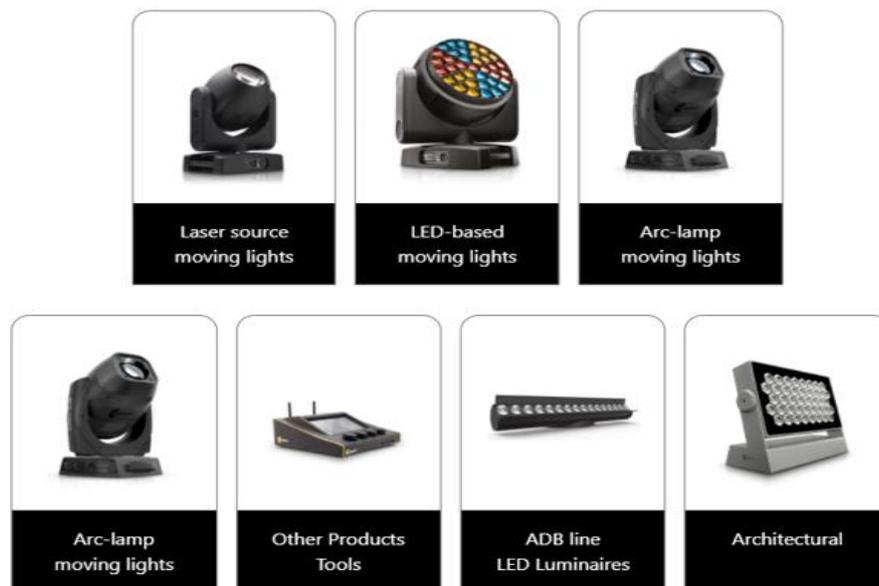


Nota. La figura muestra las fuentes lumínicas de LED, lámpara incandescente y de arco. Fuente: <https://osram.es/>

En la figura 4, se observa los tipos de luminarias que son diseñadas, ensambladas y distribuidas por el fabricante italiano Clay Paky S.p.A.

Figura 4

Tipos de luminarias.



Nota. Luminarias distribuidas por el fabricante Clay Paky. Fuente: <https://e-assist.tech/>

Dimmers

Shelley (2009) plantea que históricamente los primeros dimmers utilizados en los teatros fueron los de corriente directa, se convirtió en un estándar para controlar el voltaje alimentando a los instrumentos de iluminación, la cantidad de dimmers era la misma cantidad de luminarias a controlar y a su vez la misma cantidad de operadores para controlar, estos dimmers eran voluminosos y alcanzaban altas temperaturas los que los convertía en equipos peligrosos. Cadena (2010) considera que la iluminación convencional como los PAR y Lekos normalmente no tienen partes electrónicas en su interior, el control de su nivel de luz se realiza mediante unos atenuadores conectados a ellos, estos son conocidos como dimmer. Los dimmers actuales, como la figura 5, son controlados mediante las consolas por vía DMX512 y proveen un control suave y continuo de la atenuación de las luces, manejan varios tipos de configuración de la curva de atenuación y pueden controlar varios dispositivos a la vez

Figura 5

Dimmer marca ETC modelo Sensor 3



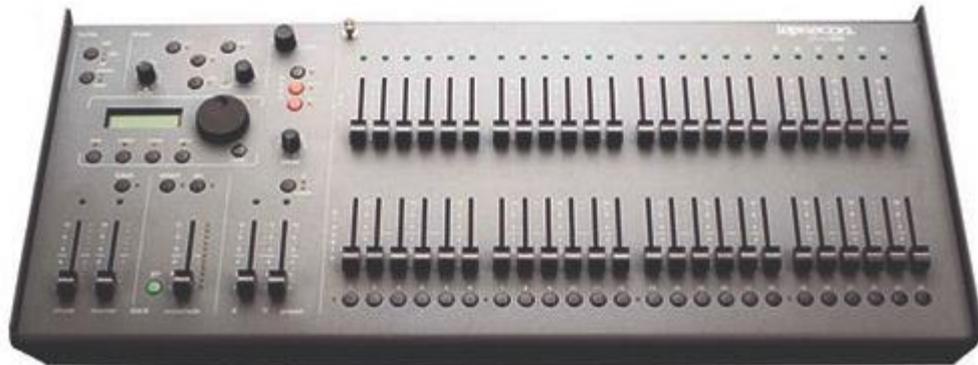
Fuente: <https://etcconnect.com/>

Consolas

Cadena (2010) menciona que las consolas automática de iluminación pueden ser simples o muy complejas y van desde los modelos de entrada que operan doce o más dispositivos, mientras que los modelos de rango muy alto pueden operar cientos o miles de dispositivos, estas últimas cuentan con muchas características importantes como sistema de almacenamiento redundante, bibliotecas de dispositivos, generadores de efectos, editores fuera de línea, mapeo de píxeles y visualizadores que ayudan al proceso de programación, entre las marcas más representativas están MA Lighting, ETC y Martin. En la figura 6 mostramos la consola básica que poseen faders y botones ejecutores para controlar los atributos de las luminarias, estas son ideales para lugares pequeños y con poca cantidad de equipos, y en la figura 7 tenemos la consola programable o digital, en este tipo de consola también tenemos faders y botones ejecutores, además nos permite grabar escenas en una memoria, ejecutar secuencias predeterminadas o guardadas previamente, cuenta con pantallas integradas y tiene otras características que facilitan la programación de las presentaciones.

Figura 6

Consola básica



Nota. La figura muestra una consola básica marca Leprecon. Fuente: <https://www.leprecon.com/>

Figura 7
Consola programable



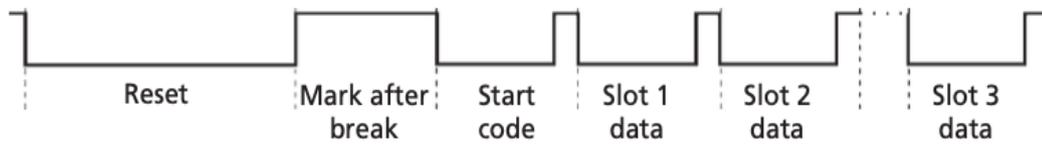
Nota. La figura muestra una consola programable marca MA LIGHTING. Fuente: <https://www.malighting.com/>

Estándar DMX 512

Cadena (2010) menciona que en 1986 la comisión de ingeniería de la United States Institute for Theatre Terry (USITT) publicó el primer estándar de transmisión de datos digitales DMX 512, que rápidamente se fue expandiendo en los equipos de la industria de la iluminación espectacular. El DMX512 maneja un protocolo serial, lo que significa que los datos son transmitidos mediante una serie de 8 bits, mostrado en la figura 8, además es un protocolo asíncrono que transmite los paquetes de datos en cualquier momento sin necesidad de una señal de tiempo, la secuencia de señales es denominado paquete que cuenta con un reset que indica el inicio de la información y es transmitido a una velocidad de 250 kbps.

Figura 8

Paquete de datos DMX

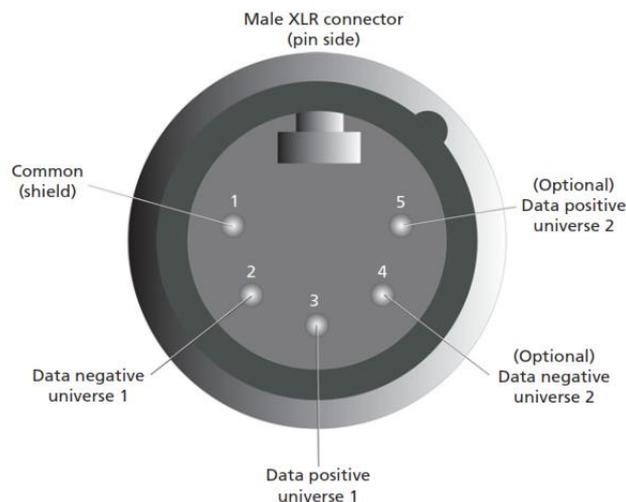


Fuente: Automated lighting (2010)

Cardena (2010) indica que los conectores físicos requeridos según el estándar DMX512 son de 5 pines XLR mostrado en la figura 9, de los cuales se utiliza el primer pin para la conexión del común, el segundo pin para la conexión de la señal de datos negativo, el tercer pin para la conexión de la señal de datos positivo, el cuarto y quinto pin son conectores libres para otros usos, por ejemplo, el fabricante Clay Paky lo usó para el control remoto de la luminaria. El medio para transmitir los datos puede ser el aire o el cobre, para el segundo caso se requiere de un cable par trenzado con impedancia de 120 ohm, recubierta de protección de aluminio y cable trenzado, y de calibre 24 AWG o mayor para distancias más largas.

Figura 9

Conector DMX 5 pin XLR



Fuente: Automated lighting (2010)

2.3. Definición de Términos Básicos

En esta etapa se definen los conceptos básicos relacionados al trabajo de investigación que han sido obtenidos de Cadena (2010), Shelley (2009) y Moubray (2004).

- AC: Abreviación de corriente alterna, es una corriente eléctrica que periódicamente invierte su dirección
- Bombilla: Es una parte de la lámpara fabricado de vidrio o cuarzo que encierra el filamento o electrodo.
- Contexto operativo: Es un conjunto de circunstancias que se espera que un activo físico opere.
- Efecto de falla: Es lo que sucede cuando ocurre un modo de falla.
- Falla funcional: Estado en el que el activo físico es incapaz de cumplir una función.
- Función: Lo que el usuario quiere que el activo físico haga.
- Intensidad: En la iluminación, se refiere al poder y brillo de la fuente de luz.
- IPXX: Es el código internacional de protección que indica el nivel de protección contra elementos sólidos y líquidos.
- Lámpara: Termino general para una fuente de luz incandescente.
- Lámpara de arco: Es una lámpara con carbón que descarga una fuente de iluminación.
- LED: Diodo emisor de luz.
- Lumen: Es un flujo luminoso provisto por una fuente de luz.
- Luminaria: Es una unidad de iluminación completa, consiste en una fuente de luz con partes diseñadas para distribuir la luz y conecta la lámpara a una fuente de poder.
- Lux: Es la cantidad de luz (lumen) proyectado en un metro cuadrado.
- Modo de falla: Evento singular que causa una falla funcional.
- Pan: Movimiento de la luminaria en el plano X (horizontal).
- Programado: Es realizar a intervalos fijos y predeterminados.
- Rediseño: Modificación física de un activo para cambiar su contexto operativo.
- Rider: De iluminación, es un documento con los requerimientos técnicos

- Sustitución cíclica: Se refiere al remplazo de una pieza a una edad determinada sin importar su estado actual.
- Tarea a condición: Es una tarea programada para determinar si ha ocurrido una falla potencial.
- Tarea de búsqueda de fallas: Es una tarea programada que busca determinar si ha ocurrido una falla oculta.
- Terminador: Es un dispositivo que debe ser usado al final de cada recorrido DMX para evitar las señales de reflexión.
- Tilt: Movimiento de la luminaria en el plano Y (vertical).
- XLR-3: Es un tipo de conector eléctrico de 3 pines utilizado para la comunicación en sistemas de iluminación y sonido.
- XLR-5: Es un tipo de conector eléctrico de 5 pines utilizado para la comunicación en sistemas de iluminación y sonido.

Capítulo III. Desarrollo del Trabajo Profesional

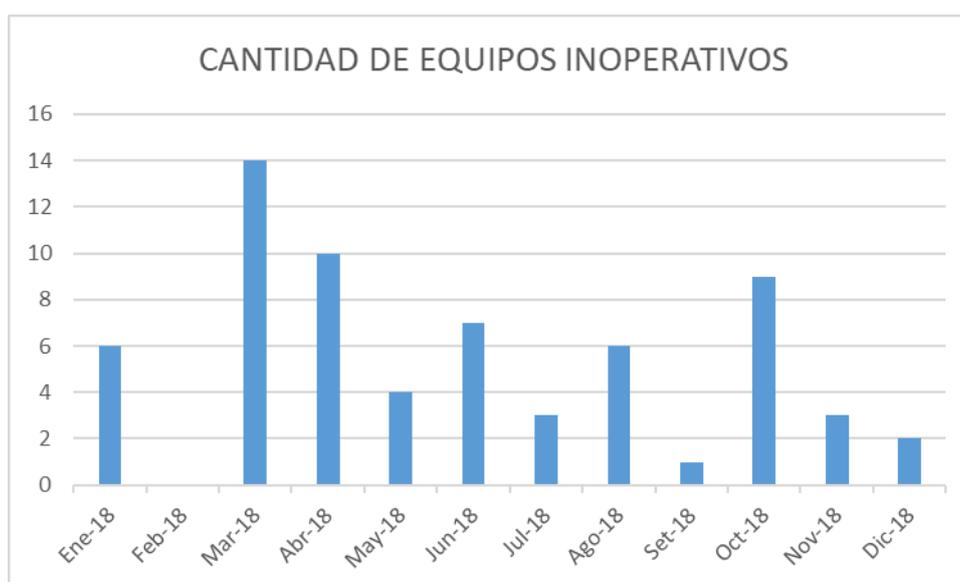
En el presente capítulo se desarrolla el diseño y ejecución del plan de mantenimiento preventivo que requiere el sistema de iluminación escénica del TPJ para prolongar la operatividad de sus equipos mediante una serie de fases que son ejecutadas de manera ordenada, siguiendo la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) desarrollado por John Moubray, que comprende los lineamientos establecidos en el estándar SAE JA 1011 desarrollado por Society of Automotive Engineer, Inc.

3.1. Determinación y Análisis del Problema

El TPJ tiene un rider variado de equipos de iluminación escénica, detallados en la tabla 2, estos equipos son consolas, splitters, dimmers, luminarias móviles y fijas, que usan fuente lumínica de tecnología led, lámpara de descarga o incandescente, los cuales son requeridos para los diferentes tipos de eventos que realizan, cuando algún equipo deja de funcionar correctamente es retirado y enviado a Novolite Screen & Light SAC para su reparación, en la figura 10 se observan la cantidad mensual de equipos que tuvieron alguna falla.

Figura 10

Cantidad de equipos inoperativos durante el 2018



Fuente: Elaboración propia

En los mantenimientos correctivos realizados para el TPJ, se detectó en muchas ocasiones tarjetas electrónicas sulfatadas o con hongos debido a la humedad y salitre propios del medio ambiente de la costa de Lima, asimismo se encontraron tarjetas electrónicas, ventiladores y disipadores con grandes cantidades de polvo evitando una adecuada circulación de aire y enfriamiento de los componentes electrónicos, detallado en la tabla 3.

El luminotécnico a cargo de la programación del sistema de iluminación del TPJ, comentó su malestar ante la inoperatividad de algunos de sus equipos debido a la necesidad de utilizarlo en los eventos programados que se encuentran próximos a realizarse, ya que perjudica indirectamente en la calidad de los eventos desarrollados, en tal sentido nos planteamos en resolver el siguiente problema.

Problema general

¿Cómo diseñar un plan de mantenimiento preventivo del sistema de iluminación escénica para prolongar la operatividad de los equipos en el Teatro Peruano Japonés?

Problemas específicos

1. ¿Cuál es el diagnóstico del estado de los equipos del sistema de iluminación escénica en el TPJ?
2. ¿Cómo diseñar el plan de mantenimiento preventivo, control y seguimiento de los equipos de iluminación escénica del TPJ?
3. ¿Cómo ejecutar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos del sistema de iluminación escénica a fin de prolongar su operatividad?
4. ¿Cómo evaluar los resultados del plan de mantenimiento preventivo propuesto?

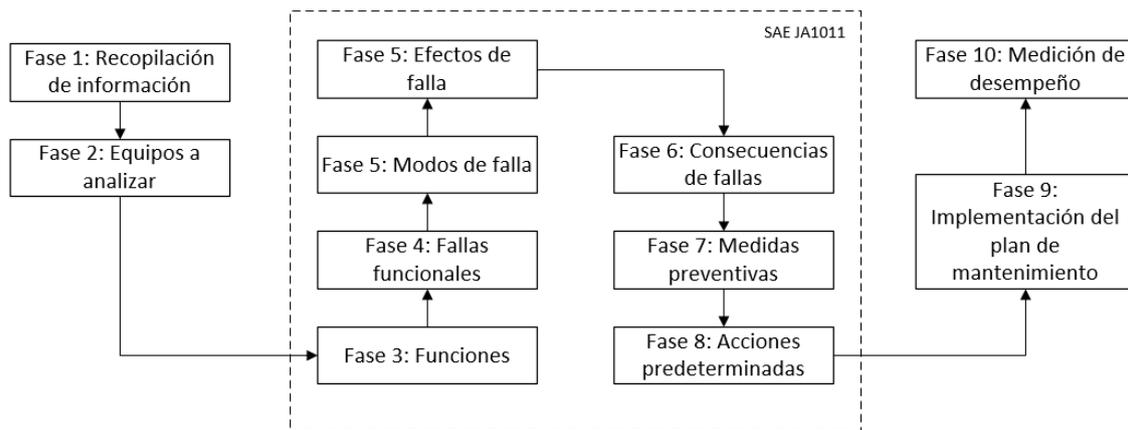
3.2. Modelo de Solución Propuesto

Para establecer un plan de mantenimiento preventivo adecuado manteniendo una elevada operatividad de los equipos, se desarrolló un proceso bajo el enfoque de la metodología RCM, apoyado por el análisis de criticidad, el cual se dividió en 10 fases mostrado en la figura 11, el primer objetivo específico, los diagnósticos del estado de los equipos están representados en las fases 1 y 2,

el segundo objetivo específico, los indicadores para el diseño del plan, control y seguimiento de los equipos están desarrollados desde la fase 3 hasta la fase 8, el tercer objetivo específico, la ejecución del plan se muestra en la fase 9 y finalmente, el cuarto objetivo específico, la evaluación de los resultados del plan de mantenimiento preventivo está en la fase 10.

Figura 11

Diagrama de bloques del modelo de solución



Fuente: Elaboración propia

- Fase 1: Recolección de información. Se recolecta la información previa de los equipos del sistema de iluminación necesaria para el desarrollo del proyecto.
- Fase 2: Equipos a analizar. Se recolecta la información necesaria y con apoyo del personal del TPJ se desarrolla un análisis de criticidad para obtener los equipos críticos y de media criticidad, los cuales serán estructurados en forma arbórea.
- Fase 3: Listado de funciones. Se debe conocer las funciones del equipo, tanto las funciones principales como las secundarias.
- Fase 4: Determinación de fallas funcionales. Se enlista todas las formas en que la función del sistema pueda fallar.
- Fase 5: Determinación de los modos y efectos de falla. Se determina las causas fundamentales y los efectos de cada uno de los modos de falla mediante el desarrollo el Análisis de modos de fallas y efectos.

- Fase 6: Estudio de las consecuencias de las fallas. Se determinarán los tipos de consecuencias, estos son sobre la seguridad, operacionales y no operacionales
- Fase 7: Determinación de las medidas preventivas. Se determinan las tareas propuestas, que son mantenimiento basado en la condición, restauración programada, sustitución programada, búsqueda de falla, rediseño o ningún mantenimiento.
- Fase 8: Acciones predeterminadas. Es el listado de las tareas a ejecutar.
- Fase 9: Implementación del plan de mantenimiento. Es la puesta en marcha de las medidas preventivas.
- Fase 10: Medición de desempeño. Análisis de los equipos malogrados durante y después del plan de mantenimiento desarrollado.

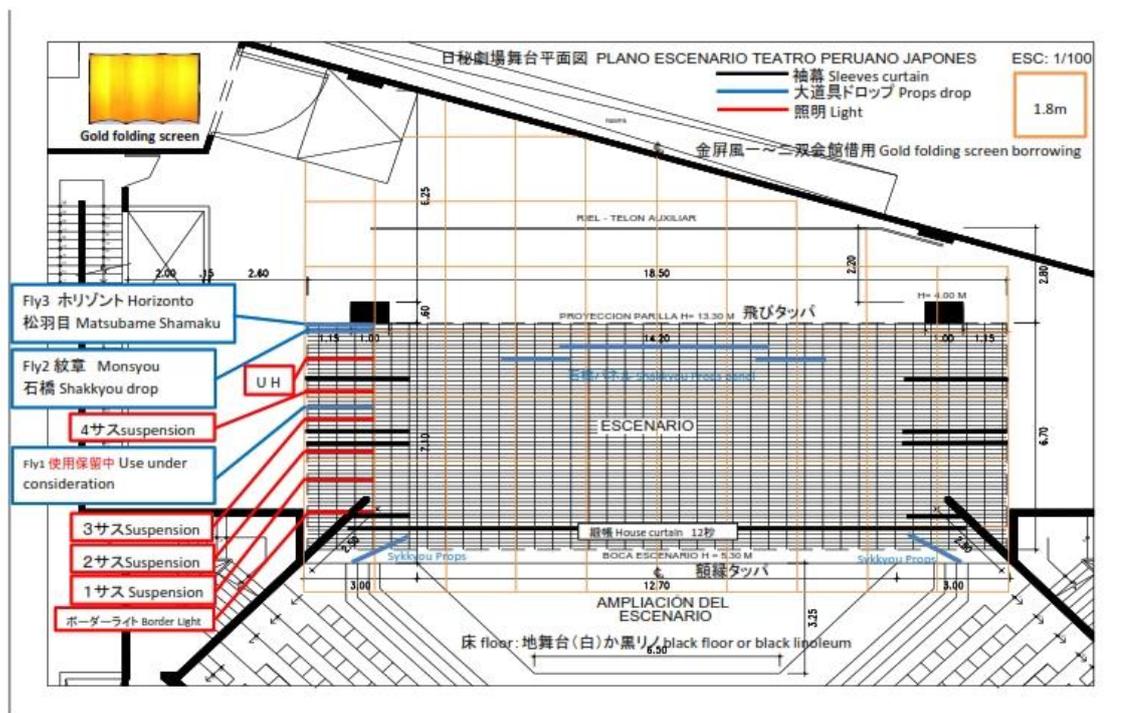
Previo al desarrollo de las fases se realizó las coordinaciones entre el equipo de trabajo del TPJ y equipo de Novolite Screen & Light SAC, en la figura 12 se muestra el cronograma de actividades mediante el diagrama de Gantt especificando los tiempos de duración de cada una de las fases, además, el proyecto presenta una ruta crítica debido a que se tiene que culminar con una fase para continuar con la fase siguiente.

Fase 1: Recolección de información

En esta fase se adjunta la información relevante del TPJ que servirá como base para el desarrollo del plan de mantenimiento, como el plano de del escenario en la figura 13, lista de equipos del sistema de iluminación detallando las cantidades, el estado de funcionamiento, la antigüedad en años y listándolas sin exclusión ni categorización en la tabla 2, registro de fallas durante el 2018 detallando las fechas, marca, modelo, serie, diagnóstico y trabajos realizados para su reparación en la tabla 3 y las especificaciones técnicas de los equipos adjuntado en los anexos.

Figura 13

Plano de escenario del TPJ



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2*Listado de equipos del TPJ*

| Item | Equipos | Cant. | Estado | Antigüedad |
|-------------|---|--------------|---------------|-------------------|
| 1 | Consola Command Wing, marca: MA Lighting | 1 | Operativa | 6 años |
| 2 | Extensión Fader Wing, marca: MA Lighting | 1 | Operativa | 7 años |
| 3 | Splitter Net-X, marca: Chauvet Professional | 3 | Operativa | 10 años |
| 4 | Móvil Scenius Spot, marca: Clay Paky | 6 | Operativa | 5 años |
| 5 | Seguidor Super Korrigan 1200w, marca: Robert Juliat | 2 | Operativa | 7 años |
| 6 | Móvil Qwash 419z, marca: Chauvet Professional | 12 | Operativa | 7 años |
| 7 | Parled Colordash H12IP, marca: Chauvet Professional | 8 | Operativa | 7 años |
| 8 | Leko Source Four Zoom 15-30, marca: ETC | 12 | Operativa | 10 años |
| 9 | Fresnel 1K, marca: Genérico | 16 | Operativa | 10 años |
| 10 | Plano Convexo (PC) 1K, marca: Genérico | 50 | Operativa | 12 años |
| 11 | Dimmer Sensor 3, marca: ETC | 1 | Operativa | 7 años |
| 12 | Dimmer SmartPack, marca: ETC | 5 | Operativa | 10 años |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se observa el registro de fallas de los equipos de iluminación escénica del TPJ, que se obtuvo del software kardex del área de soporte técnico de Novolite Screen & Light SAC, donde O.T. es el orden de trabajo interno y F. INGRESO es la fecha de ingreso del equipo al taller. Se tiene un registro de 65 averías y se aprecia que todos los equipos ingresados fueron reparados.

Tabla 3

Registro de falla de los equipos de iluminación escénica del año 2018

| O. T. | F. INGRESO | MARCA | MODELO | ESTADO | Nº SERIE | DIAGNOSTICO | TRABAJOS REALIZADOS |
|-------|------------|--------------|--|----------|-------------------------|---|---------------------------------|
| 303 | 11/12/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Reparado | 01010722- 140900044 | No enciende el equipo | Reparación de tarjeta mainboard |
| 302 | 11/12/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Reparado | 01010722- 140900028 | Todos los colores indican encendidos y no se apagan | Reparación de tarjeta mainboard |
| 281 | 20/11/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Reparado | 0303129703 17-000499 | Aparecen líneas en la pantalla | Cambio de pantalla |
| 280 | 20/11/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Reparado | 0303129703 17-000500 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |
| 279 | 20/11/18 | ETC | LEKO SOURCE FOUR ZOOM 15- 30 | Reparado | SN | No hace zoom | Cambio de riel de zoom |
| 271 | 18/10/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Reparado | 01010722- 140900065 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |
| 270 | 18/10/18 | ETC | SMARTP ACK | Reparado | SN | Salida 4 no funciona | Reparación de pista electrónica |
| 266 | 03/10/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Reparado | 01010722- 140900028 | No hace movimiento de tilt | Cambio de sensor de tilt |
| 265 | 03/10/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Reparado | AF001765 | Shutter no abre completamente | Cambio de cuchillas de shutter |
| 264 | 03/10/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Reparado | AF001817 | Shutter no abre completamente | Cambio de cuchillas de shutter |
| 263 | 03/10/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Reparado | AF001741 | Shutter no abre completamente | Cambio de cuchillas de shutter |
| 262 | 03/10/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Reparado | AF001772 | Shutter no abre completamente | Cambio de cuchillas de shutter |
| 261 | 03/10/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Reparado | AF001740 | Shutter no abre completamente | Cambio de cuchillas de shutter |
| 260 | 03/10/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Reparado | AF001744 | Shutter no abre completamente | Cambio de cuchillas de shutter |
| 231 | 06/09/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Reparado | 0303129703 17-000500 | Pantalla no se visualiza | Cambio de pantalla |

| | | | | | | | |
|-----|----------|------------------------|--|--------------|-----------------------------|---|--|
| 223 | 23/08/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 140900010 | No encienden los leds | Reparación de tarjeta mainboard |
| 222 | 23/08/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Repar ado | 030312- 9703170005 00 | Equipo no enciende | Cambio de fuente |
| 221 | 23/08/18 | MA LIGHTING GMA2 | COMMAN D WING | Repar ado | CW1209016 36 | Valores inestables al girar el encoder | Cambio de encoder |
| 206 | 10/08/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 140900010 | No reconoce señal | Reparación de mainboard |
| 205 | 10/08/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Repar ado | AF001765 | No enciende la lámpara | Cambio de balastro |
| 204 | 10/08/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Repar ado | AF001817 | No enciende la lámpara | Cambio de balastro |
| 178 | 18/07/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 130600317 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |
| 177 | 18/07/18 | ETC | SENSOR 3 | Repar ado | SN | No funciona la salida 21 y 22 | Cambio de módulo de regulador de corriente |
| 176 | 18/07/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Repar ado | 030312- 9703170004 88 | No ilumina el color verde | Cambio de led verde |
| 142 | 06/06/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 1010722140 900060 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |
| 141 | 06/06/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 140900028 | Led rojo no enciende | Cambio de led rojo |
| 140 | 06/06/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 140900048 | Led rojo no enciende | Cambio de led rojo |
| 139 | 06/06/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 130600392 | Led rojo no enciende | Cambio de led rojo |
| 138 | 06/06/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01040722- 130800408 | No hace zoom | Cambio de motor de zoom |
| 137 | 06/06/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Repar ado | 030312- 9703170005 00 | Pantalla no se visualiza | Cambio de pantalla |
| 136 | 06/06/18 | ETC | LEKO SOURCE FOUR ZOOM 15- 30 | Repar ado | SN | No hace zoom | Cambio de riel de zoom |
| 119 | 17/05/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Repar ado | AF001772 | No enciende | Reparación de cableado del tomacorriente |
| 118 | 17/05/18 | ETC | LEKO SOURCE FOUR ZOOM 15- 30 | Repar ado | SN | No enciende la lámpara | Cambio de socket |

| | | | | | | | |
|-----|----------|------------------------|------------------------|--------------|-----------------------------|--|---|
| 117 | 17/05/18 | MA LIGHTING GMA2 | FADER WING | Repar ado | FW14100119 1 | Valores inestables al mover el fader | Cambio de fader |
| 116 | 17/05/18 | ETC | SMARTP ACK | Repar ado | SN | Salida 9 y 10 no funcionan | Cambio de módulo de corriente con disipador |
| 104 | 24/04/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 1010722140 900060 | No mueve el tilt | Cambio de sensor de tilt |
| 103 | 24/04/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Repar ado | AF001740 | No se visualiza la pantalla | Cambio de pantalla |
| 97 | 18/04/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 1010722140 900020 | No gira pan, tilt y no encienden los colores | Cambio de tarjeta mainboard |
| 96 | 18/04/18 | ETC | SENSOR 3 | Repar ado | SN | No funciona la salida 63 y 64 | Cambio de módulo de regulador de corriente |
| 95 | 18/04/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Repar ado | 030312- 9703170004 99 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |
| 94 | 18/04/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Repar ado | 030312- 9703170004 87 | No funcionan los botones del mainboard | Reparación de tarjeta mainboard |
| 85 | 02/04/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Repar ado | 030312- 9703170004 83 | Se apagan los leds | Cambio de sensor de temperatura |
| 84 | 02/04/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 130600308 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |
| 83 | 02/04/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Repar ado | AF001740 | No hace movimiento de tilt | Ajuste de faja de tilt |
| 82 | 02/04/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Repar ado | AF001744 | No hace cambio de filtros de colores | Cambio de sensores de filtros de colores |
| 68 | 26/03/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 130600350 | No prende el color blanco | Reparación de tarjeta de driver |
| 67 | 26/03/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 140900010 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |
| 66 | 26/03/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 140900048 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |
| 65 | 26/03/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Repar ado | 0303129703 17-000499 | No reconoce señal | Cambio de conector dmx macho |
| 64 | 26/03/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Repar ado | AF001817 | Equipo no enciende | Cambio de fuente |
| 63 | 26/03/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Repar ado | AF001772 | No se mueve el tilt | Cambio de sensor de tilt |
| 62 | 22/03/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 130600317 | Color verde no funciona | Reparación de tarjeta de driver |
| 61 | 22/03/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 130600517 | Los leds bajan su potencia | Cambio de ventilador |

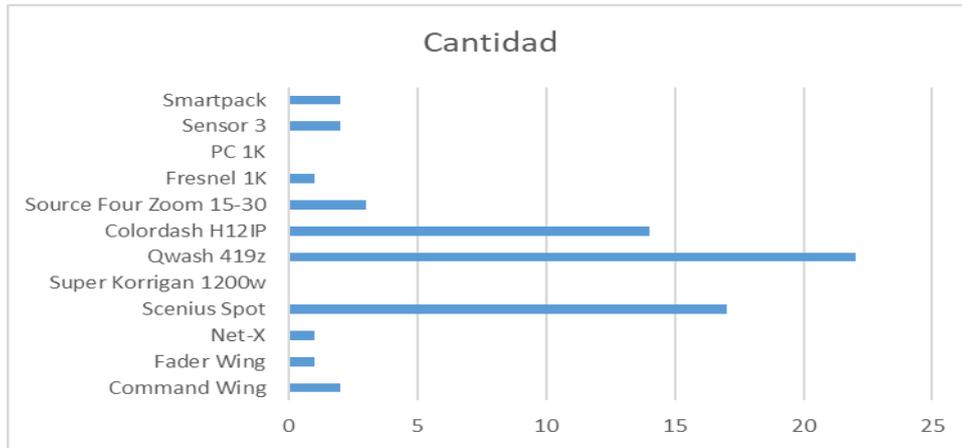
| | | | | | | | |
|----|----------|------------------------|------------------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------------|--|
| 60 | 22/03/18 | ETC | FRESNEL 1K | Repar ado | SN | Lente roto | Cambio de lente |
| 59 | 22/03/18 | MA LIGHTING GMA2 | COMMAN D WING | Repar ado | CW1209016 36 | No se conecta a la computadora | Reemplazo de conector usb-b hembra |
| 58 | 22/03/18 | CHAUVET | NET-X | Repar ado | 0308085809- 15000227 | No funciona la salida dmx 6 | Reparación de tarjeta de dmx |
| 45 | 13/03/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 130600308 | Los leds iluminan poco | Cambio de ventilador de la cabeza |
| 44 | 13/03/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Repar ado | AF001741 | Lámpara se apaga | Cambio de ventilador de la cabeza |
| 43 | 13/03/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Repar ado | 030312- 9703170004 84 | Equipo no enciende | Cambio de fuente |
| 12 | 16/01/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Repar ado | 030312- 9703170004 91 | Se ven rayas en la pantalla | Cambio de pantalla |
| 11 | 16/01/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Repar ado | 0303129703 17-000499 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |
| 6 | 11/01/18 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | Repar ado | AF001772 | No enciende la lámpara | Cambio de ignitor |
| 5 | 11/01/18 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | Repar ado | 01010722- 140900044 | No prende el color verde | Cambio de led verde |
| 4 | 11/01/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Repar ado | 030312- 9703170004 88 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |
| 3 | 11/01/18 | CHAUVET | COLORD ASH H12IP | Repar ado | 030312- 9703170004 92 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 14, se muestra los equipos que sufrieron más averías en base a la tabla 3, donde se halló que el Qwash 419z es el equipo con mayor cantidad de fallas, seguido del Scenius Spot y Colordash H12IP con 22, 17 y 14 fallas respectivamente.

Figura 14

Cantidad de averías en los equipos de iluminación escénica durante el año 2018



Fuente: Elaboración propia.

Las hojas de especificaciones técnicas proporcionados por el fabricante de los equipos se encuentran en la sección de anexos.

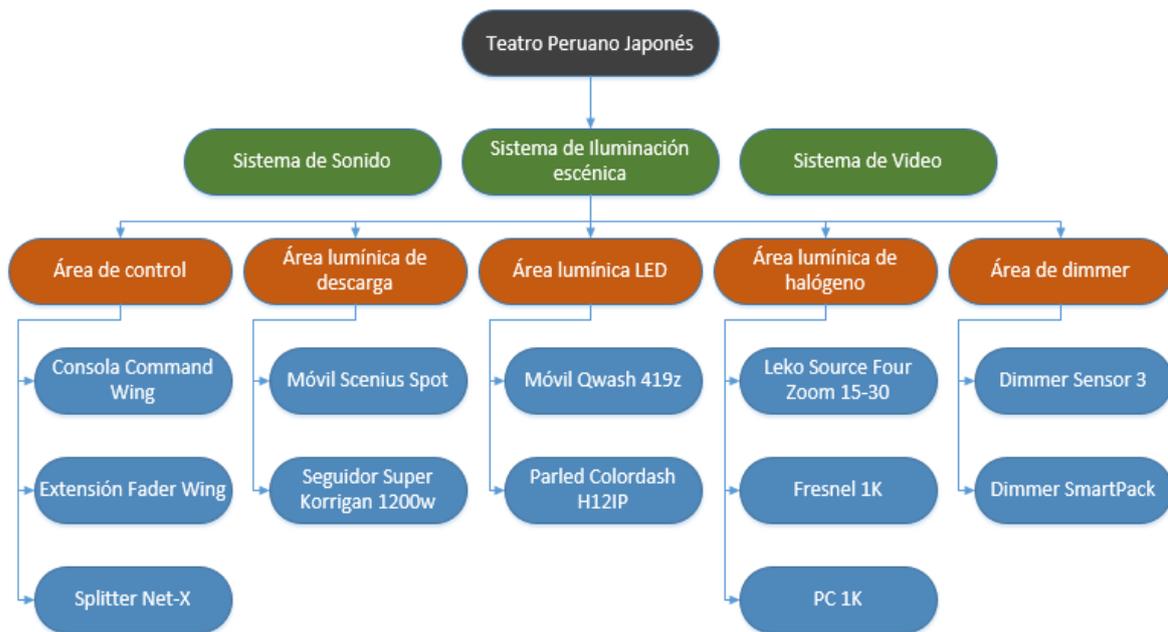
Fase 2: Equipos a analizar.

En esta fase en primer lugar se detallan los equipos del sistema de iluminación y luego se procede a desarrollar el análisis de criticidad.

Como se observa en la figura 15, se desarrolló un diagrama de estructura arbórea para identificar las partes dependientes, además se usó los colores para facilitar la identificación de los niveles; el primer nivel de color gris es la institución, en el segundo nivel de color verde, se tiene los sistemas que son conjuntos de elementos que realizan una función, en el tercer nivel de color naranja, se muestran las áreas que presentan una característica común y al cuarto nivel de color azul, se indican los equipos de iluminación escénica.

Figura 15

Estructura arbórea de los equipos de iluminación escénica.



Fuente: Elaboración propia

Análisis de criticidad

El análisis de criticidad consiste en ponderar varios criterios (frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costo de mantenimiento e impacto en seguridad, ambiente e higiene) de cada uno de los equipos y reflejarlos en una matriz para determinar los equipos críticos, de media criticidad y no críticos con la finalidad de priorizar los esfuerzos de mantenimiento en los equipos más críticos y de mediana criticidad. Como se observa en la tabla 4, se realiza el análisis de criticidad del área de control donde destaca la poca cantidad de fallas que se registran.

Tabla 4*Análisis de criticidad del área de control*

| Factores de criticidad | de | Descripción | Ponderación | Consola Command Wing | Extensión Fader Wing | Splitter Net-X |
|--|-----------|--|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Frecuencia de fallas (FF) | | Mayor a 16 fallas / año | 4 | | | |
| | | 11 a 16 fallas / año | 3 | | | |
| | | 5 a 10 fallas / año | 2 | | | |
| | | Menor a 5 fallas / año | 1 | X | X | X |
| Impacto Operacional (IO) | | Afecta totalmente la iluminación del evento | 10 | X | | X |
| | | Afecta más del 50% de la iluminación del evento | 7 | | | |
| | | Afecta menos del 50% de la iluminación del evento | 4 | | | |
| | | No genera ningún efecto significativo en la iluminación del evento | 1 | | X | |
| Flexibilidad Operacional (FO) | | No se dispone de otro equipo igual o similar | 4 | X | | X |
| | | El sistema puede seguir funcionando | 2 | | X | |
| | | Se dispone de otro equipo igual o similar | 1 | | | |
| Costo de Mantenimiento (CM) | | Mayor o igual a US\$200 | 3 | X | | |
| | | Entre US\$50 y menor a US\$200 | 2 | | X | |
| | | Menor a US\$50 | 1 | | | X |
| Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (ISAH) | | Afecta la seguridad humana externa o interna | 8 | | | |
| | | Afecta al ambiente causando daños irreversibles | 6 | | | |
| | | Afecta las instalaciones provocando daños severos | 4 | | | X |
| | | Provoca daños menores (accidentes e incidentes) | 2 | X | X | |
| | | Provoca daños ambientales cuyo efecto no viola las normas ambientales | 1 | | | |
| | | No provoca ningún tipo de daño a las personas, instalaciones o al ambiente | 0 | | | |
| | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

En esta parte se desarrolla los cálculos de manera independiente para los equipos que pertenecen al área de control, para posteriormente ser evaluado mediante una matriz.

1) Criticidad de Consola Command Wing:

Datos: FF: 1; IO: 10; FO: 4; CM: 3; ISAH: 2

Frecuencia= 1

$$\begin{aligned}\text{Consecuencia} &= (\text{IO} \times \text{FO}) + \text{CM} + \text{ISMA} \\ &= (10 \times 4) + 3 + 2 = 45\end{aligned}$$

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia = 45

2) Criticidad de Extensión Fader Wing:

Datos: FF: 1; IO: 1; FO: 2; CM: 2; ISAH: 2

Frecuencia= 1

$$\begin{aligned}\text{Consecuencia} &= (\text{IO} \times \text{FO}) + \text{CM} + \text{ISMA} \\ &= (1 \times 2) + 2 + 2 = 6\end{aligned}$$

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia = 6

3) Criticidad de Splitter Net-X:

Datos: FF: 1; IO: 10; FO: 4; CM: 1; ISAH: 4

Frecuencia= 1

$$\begin{aligned}\text{Consecuencia} &= (\text{IO} \times \text{FO}) + \text{CM} + \text{ISMA} \\ &= (10 \times 4) + 1 + 4 = 45\end{aligned}$$

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia = 45

Tabla 5*Análisis de criticidad del área lumínica de descarga*

| Factores de criticidad | Descripción | Ponderación | Móvil Scenius Spot | Seguidor Súper Korrigan 1200w |
|--|--|--------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Frecuencia de fallas (FF) | Mayor a 16 fallas / año | 4 | X | |
| | 11 a 16 fallas / año | 3 | | |
| | 5 a 10 fallas / año | 2 | | |
| | Menor a 5 fallas / año | 1 | | X |
| Impacto Operacional (IO) | Afecta totalmente la iluminación del evento | 10 | | |
| | Afecta más del 50% de la iluminación del evento | 7 | | |
| | Afecta menos del 50% de la iluminación del evento | 4 | X | X |
| | No genera ningún efecto significativo en la iluminación del evento | 1 | | |
| Flexibilidad Operacional (FO) | No se dispone de otro equipo igual o similar | 4 | | |
| | El sistema puede seguir funcionando | 2 | X | |
| | Se dispone de otro equipo igual o similar | 1 | | X |
| Costo de Mantenimiento (CM) | Mayor o igual a US\$200 | 3 | | |
| | Entre US\$50 y menor a US\$200 | 2 | X | X |
| | Menor a US\$50 | 1 | | |
| Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (ISAH) | Afecta la seguridad humana externa o interna | 8 | | |
| | Afecta al ambiente causando daños irreversibles | 6 | | |
| | Afecta las instalaciones provocando daños severos | 4 | | |
| | Provoca daños menores (accidentes e incidentes) | 2 | X | X |
| | Provoca daños ambientales cuyo efecto no viola las normas ambientales | 1 | | |
| | No provoca ningún tipo de daño a las personas, instalaciones o al ambiente | 0 | | |

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de equipos del área lumínica de descarga, en la tabla 5, se observa que las frecuencias de fallas son diferentes, lo que repercute en el cálculo de criticidad.

4) Criticidad de Móvil Scenius Spot:

Datos: FF: 4; IO: 4; FO: 2; CM: 2; ISAH: 2

Frecuencia = 4

Consecuencia = (IO x FO) + CM + ISMA

$$= (4 \times 2) + 2 + 2$$

$$= 12$$

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia = 48

5) Criticidad de Seguidor Súper Korrigan 1200w:

Datos: FF: 1; IO: 4; FO: 1; CM: 2; ISAH: 2

Frecuencia = 1

Consecuencia = (IO x FO) + CM + ISMA

$$= (4 \times 1) + 2 + 2$$

$$= 8$$

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia = 8

Tabla 6*Análisis de criticidad del área lumínica LED*

| Factores de criticidad | Descripción | Ponderación | Móvil Qwash 419z | Parled Colordash Par H12IP |
|--------------------------------------|--|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Frecuencia de fallas (FF) | Mayor a 16 fallas / año | 4 | X | |
| | 11 a 16 fallas / año | 3 | | X |
| | 5 a 10 fallas / año | 2 | | |
| | Menor a 5 fallas / año | 1 | | |
| Impacto Operacional (IO) | Afecta totalmente la iluminación del evento | 10 | | |
| | Afecta más del 50% de la iluminación del evento | 7 | | |
| | Afecta menos del 50% de la iluminación del evento | 4 | X | X |
| | No genera ningún efecto significativo en la iluminación del evento | 1 | | |
| Flexibilidad Operacional (FO) | No se dispone de otro equipo igual o similar | 4 | | |
| | El sistema puede seguir funcionando | 2 | X | X |
| | Se dispone de otro equipo igual o similar | 1 | | |
| Costo de Mantenimiento (CM) | Mayor o igual a US\$200 | 3 | | |
| | Entre US\$50 y menor a US\$200 | 2 | | |
| | Menor a US\$50 | 1 | X | X |
| Impacto en Seguridad Ambiente (ISAH) | Afecta la seguridad humana externa o interna | 8 | | |
| | Afecta al ambiente causando daños irreversibles | 6 | | |
| Impacto en Higiene (ISAH) | Afecta las instalaciones provocando daños severos | 4 | | |
| | Provoca daños menores (accidentes e incidentes) | 2 | X | X |
| | Provoca daños ambientales cuyo efecto no viola las normas ambientales | 1 | | |
| | No provoca ningún tipo de daño a las personas, instalaciones o al ambiente | 0 | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6, se halló que ambos equipos de iluminación escénica del área lumínica led presentan un alto nivel de frecuencia de fallas, lo que conlleva a tener un alto valor de criticidad.

6) Criticidad de Móvil Qwash 419z:

Datos: FF: 4; IO: 4; FO: 2; CM: 1; ISAH: 2

Frecuencia = 4

Consecuencia = (IO x FO) + CM + ISMA

$$= (4 \times 2) + 1 + 2$$

$$= 11$$

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia = 44

7) Criticidad de Parled Colordash Par H12IP:

Datos: FF: 3; IO: 4; FO: 2; CM: 1; ISAH: 2

Frecuencia = 3

Consecuencia = (IO x FO) + CM + ISMA

$$= (4 \times 2) + 1 + 2$$

$$= 11$$

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia = 33

En la tabla 7, se observa niveles similares en la frecuencia de fallas equipos de iluminación escénica del área lumínica de descarga, lo que conlleva a tener un bajo valor de criticidad.

Tabla 7*Análisis de criticidad del área lumínica de halógenos*

| Factores de criticidad | Descripción | Ponderación | Leko Source Four Zoom 15-30 | Fresnel 1K | PC 1K |
|--|--|--------------------|------------------------------------|-------------------|--------------|
| Frecuencia de fallas (FF) | Mayor a 16 fallas / año | 4 | | | |
| | 11 a 16 fallas / año | 3 | | | |
| | 5 a 10 fallas / año | 2 | | | |
| | Menor a 5 fallas / año | 1 | X | X | X |
| Impacto Operacional (IO) | Afecta totalmente la iluminación del evento | 10 | | | |
| | Afecta más del 50% de la iluminación del evento | 7 | | | |
| | Afecta menos del 50% de la iluminación del evento | 4 | X | | |
| | No genera ningún efecto significativo en la iluminación del evento | 1 | | X | X |
| Flexibilidad Operacional (FO) | No se dispone de otro equipo igual o similar | 4 | | | |
| | El sistema puede seguir funcionando | 2 | X | | |
| | Se dispone de otro equipo igual o similar | 1 | | X | X |
| Costo de Mantenimiento (CM) | Mayor o igual a US\$200 | 3 | | | |
| | Entre US\$50 y menor a US\$200 | 2 | | | |
| | Menor a US\$50 | 1 | X | X | X |
| Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (ISAH) | Afecta la seguridad humana externa o interna | 8 | | | |
| | Afecta al ambiente causando daños irreversibles | 6 | | | |
| | Afecta las instalaciones provocando daños severos | 4 | | | |
| | Provoca daños menores (accidentes e incidentes) | 2 | X | X | X |
| | Provoca daños ambientales cuyo efecto no viola las normas ambientales | 1 | | | |
| | No provoca ningún tipo de daño a las personas, instalaciones o al ambiente | 0 | | | |

Fuente: Elaboración propia

8) Criticidad de Leko Source Four Zoom 15-30:

Datos: FF: 1; IO: 4; FO: 2; CM: 1; ISAH: 2

Frecuencia = 1

Consecuencia = (IO x FO) + CM + ISMA

$$= (4 \times 2) + 1 + 2$$

$$= 11$$

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia = 11

9) Criticidad de Fresnel 1K:

Datos: FF: 1; IO: 1; FO: 1; CM: 1; ISAH: 2

Frecuencia = 1

Consecuencia = (IO x FO) + CM + ISMA

$$= (1 \times 1) + 1 + 2$$

$$= 4$$

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia = 4

10) Criticidad de PC 1K:

Datos: FF: 1; IO: 1; FO: 1; CM: 1; ISAH: 2

Frecuencia = 1

Consecuencia = (IO x FO) + CM + ISMA

$$= (1 \times 1) + 1 + 2$$

$$= 4$$

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia = 4

Tabla 8*Análisis de criticidad del sistema de dimmers*

| Factores de criticidad | Descripción | Ponderación | Dimmer Sensor 3 | Dimmer SmartPack |
|--|--|--------------------|------------------------|-------------------------|
| Frecuencia de fallas (FF) | Mayor a 16 fallas / año | 4 | | |
| | 11 a 16 fallas / año | 3 | | |
| | 5 a 10 fallas / año | 2 | | |
| | Menor a 5 fallas / año | 1 | X | X |
| Impacto Operacional (IO) | Afecta totalmente la iluminación del evento | 10 | | |
| | Afecta más del 50% de la iluminación del evento | 7 | X | |
| | Afecta menos del 50% de la iluminación del evento | 4 | | X |
| | No genera ningún efecto significativo en la iluminación del evento | 1 | | |
| Flexibilidad Operacional (FO) | No se dispone de otro equipo igual o similar | 4 | X | X |
| | El sistema puede seguir funcionando | 2 | | |
| | Se dispone de otro equipo igual o similar | 1 | | |
| Costo de Mantenimiento (CM) | Mayor o igual a US\$200 | 3 | X | |
| | Entre US\$50 y menor a US\$200 | 2 | | X |
| | Menor a US\$50 | 1 | | |
| Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (ISAH) | Afecta la seguridad humana externa o interna | 8 | | |
| | Afecta al ambiente causando daños irreversibles | 6 | | |
| | Afecta las instalaciones provocando daños severos | 4 | X | X |
| | Provoca daños menores (accidentes e incidentes) | 2 | | |
| | Provoca daños ambientales cuyo efecto no viola las normas ambientales | 1 | | |
| | No provoca ningún tipo de daño a las personas, instalaciones o al ambiente | 0 | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se aprecia un bajo nivel de frecuencia de fallas en ambos equipos de iluminación escénica del área de dimmers, pero se tiene niveles moderados a altos en los criterios de impacto operacional y flexibilidad operacional, lo que implica a tener un valor mediano a alto en la criticidad.

11) Criticidad de Dimmer Sensor 3:

Datos: FF: 1; IO: 7; FO: 4; CM: 3; ISAH: 4

Frecuencia = 1

Consecuencia = $(IO \times FO) + CM + ISMA = (7 \times 4) + 3 + 4 = 35$

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia = 35

12) Criticidad de Dimmer SmartPack:

Datos: FF: 1; IO: 4; FO: 4; CM: 2; ISAH: 4

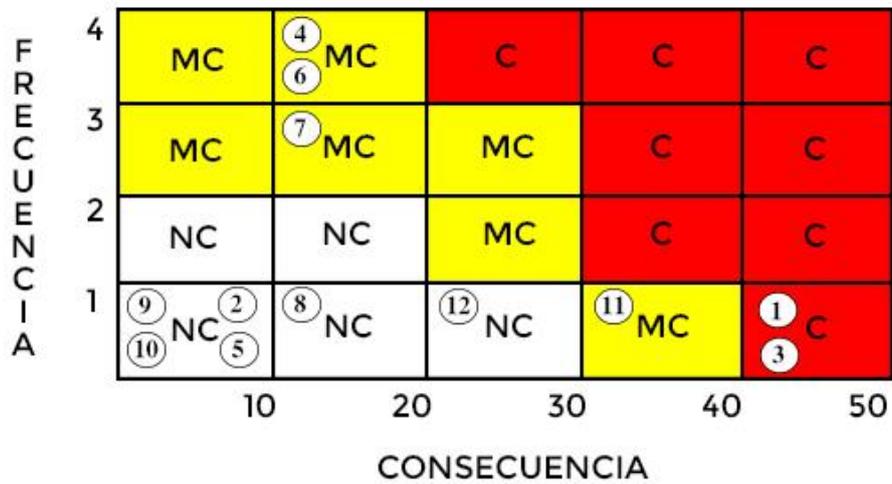
Frecuencia = 1

Consecuencia = $(IO \times FO) + CM + ISMA = (4 \times 4) + 2 + 4 = 22$

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencia = 22

Cada uno de los resultados son colocados en la matriz de criticidad considerando su frecuencia y consecuencia. Según el resultado de la matriz de criticidad en la figura 16, los equipos críticos son identificados con los números 1 y 3, siendo la Consola Command Wing y el Splitter Net-X respectivamente, mientras que los equipos de media criticidad son identificados con los números 4, 6, 7 y 11, siendo el móvil Scenius Spot, móvil Qwash 419z, parled Colordash H12IP y dimmer Sensor 3 respectivamente.

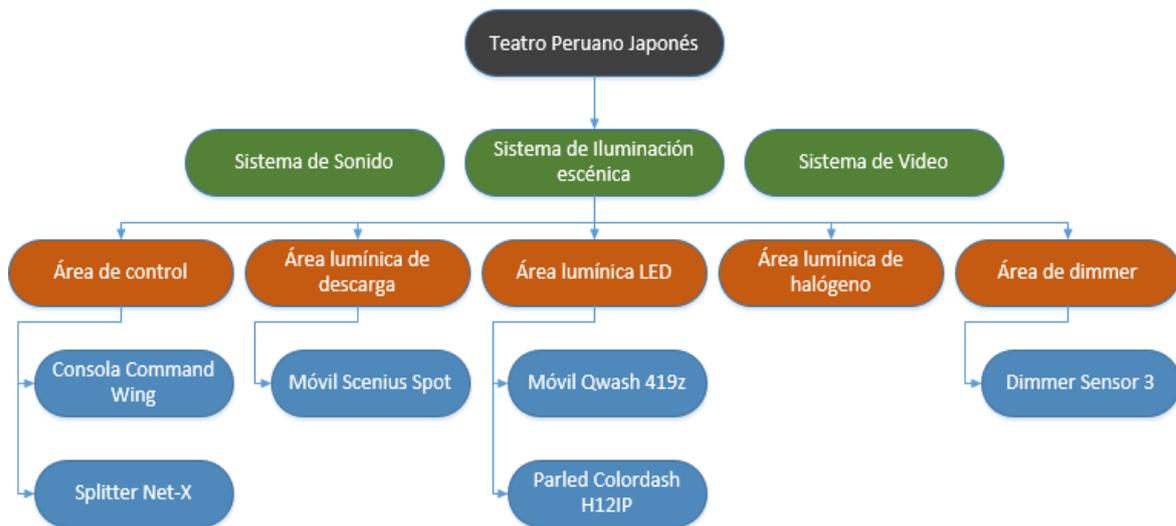
Figura 16
Matriz de criticidad



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, los equipos críticos y de media criticidad son considerados para desarrollar el RCM, en la figura 17 se indica la nueva disposición de estructura en árbol de los equipos de iluminación escénica del TPJ.

Figura 17
Estructura arbórea de equipos críticos y media criticidad



Fuente: Elaboración propia

Fase 3: Listado de funciones

En esta fase se describen las funciones de cada uno de los tipos de equipos, las funciones se dividen en dos categorías, las funciones primarias que define la razón principal de adquisición del producto y las funciones secundarias, que son las funciones adicionales a la función primaria, para la identificación de todas las funciones secundarias se emplea el método ESCAPE que se refiere a las iniciales de Ecología – integridad ambiental, Seguridad/Integridad estructural, Control/contención/confort, Apariencia, Protección y Eficiencia/economía.

En la tabla 9, se muestra las funciones de la consola que principalmente se encarga de controlar los equipos de iluminación escénica hasta 2048 parámetros.

Tabla 9

Funciones de la consola Command Wing

| Consola Command Wing | |
|----------------------------------|--|
| | Funcionamiento |
| Función primaria | Controlar hasta 2048 parámetros de equipos de iluminación profesional |
| Funciones secundarias | |
| Ecología - integridad ambiental | - |
| Seguridad/integridad estructural | Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica |
| Control/contención/confort | Visualizar en una pantalla mediante el software GrandMA onPC las acciones ejecutadas |
| Apariencia | - |
| Protección | - |
| Eficiencia/economía | Consumir hasta 40W |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10, observamos que la función principal del Splitter Net-X es repetir la señal DMX que proviene del equipo de control para ser distribuida a los equipos lumínicos.

Tabla 10*Funciones del splitter Net-X*

| Splitter Net-X | |
|----------------------------------|---|
| | Funcionamiento |
| Función primaria | Repetir señal DMX hasta por 8 puertos |
| Funciones secundarias | |
| Ecología - integridad ambiental | - |
| Seguridad/integridad estructural | Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica |
| Control/contención/confort | - |
| Apariencia | - |
| Protección | - |
| Eficiencia/economía | Consumir hasta 30W |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11*Funciones del móvil Scenius Spot*

| Móvil Scenius Spot | |
|----------------------------------|---|
| | Funcionamiento |
| Función primaria | Iluminar el ambiente entre 90000 lm y 120000 lm |
| Funciones secundarias | |
| Ecología - integridad ambiental | - |
| Seguridad/integridad estructural | Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica |
| Control/contención/confort | Controlar shutter a posiciones desde abierto a cerrado Muestra el estado del equipo mediante una pantalla Controlar la rotación del pan hasta 540° Controlar la rotación del tilt hasta 268° Controlar el ángulo de apertura entre 8° a 48° |
| Apariencia | - |
| Protección | Apagar la lámpara cuando el equipo caliente más de 45 °C |
| Eficiencia/economía | Consumir hasta 1800W |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, se indica las funciones del móvil Scenius Spot, que presenta como función principal la de iluminar espacios entre 90000 y 120000 lumen, además presenta funciones secundarias muy apreciadas como la rotación de pan, tilt para direccionar la luz y control del shutter para controlar la potencia del haz de luz.

Por su lado, el móvil Qwash 419z en la tabla 12 señala que su función principal es iluminar entre 6800 a 9130 lx a 5 metros de distancia y sus funciones secundarias más llamativas son la rotación de pan, tilt para direccionar la luz y el control de ángulo de apertura para poder iluminar lugares amplios.

Tabla 12

Funciones del móvil Qwash 419z

| Móvil Qwash 419z | |
|----------------------------------|--|
| | Funcionamiento |
| Función primaria | Iluminar el ambiente entre 6800 lx y 9130 lx a 5 metros |
| Funciones secundarias | |
| Ecología - integridad ambiental | - |
| Seguridad/integridad estructural | Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica |
| Control/contención/confort | Controlar el ángulo de apertura entre 12.5° a 45° Muestra el estado del equipo mediante una pantalla Controlar la rotación del pan hasta 540° Controlar la rotación del tilt hasta 270° |
| Apariencia | - |
| Protección | Apagar los leds cuando el equipo calienta más de 40 °C |
| Eficiencia/economía | Consumir hasta 304W |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 13, se observa las funciones principales del parled Colordash H12IP, que tiene como función principal el de iluminar entre 885 a 1180 lx a 5 metros de distancia.

Tabla 13*Funciones del parled Colordash H12IP*

| Parled Colordash H12IP | |
|----------------------------------|---|
| | Funcionamiento |
| Función primaria | Iluminar el ambiente entre 885 lx y 1180 lx a 5 metros |
| Funciones secundarias | |
| Ecología - integridad ambiental | - |
| Seguridad/integridad estructural | Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica Muestra el estado del equipo mediante una pantalla |
| Control/contención/confort | - |
| Apariencia | - |
| Protección | Apagar los leds cuando el equipo calienta más de 40 °C |
| Eficiencia/economía | Consumir hasta 117W |

Fuente: Elaboración propia

El equipo dimmer Sensor 3, en la tabla 14, señala que la función principal es el de controlar la intensidad de corriente de hasta 96 equipos.

Tabla 14*Funciones del dimmer Sensor 3*

| Dimmer Sensor 3 | |
|----------------------------------|---|
| | Funcionamiento |
| Función primaria | Controla la intensidad de corriente eléctrica de 96 equipos |
| Funciones secundarias | |
| Ecología - integridad ambiental | - |
| Seguridad/integridad estructural | Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica |
| Control/contención/confort | - |
| Apariencia | - |
| Protección | Apagar el equipo cuando caliente más de 40 °C |
| Eficiencia/economía | - |

Fuente: Elaboración propia

Fase 4: Determinación de fallas funcionales

En esta fase se determinan las fallas funcionales de cada uno de los tipos de equipos, esto se refiere a la falta de capacidad de cumplir con una función respectiva. Además, cada ítem está señalado por un identificador, en el caso de las funciones se enumeran con números arábigos empezando desde el uno y las fallas funcionales se identifican con letras empezando desde la A.

En la tabla 15 se muestran las funciones y fallas funcionales de la consola Command Wing, entre las fallas más perjudiciales se tienen la de no controlar equipos y controlarlos de manera errónea.

Tabla 15

Falla funcional de consola Command Wing

| FUNCION | FALLA FUNCIONAL |
|--|--|
| 1 Controlar hasta 2048 parámetros de equipos de iluminación profesional | A No controla equipos B Controla equipos erróneamente |
| 2 Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica | A El case tiene tensión eléctrica |
| 3 Visualizar en una pantalla mediante el software GrandMA onPC las acciones ejecutadas | A Incapaz de mostrar en el software GrandMA onPC las acciones ejecutadas |
| 4 Consumir hasta 40W | A No tiene consumo eléctrico |

Fuente: Elaboración propia

Por el lado del Splitter Net-X, en la tabla 16 se halló que las fallas funcionales principales son la de no repetir la señal DMX por los 8 puertos disponibles y enviar la señal con valores erróneos.

Mientras que, en las tablas 17, 18 y 19, se obtienen que las fallas funcionales principales son respecto a la luminosidad del equipo expresado en lumen o lux, cada equipo presenta un rango de luminosidad diferente según sus especificaciones técnicas y desgaste debido al tipo de lámpara.

Tabla 16*Falla funcional de splitter Net-X*

| FUNCION | | FALLA FUNCIONAL |
|---------|---|--|
| 1 | Repetir señal DMX hasta por 8 puertos | A Repite señal DMX por menos de 8 puertos B Envía señal DMX errónea |
| 2 | Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica | A El case tiene tensión eléctrica |
| 3 | Consumir hasta 30W | A No tiene consumo eléctrico |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17*Falla funcional de Móvil Scenius Spot*

| FUNCION | | FALLA FUNCIONAL |
|---------|--|---|
| 1 | Iluminar el ambiente entre 90000 lm y 120000 lm | A Ilumina el ambiente menos de 90000 lm |
| 2 | Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica | A El case tiene tensión eléctrica |
| 3 | Controlar shutter a posiciones desde abierto a cerrado | A Shutter mantiene una sola posición |
| 4 | Muestra el estado del equipo mediante una pantalla | A No muestra el estado del equipo mediante la pantalla |
| 5 | Controlar la rotación del pan hasta 540° | A No hace la rotación de pan B Rotación del pan sin control |
| 6 | Controlar la rotación del tilt hasta 268° | A No hace la rotación de tilt B Rotación del tilt sin control |
| 7 | Controlar el ángulo de apertura entre 8° a 48° | A Ángulo de apertura menor a 8° o mayor a 48° B Angulo de apertura fijo |
| 8 | Apagar la lámpara cuando el equipo caliente más de 45 °C | A No apaga la lámpara cuando el equipo calienta más de 45 °C B Apaga la lámpara cuando el equipo calienta menos de 45 °C |
| 9 | Consumir hasta 1800W | A No tiene consumo eléctrico |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18*Falla funcional de Móvil Qwash 419z*

| FUNCION | FALLA FUNCIONAL |
|---|---|
| 1 Iluminar el ambiente entre 6800 lx y 9130 lx a 5 metros | A Ilumina el ambiente menos de 6800 lx a 5m |
| 2 Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica | A El case tiene tensión eléctrica |
| 3 Controlar el ángulo de apertura entre 12.5° a 45° | A Ángulo de apertura menor a 12.5° o mayor a 45° B Angulo de apertura fijo |
| 4 Muestra el estado del equipo mediante una pantalla | A No muestra el estado del equipo mediante la pantalla |
| 5 Controlar la rotación del pan hasta 540° | A No hace la rotación de pan B Rotación del pan sin control |
| 6 Controlar la rotación del tilt hasta 268° | A No hace la rotación de tilt B Rotación del tilt sin control |
| 7 Apagar los leds cuando el equipo calienta más de 40 °C | A No apaga los leds cuando el equipo calienta más de 40 °C B Apaga los leds cuando el equipo calienta menos de 40 °C |
| 8 Consumir hasta 304W | A No tiene consumo eléctrico |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19*Falla funcional de Parled Colordash H12IP*

| FUNCION | FALLA FUNCIONAL |
|--|--|
| 1 Iluminar el ambiente entre 885 lx y 1180 lx a 5 metros | A Ilumina el ambiente menos de 6800 lx a 5m |
| 2 Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica | A El case tiene tensión eléctrica |
| 3 Muestra el estado del equipo mediante una pantalla | A No muestra el estado del equipo mediante la pantalla |
| 4 Apagar los leds cuando el equipo calienta más de 40 °C | A No apaga los leds cuando el equipo calienta más de 40 °C |
| 5 Consumir más de 0W y menos de 117W | A El consumo es 0W |

Fuente: Elaboración propia

La tabla 20 indica las fallas funcionales del dimmer Sensor 3, el cual tiene como falla principal el de controlar la intensidad de corriente de menos de 96 equipos.

Tabla 20

Falla funcional de Dimmer Sensor 3

| FUNCION | FALLA FUNCIONAL |
|---|---|
| 1 Controla la intensidad de corriente eléctrica de 96 equipos | A Controla la intensidad de corriente eléctrica de menos de 96 equipos |
| 2 Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica | A El case tiene tensión eléctrica |
| 3 Apagar el equipo cuando caliente más de 40 °C | A No apaga el equipo cuando calienta más de 40 °C B Apaga el equipo cuando calienta menos de 40 °C |

Fuente: Elaboración propia

Fase 5: Determinación de los modos y efectos de falla.

En esta fase se desarrolla el método de Análisis de Modos de Falla y sus Efectos (AMFE) para cada uno de los tipos de equipos de iluminación escénica. Los modos de falla se obtienen al hallar las causas de una falla funcional y deben ser descritas en la tabla con detalle para determinar un adecuado manejo de las fallas, mientras que los efectos son una descripción de los sucesos después de ocurrido un modo de falla. Además, los modos de falla de cada falla funcional se identifican con un número arábico empezado desde el uno.

En la tabla 21, se observa el desarrollo del AMFE para la consola Command Wing, donde los modos de fallos más frecuentes se deben al desgaste por el tiempo de uso y por el lado del efecto de falla, la que presenta un mayor tiempo de parada del equipo es de 8 días para el cambio de mainboard y los testeos correspondientes.

Tabla 21*Análisis de modos de falla y sus efectos de la consola Command Wing*

| FUNCION | FALLA FUNCIONAL | MODO DE FALLA | EFECTO DE FALLA |
|--|--|---|--|
| 1 Controlar hasta 2048 parámetros de equipos de iluminación profesional | A No controla equipos | 1 Pin DMX output roto por exceso de fuerza | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia de conector DMX output, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 3 días. |
| | | 2 Tarjeta DMX quemado por sulfato | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la tarjeta DMX, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| | | 3 Tarjeta mainboard quemada por sulfato | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la tarjeta mainboard, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 8 días. |
| | B Controla equipos erróneamente | 1 Encoder desgastado por uso | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el encoder, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 3 días. |
| | | 2 Mal contacto de los pines del DMX output por suciedad | Se apaga la consola y se limpia el puerto DMX output. Tiempo de parada del equipo es de 10 minutos. |
| | | 3 Fader desgastado por uso | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el encoder, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 3 días. |
| 2 Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica | A El case tiene tensión eléctrica | 1 Cable de fase tiene contacto con el case | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se revisa y corrige la línea de fase y tierra, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| 3 Visualizar en una pantalla las acciones ejecutadas mediante el software GrandMA onPC | A Incapaz de mostrar las acciones ejecutadas en el software GrandMA onPC | 1 Puerto USB hembra desgastado por uso | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el puerto USB hembra, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |

| | | | |
|----------------------|------------------------------|---|---|
| 4 Consumir hasta 40W | A No tiene consumo eléctrico | 2 Soldadura de puerto USB hembra quebrado | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se re-solda los contactos del USB hembra, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 4 días. |
| | | 3 Driver USB quemado por pico de voltaje | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el driver USB, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| | | 1 Cables de corriente quebrados por exceso de presión en el enchufe | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia de cable de corriente, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| | | 2 Fuente de alimentación quemada por humedad y suciedad | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la fuente de alimentación, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22, se muestra el desarrollo del AMFE para el splitter Net-X, donde los modos de falla más frecuentes se deben a la humedad y suciedad y el efecto de falla que tiene mayor tiempo de parada del equipo es de 8 días para el cambio de mainboard y las pruebas de funcionamiento.

Tabla 22*Análisis de modos de falla y sus efectos del splitter Net-X*

| FUNCION | FALLA FUNCIONAL | MODO DE FALLA | EFECTO DE FALLA | |
|---|------------------------|---|---|--|
| 1 Repetir señal DMX hasta por 8 puertos | A | 1 Repite señal DMX por menos de 8 puertos | 1 Pin DMX output están rotos por exceso de fuerza | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia de conector DMX output, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 3 días. |
| | | | 2 Tarjeta DMX quemado por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la tarjeta DMX, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| | | | 3 Tarjeta mainboard quemada por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la tarjeta mainboard, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 8 días. |
| | B | Envía señal DMX errónea | 1 Mal contacto de los pines del DMX output por suciedad | Se apaga el equipo. Se limpia el puerto DMX output y se hacen los testeos. Tiempo de parada del equipo es de 10 minutos. |
| 2 Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica | A | El case tiene tensión eléctrica | 1 Cable de fase tiene contacto con el case | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se revisa y corrige la línea de fase y tierra, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| 3 Consumir hasta a 30W | A | No tiene consumo eléctrico | 1 Cables de corriente quebrados por exceso de presión en el enchufe | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia de cable de corriente, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| | | | 2 Fuente de alimentación quemada por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la fuente de alimentación, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23, se observa el desarrollo del AMFE para el móvil Scenius Spot, donde los modos de fallos más frecuentes son por la humedad, suciedad y desgaste por el tiempo de uso, y por el lado del efecto de falla, la que presenta un mayor tiempo de parada del equipo es de 10 días para el cambio de faja de pan y los testeos correspondientes.

Tabla 23

Análisis de modos de falla y sus efectos del móvil Scenius Spot

| FUNCION | FALLA FUNCIONAL | MODO DE FALLA | EFECTO DE FALLA |
|---|---|---|---|
| 1 Iluminar el ambiente entre 90000 lm y 120000 lm | A Ilumina el ambiente menos de 90000 lm | 1 Lámpara desgastada por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la lámpara, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 3 días. |
| | | 2 Lámpara reventada por exceso de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la lámpara, reflector, filtro, luego se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 6 días. |
| | | 3 Balastro quemado por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se verifican los voltajes, se cambia el balastro, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| | | 4 Señal de encendido de lámpara no recibido | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se verifica y corrige los conectores de señal de la mainboard al balastro, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 4 días. |
| | | 5 Ventilador de lámpara no gira por acumulación de suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el ventilador, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| | | 6 Tarjeta DMX quemado por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la tarjeta DMX, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| 2 | Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica | A El case tiene tensión eléctrica | 1 Cable de fase tiene contacto con el case | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se revisa y corrige la línea de fase y tierra, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| 3 | Controlar shutter a posiciones desde abierto a cerrado | A Shutter mantiene una sola posición | 1 Shutter doblado por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el shutter, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| | | | 2 Motor de shutter atorado por suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el motor de shutter, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 4 días. |
| | | | 3 Correa de shutter suelta | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se tensa la correa de shutter, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 4 días. |
| 4 | Muestra el estado del equipo mediante una pantalla | A No muestra el estado del equipo mediante la pantalla | 1 Pantalla rota por golpe | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la pantalla, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 4 días. |
| | | | 2 Tarjeta mainboard quemada por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la tarjeta mainboard, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 8 días. |
| 5 | Controlar la rotación del pan hasta 540° | A No hace la rotación de pan | 1 Faja rota por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la faja de pan, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 10 días. |
| | | B Rotación del pan sin control | 1 Sensor de posición dañado por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el sensor de posición, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 3 días. |
| | | | 2 Faja gastada por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la faja de pan, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 10 días. |
| 6 | Controlar la rotación del tilt hasta 268° | A No hace la rotación de tilt | 1 Faja rota por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la faja de tilt, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 6 días. |

| | | | | |
|---|--|---|--|--|
| | B Rotación del tilt sin control | 1 Sensor de posición dañado por humedad y suciedad 2 Faja gastada por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el sensor de posición, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 3 días. Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la faja de tilt, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 6 días. | |
| 7 | Controlar el ángulo de apertura entre 8° a 48° | A Ángulo de apertura menor a 8° o mayor a 48° B Angulo de apertura fijo | 1 Eje del motor de zoom des calibrado por tiempo de uso 1 Motor de zoom atorado por suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se calibra el eje del motor de zoom, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el motor de zoom, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 4 días. |
| 8 | Apagar la lámpara cuando el equipo caliente más de 45 °C | A No apaga la lámpara cuando el equipo calienta más de 45 °C B Apaga la lámpara cuando el equipo calienta menos de 45 °C | 1 Termostato en cortocircuito 1 Termostato dañado por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el termostato, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el termostato, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| 9 | Consumir hasta 1800W | A No tiene consumo eléctrico | 1 Cables de corriente quebrados por exceso de presión en el enchufe 2 Fuente de alimentación quemada por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia de cable de corriente, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la fuente de alimentación, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 7 días. |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24*Análisis de modos de falla y sus efectos del móvil Qwash 419z*

| FUNCION | FALLA FUNCIONAL | MODO DE FALLA | EFECTO DE FALLA |
|---|--|--|--|
| 1 Iluminar el ambiente entre 6800 lx y 9130 lx a 5 metros | A Ilumina el ambiente menos de 6800 lx a 5m | 1 Leds desgastados por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambian los leds se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 10 días. |
| | | 2 Leds quemados por sobretensión | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambian los leds se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 10 días. |
| | | 3 Ventilador del disipador de calor no funciona por suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el ventilador, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| | | 4 Tarjeta mainboard quemada por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la tarjeta mainboard, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 8 días. |
| | | 5 Tarjeta DMX quemado por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la tarjeta DMX, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 4 días. |
| 2 Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica | A El case tiene tensión eléctrica | 1 Cable de fase tiene contacto con el case | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se revisa y corrige la línea de fase y tierra, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| 3 Controlar el ángulo de apertura entre 12.5° a 45° | A Ángulo de apertura menor a 12.5° o mayor a 45° | 1 Eje del motor de zoom des calibrado por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se calibra el eje del motor de zoom, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| | B Angulo de apertura fijo | 1 Motor de zoom atorado por suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el motor de zoom, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 4 días. |
| 4 Muestra el estado del equipo mediante una pantalla | A No muestra el estado del equipo mediante la pantalla | 1 Pantalla rota por golpe | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la pantalla, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 4 días. |

| | | | | | | |
|---|--|---|--|---|---|---|
| 5 | Controlar la rotación del pan hasta 540° | A | No hace la rotación de pan | 1 | Faja rota por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la faja de pan, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 10 días. |
| | | B | Rotación del pan sin control | 1 | Sensor de posición dañado por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el sensor de posición, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 3 días. |
| | | | | 2 | Faja gastada por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la faja de pan, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 10 días. |
| | | 6 | Controlar la rotación del tilt hasta 268° | A | No hace la rotación de tilt | 1 |
| | | | | 1 | Sensor de posición dañado por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el sensor de posición, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 3 días. |
| | | B | Rotación del tilt sin control | 2 | Faja gastada por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la faja de tilt, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 6 días. |
| 7 | Apagar los leds cuando el equipo calienta más de 40 °C | A | No apaga los leds cuando el equipo calienta más de 40 °C | 1 | Termostato en cortocircuito | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el termostato, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| | | B | Apaga los leds cuando el equipo calienta menos de 40 °C | 1 | Termostato dañado por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el termostato, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| 8 | Consumir hasta 304W | A | No tiene consumo eléctrico | 1 | Cables de corriente quebrados por exceso de presión en el enchufe | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia de cable de corriente, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 4 días. |
| | | | | 2 | Fuente de alimentación quemada por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la fuente de alimentación, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 6 días. |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24, se observan el desarrollo del AMFE para el móvil Qwash 419z, donde los modos de fallos más frecuentes es el desgaste por el tiempo de uso, y por el lado del efecto de falla, la que presenta un mayor tiempo de parada del equipo es de 10 días para el cambio de faja de pan o cambio de leds y los testeos correspondientes.

Tabla 25

Análisis de modos de falla y sus efectos del parled Colordash Par H12IP

| FUNCION | | FALLA FUNCIONAL | MODO DE FALLA | EFFECTO DE FALLA |
|---------|--|--|--|--|
| 1 | Iluminar el ambiente entre 885 lx y 1180 lx a 5 metros | A Ilumina el ambiente menos de 6800 lx a 5m | 1 Leds desgastados por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambian los leds se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 8 días. |
| | | | 2 Leds quemados por sobretensión | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambian los leds se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 8 días. |
| | | | 3 Tarjeta mainboard quemada por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la tarjeta mainboard, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 8 días. |
| | | | 4 Tarjeta DMX quemado por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la tarjeta DMX, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| 2 | Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica | A El case tiene tensión eléctrica | 1 Cable de fase tiene contacto con el case | Se apaga la consola y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se revisa y corrige la línea de fase y tierra, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| 3 | Muestra el estado del equipo mediante una pantalla | A No muestra el estado del equipo mediante la pantalla | 1 Pantalla rota por golpe | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la pantalla, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 4 días. |

| | | | | | | |
|---|--|---|--|---|---|---|
| 4 | Apagar los leds cuando el equipo calienta más de 40 °C | A | No apaga los leds cuando el equipo calienta más de 40 °C | 1 | Termostato en cortocircuito | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el termostato, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 5 días. |
| 5 | Consumir hasta 117W | A | No tiene consumo eléctrico | 1 | Cables de corriente quebrados por exceso de presión en el enchufe | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia de cable de corriente, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 4 días. |
| | | | | 2 | Fuente de alimentación quemada por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se envía a Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la fuente de alimentación, se hacen los testeos y se regresa al TPJ. Tiempo de parada del equipo es de 6 días. |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25, se observan el observa del AMFE para el parled Colordash Par H12IP, donde los modos de fallos más frecuentes son por la humedad y suciedad, y por el lado del efecto de falla, la que presenta un mayor tiempo de parada del equipo es de 8 días para el cambio de mainboard o leds y los testeos correspondientes.

Mientras que en la tabla 26, se observan el desarrollo del AMFE para el dimmer Sensor 3, donde los modos de fallos más frecuentes son por la humedad y suciedad, y por el lado del efecto de falla, la que presenta un mayor tiempo de parada del equipo es de 8 días para el cambio de mainboard o leds y los testeos correspondientes.

Tabla 26*Análisis de modos de falla y sus efectos del dimmer Sensor 3*

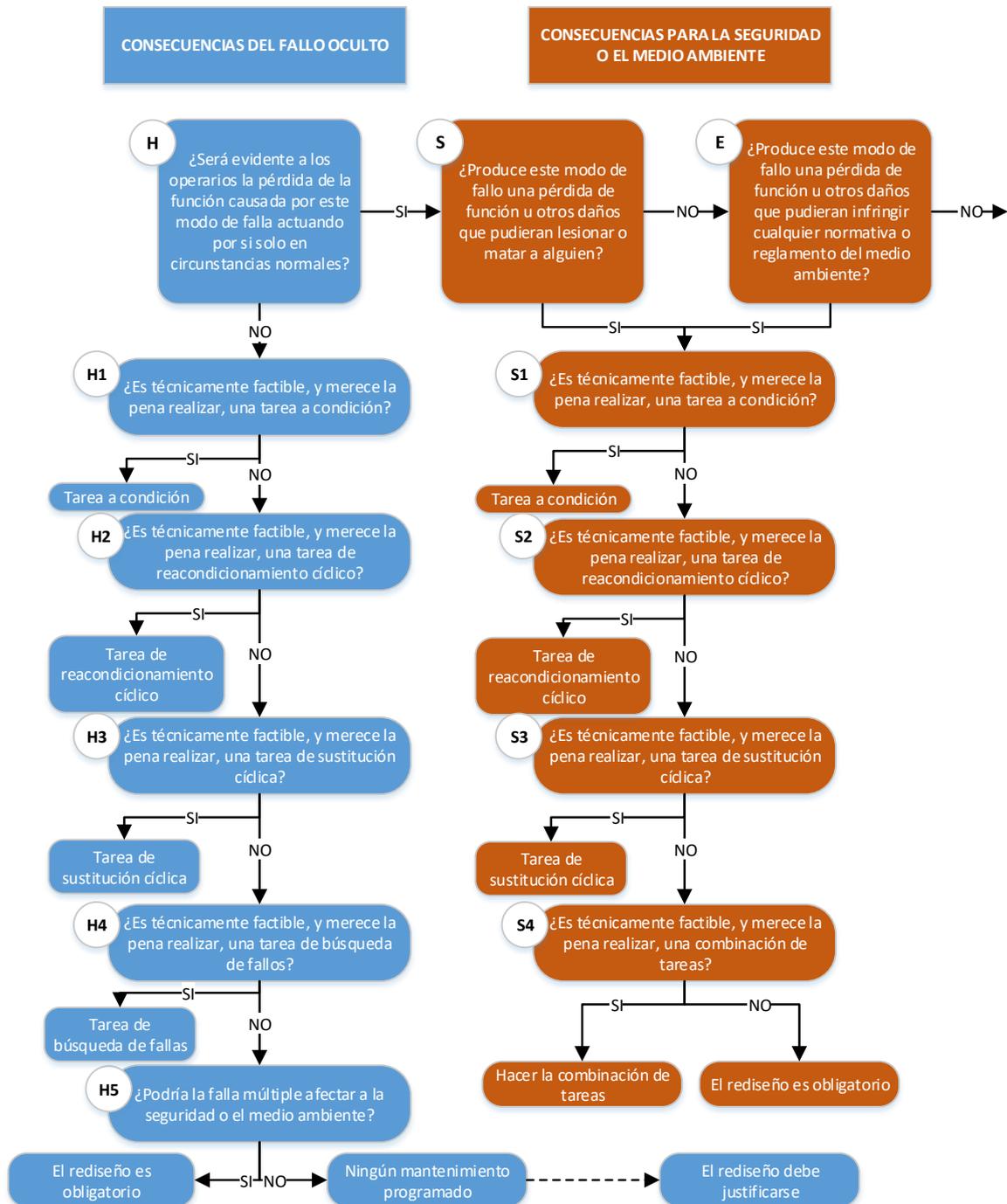
| FUNCION | FALLA FUNCIONAL | MODO DE FALLA | EFECTO DE FALLA |
|---|--|--|--|
| 1 Controla la intensidad de corriente eléctrica de 96 equipos | A Controla la intensidad de corriente eléctrica de menos de 96 equipos | 1 Tarjeta mainboard quemada por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se solicita personal de Novolite Screen & Light SAC. Se cambia la tarjeta mainboard y se hacen los testeos. Tiempo de parada del equipo es de 2 días. |
| | | 2 Módulo quemado por humedad y suciedad | Se apaga el equipo y se solicita personal de Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el módulo y se hacen los testeos. Tiempo de parada del equipo es de 2 días. |
| | | 3 Ventilador del gabinete no gira por suciedad | Se apaga el equipo y se solicita personal de Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el ventilador y se hacen los testeos. Tiempo de parada del equipo es de 3 días. |
| 2 Asegurar que el case no tenga tensión eléctrica | A El case tiene tensión eléctrica | 1 Cable de fase tiene contacto con el case | Se apaga el equipo y se solicita personal de Novolite Screen & Light SAC. Se revisa y corrige el cableado de fase, se hacen los testeos. Tiempo de parada del equipo es de 3 días. |
| 3 Apagar el equipo cuando caliente más de 40 °C | A No apaga el equipo cuando caliente más de 40 °C | 1 Termostato en cortocircuito | Se apaga el equipo y se solicita personal de Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el termostato y se hacen los testeos. Tiempo de parada del equipo es de 2 días. |
| | B Apaga el equipo cuando caliente menos de 40 °C | 1 Termostato dañado por tiempo de uso | Se apaga el equipo y se solicita personal de Novolite Screen & Light SAC. Se cambia el termostato y se hacen los testeos. Tiempo de parada del equipo es de 2 días. |

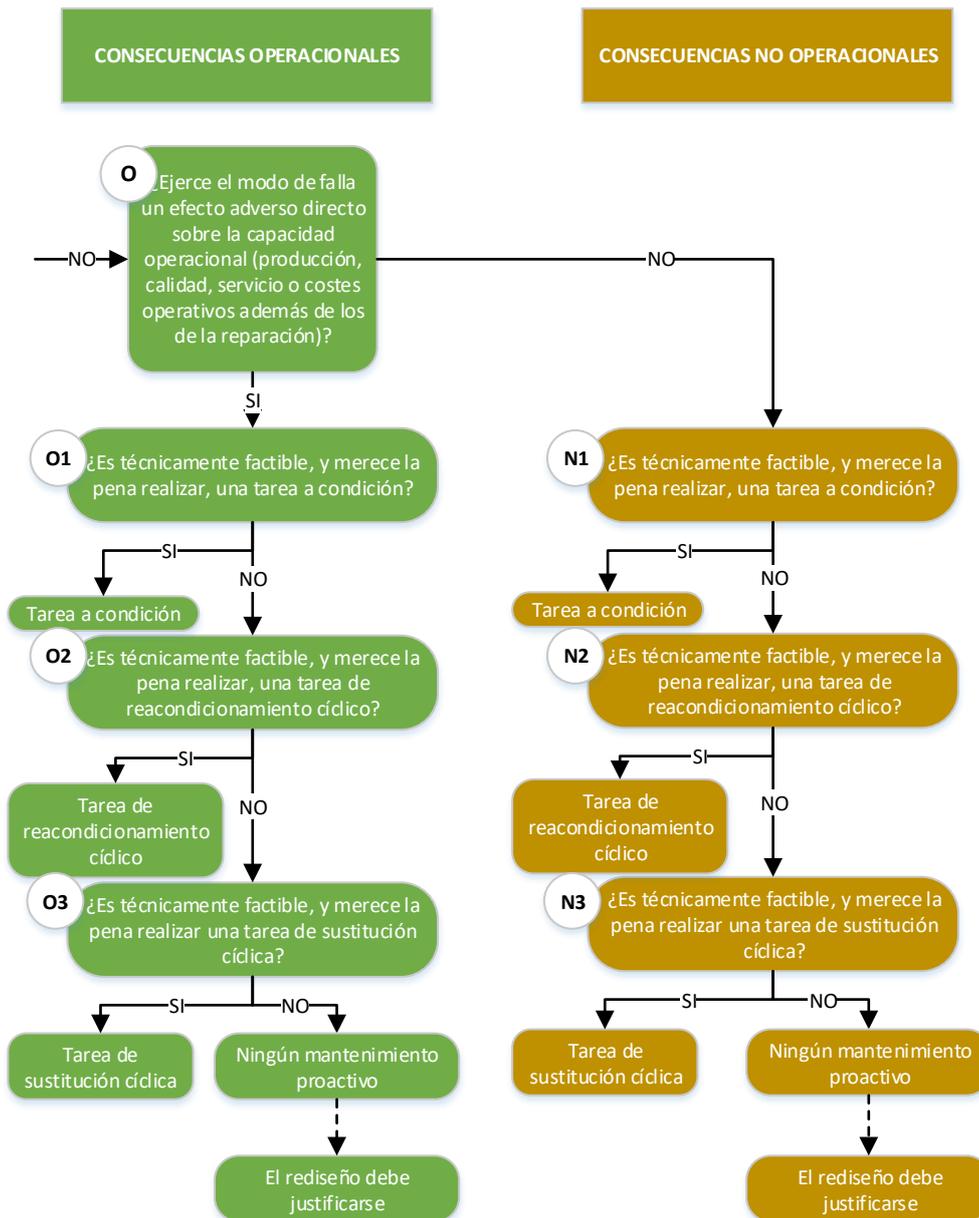
Fuente: Elaboración propia

Fase 6: Estudio de las consecuencias de las fallas

En la figura 18 se muestra el diagrama de decisión con el que se desarrolló el estudio de las consecuencias, estos son sobre el fallo oculto (**H**), seguridad (**S**) y (**E**), operacionales (**O**) y no operacionales. Las consecuencias de fallos ocultos son los que no se pueden ver como los dispositivos de protección, entre estos tenemos a los sensores de temperatura, las consecuencias de seguridad se refieren a los que afectan la integridad de la persona, de los equipos del sistema o el propio equipo, las consecuencias operacionales son las que afectan a la producción, calidad, servicio o costes operativos, y las consecuencias no operacionales son las que no genera un efecto negativo ni en la seguridad ni en la producción.

Figura 18
Diagrama de decisión





Fuente: Adaptado de Mantenimiento centrado en confiabilidad (2004)

Los resultados se pueden observar en las tablas 27, 28, 29, 30, 31 y 32, donde **F**: Función, **FF**: Falla funcional y **MF**: Modo de falla, que se describen en las fases 3, 4 y 5; **H**: Consecuencias de fallo oculto; **S**: Consecuencias de fallo de seguridad; **E**: Consecuencias de fallo de medio ambiente y **O**: Consecuencias operacionales.

Tabla 27*Evaluación de consecuencias de la consola Command Wing*

| Referencia de información | | | Evaluación de las consecuencias | | | |
|---------------------------|-----------|-----------|---------------------------------|----------|----------|----------|
| F | FF | MF | H | S | E | O |
| 1 | A | 1 | S | N | S | |
| 1 | A | 2 | S | N | S | |
| 1 | A | 3 | S | N | S | |
| 1 | B | 1 | S | N | S | |
| 1 | B | 2 | S | N | S | |
| 1 | B | 3 | S | N | S | |
| 2 | A | 1 | S | S | | |
| 3 | A | 1 | S | N | S | |
| 3 | A | 2 | S | N | S | |
| 3 | A | 3 | S | N | S | |
| 4 | A | 1 | S | N | S | |
| 4 | A | 2 | S | N | S | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28*Evaluación de consecuencias de la Splitter Net-X*

| Referencia de información | | | Evaluación de las consecuencias | | | |
|---------------------------|-----------|-----------|---------------------------------|----------|----------|----------|
| F | FF | MF | H | S | E | O |
| 1 | A | 1 | S | N | S | |
| 1 | A | 2 | S | N | S | |
| 1 | A | 3 | S | N | S | |
| 1 | B | 1 | S | N | S | |
| 2 | A | 1 | S | S | | |
| 3 | A | 1 | S | N | S | |
| 3 | A | 2 | S | N | S | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29*Evaluación de consecuencias del móvil Scenius Spot*

| Referencia de información | | | Evaluación de las consecuencias | | | |
|---------------------------|-----------|-----------|---------------------------------|----------|----------|----------|
| F | FF | MF | H | S | E | O |
| 1 | A | 1 | S | N | S | |
| 1 | A | 2 | S | N | S | |
| 1 | A | 3 | S | N | S | |
| 1 | A | 4 | S | N | S | |
| 1 | A | 5 | S | N | S | |
| 1 | A | 6 | S | N | S | |
| 2 | A | 1 | S | S | | |
| 3 | A | 1 | S | N | S | |
| 3 | A | 2 | S | N | S | |
| 3 | A | 3 | S | N | S | |
| 4 | A | 1 | S | N | S | |
| 4 | A | 2 | S | N | S | |
| 5 | A | 1 | S | N | S | |
| 5 | B | 1 | S | N | S | |
| 5 | B | 2 | S | N | S | |
| 6 | A | 1 | S | N | S | |
| 6 | B | 1 | S | N | S | |
| 6 | B | 2 | S | N | S | |
| 7 | A | 1 | S | N | S | |
| 7 | B | 1 | S | N | S | |
| 8 | A | 1 | N | | | |
| 8 | B | 1 | N | | | |
| 9 | A | 1 | S | N | S | |
| 9 | A | 2 | S | N | S | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30*Evaluación de consecuencias del móvil Qwash 419z*

| Referencia de información | | | Evaluación de las consecuencias | | | |
|---------------------------|-----------|-----------|---------------------------------|----------|----------|----------|
| F | FF | MF | H | S | E | O |
| 1 | A | 1 | S | N | S | |
| 1 | A | 2 | S | N | S | |
| 1 | A | 3 | S | N | S | |
| 1 | A | 4 | S | N | S | |
| 1 | A | 5 | S | N | S | |
| 2 | A | 1 | S | S | | |
| 3 | A | 1 | S | N | S | |
| 3 | B | 1 | S | N | S | |
| 4 | A | 1 | S | N | S | |
| 5 | A | 1 | S | N | S | |
| 5 | B | 1 | S | N | S | |
| 5 | B | 2 | S | N | S | |
| 6 | A | 1 | S | N | S | |
| 6 | B | 1 | S | N | S | |
| 6 | B | 2 | S | N | S | |
| 7 | A | 1 | N | | | |
| 7 | B | 1 | N | | | |
| 8 | A | 1 | S | N | S | |
| 8 | A | 2 | S | N | S | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31*Evaluación de consecuencias del Parled Colordash H12IP*

| Referencia de información | | | Evaluación de las consecuencias | | | |
|---------------------------|-----------|-----------|---------------------------------|----------|----------|----------|
| F | FF | MF | H | S | E | O |
| 1 | A | 1 | S | N | S | |
| 1 | A | 2 | S | N | S | |
| 1 | A | 3 | S | N | S | |
| 1 | A | 4 | S | N | S | |
| 2 | A | 1 | S | S | | |
| 3 | A | 1 | S | N | S | |
| 4 | A | 1 | N | | | |
| 4 | B | 1 | N | | | |
| 5 | A | 1 | S | N | S | |
| 5 | A | 2 | S | N | S | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32*Evaluación de consecuencias del dimmer Sensor 3*

| Referencia de información | | | Evaluación de las consecuencias | | | |
|---------------------------|-----------|-----------|---------------------------------|----------|----------|----------|
| F | FF | MF | H | S | E | O |
| 1 | A | 1 | S | N | S | |
| 1 | A | 2 | S | N | S | |
| 1 | A | 3 | S | N | S | |
| 2 | A | 1 | S | S | | |
| 3 | A | 1 | N | | | |
| 3 | B | 1 | N | | | |

Fuente: Elaboración propia

Fase 7: Determinación de las medidas preventivas

Se determinan las tareas para cada una de las consecuencias obtenidas en la fase anterior, basándose en el desarrollo del diagrama de decisión en la figura 18. Estas tareas se dividen en H1/S1/O1/N1 que es la factibilidad técnica para el desarrollo de una tarea a condición, hace referencia a las tareas que buscan detectar fallas; H2/S2/O2/N2 que es la factibilidad técnica para realizar una tarea de reacondicionamiento cíclico, lo que significa la reparación de piezas programadas; H3/S3/O3/N3 es la factibilidad técnica para realizar una tarea de sustitución cíclica, lo que resulta en el cambio de piezas de manera programada; S4 indica una combinación de las tareas anteriores; H4 es la factibilidad técnica para realizar una tarea de búsqueda de fallas, es utilizada para detectar problemas en los sistemas de protección; H5 es para evaluar el rediseño que se refiere a un cambio en la configuración física del bien o no realizar un mantenimiento programado.

En la tabla 33, se muestran las tareas propuestas con intervalos de tiempo semanal, semestral, anual, trienal y quinquenal. La tarea con mayor tiempo de lapso de ocurrencia es el cambio del encoder.

Tabla 33

Tareas propuestas para la consola Command Wing

| Referencia de información | | | Evaluación de las consecuencias | | | | Proceso de selección | | | Acción a falta de | | | Tareas propuestas | Intervalo inicial | A realizarse por | |
|---------------------------|----|----|---------------------------------|---|---|---|----------------------|----|----|-------------------|---|---|--|-------------------|------------------|----|
| F | FF | MF | H | S | E | O | H1 | H2 | H3 | H | H | S | | | | |
| | | | | | | | S1 | S2 | S3 | 4 | 5 | 4 | | | | |
| | | | | | | | O1 | O2 | O3 | | | | | | | |
| | | | | | | | N1 | N2 | N3 | | | | | | | |
| 1 | A | 1 | S | N | S | | N | N | N | | | | Ningún mantenimiento programado | | | |
| 1 | A | 2 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza de la tarjeta DMX removiendo la humedad | 12 meses | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | A | 3 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza de la tarjeta mainboard removiendo la humedad | 12 meses | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | B | 1 | S | N | S | | N | N | S | | | | Cambio de encoder | 5 años | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | B | 2 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza de los pines del DMX output removiendo la suciedad | 6 meses | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | B | 3 | S | N | S | | N | N | S | | | | Cambio de fader | 3 años | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | A | 1 | S | S | | | S | | | | | | Verificar que no exista voltaje en el case | Semanal | Técnico del APJ | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | A | 1 | S | N | S | | N | N | N | | | | Ningún mantenimiento programado | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | A | 2 | S | N | S | | S | | | | | | Inspeccionar si la soldadura del conector USB hembra está quebrado | 12 meses | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | A | 3 | S | N | S | | N | N | N | | | | Ningún mantenimiento programado | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | A | 1 | S | N | S | | N | N | N | | | | Ningún mantenimiento programado | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | A | 2 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza de la fuente de alimentación removiendo la humedad y suciedad | 12 meses | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

En la tabla 34, se observan las tareas propuestas con intervalos de tiempo semanal y anual.

Tabla 34

Tareas propuestas para el splitter Net-X

| Referencia de información | | | Evaluación de las consecuencias | | | | Proceso de selección | | | Acción a falta de | | | Tareas propuestas | Intervalo inicial | A realizarse por |
|---------------------------|---|----|---------------------------------|---|---|---|----------------------|----|----|-------------------|---|---|--|-------------------|---------------------|
| F | F | MF | H | S | E | O | H1 | H2 | H3 | H | H | S | | | |
| | F | F | | | | | S1 | S2 | S3 | 4 | 5 | 4 | | | |
| | | | | | | | O1 | O2 | O3 | | | | | | |
| | | | | | | | N1 | N2 | N3 | | | | | | |
| 1 | A | 1 | S | N | S | | N | N | N | | | | Ningún mantenimiento programado | | |
| 1 | A | 2 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza de la tarjeta DMX removiendo la humedad y suciedad | 12 meses | Técnico de Novolite |
| 1 | A | 3 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza de la tarjeta mainboard removiendo la humedad y suciedad | 12 meses | Técnico de Novolite |
| 1 | B | 1 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza de los pines del DMX output removiendo la suciedad | 12 meses | Técnico de Novolite |
| 2 | A | 1 | S | S | | | S | | | | | | Verificar que no exista voltaje en el case | Semanal | Técnico del APJ |
| 3 | A | 1 | S | N | S | | N | N | N | | | | Ningún mantenimiento programado | | |
| 3 | A | 2 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza de la fuente de alimentación removiendo la humedad y suciedad | 12 meses | Técnico de Novolite |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 35, se muestran las tareas propuestas con intervalos de tiempo semanal, semestral, anual y cada dieciocho meses. La tarea con mayor tiempo de lapso de ocurrencia es el cambio del shutter.

Tabla 35

Tareas propuestas para el móvil Scenius Spot

| Referencia de información | Evaluación de las consecuencias | | | | | | Proceso de selección | | | Acción a falta de | | | Tareas propuestas | Intervalo inicial | A realizarse por | | |
|---------------------------|---------------------------------|---|----|---|---|---|----------------------|----|----|-------------------|---|---|-------------------|---|------------------|----------|---------|
| | F | F | MF | H | S | E | O | H1 | H2 | H3 | H | H | | | S | | |
| | F | | | | | | | S1 | S2 | S3 | 4 | 5 | 4 | | | | |
| | | | | | | | O1 | O2 | O3 | | | | | | | | |
| | | | | | | | N1 | N2 | N3 | | | | | | | | |
| 1 | A | 1 | S | N | S | | N | N | S | | | | | Cambio de lámpara | 12 meses | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Novolite | |
| 1 | A | 2 | S | N | S | | N | N | S | | | | | Cambio de lámpara | 12 meses | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Novolite | |
| 1 | A | 3 | S | N | S | | S | | | | | | | Limpieza del balastro removiendo la humedad y suciedad | 12 meses | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Novolite | |
| 1 | A | 4 | S | N | S | | N | N | N | | | | | Ningún mantenimiento programado | | | |
| 1 | A | 5 | S | N | S | | S | | | | | | | Limpieza del ventilador removiendo la suciedad | 6 meses | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Novolite | |
| 1 | A | 6 | S | N | S | | S | | | | | | | Limpieza de la tarjeta DMX removiendo la humedad y suciedad | 12 meses | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Novolite | |
| 2 | A | 1 | S | S | | | S | | | | | | | Verificar que no exista voltaje en el case | Semanal | Técnico | del APJ |
| 3 | A | 1 | S | N | S | | N | N | S | | | | | Cambio de shutter | 18 meses | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Novolite | |
| 3 | A | 2 | S | N | S | | S | | | | | | | Limpieza del motor de shutter removiendo la suciedad | 12 meses | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Novolite | |
| 3 | A | 3 | S | N | S | | S | | | | | | | Verificar la tensión de la correa del motor de shutter | 6 meses | Técnico | de |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Novolite | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|----------|------------------|----|
| 4 | A | 1 | S | N | S | N | N | N | Ningún mantenimiento programado | | | |
| 4 | A | 2 | S | N | S | S | | | Limpieza de la tarjeta mainboard removiendo la humedad y suciedad | 12 meses | Técnico Novolite | de |
| 5 | A | 1 | S | N | S | N | N | S | Cambio de la faja de pan | 2 años | Técnico Novolite | de |
| 5 | B | 1 | S | N | S | S | | | Limpieza del sensor de pan | 6 meses | Técnico Novolite | de |
| 5 | B | 2 | S | N | S | S | | | Verificar el desgaste de la faja de pan | 6 meses | Técnico Novolite | de |
| 6 | A | 1 | S | N | S | N | N | S | Cambio de la faja de tilt | 2 años | Técnico Novolite | de |
| 6 | B | 1 | S | N | S | S | | | Limpieza del sensor de tilt | 6 meses | Técnico Novolite | de |
| 6 | B | 2 | S | N | S | S | | | Verificar el desgaste de la faja de tilt | 6 meses | Técnico Novolite | de |
| 7 | A | 1 | S | N | S | S | | | Inspeccionar si el eje de motor de zoom está descalibrado | 6 meses | Técnico Novolite | de |
| 7 | B | 1 | S | N | S | S | | | Inspeccionar si el motor de zoom está atorado | 6 meses | Técnico Novolite | de |
| 8 | A | 1 | N | | | N | N | N | Medir continuidad al sensor de temperatura aplicando calor mayor a 45 °C | 12 meses | Técnico Novolite | de |
| 8 | B | 1 | N | | | N | N | S | Cambio de sensor de temperatura | 5 años | Técnico Novolite | de |
| 9 | A | 1 | S | N | S | N | N | N | Ningún mantenimiento programado | | | |
| 9 | A | 2 | S | N | S | S | | | Limpieza de la fuente de alimentación removiendo la humedad y suciedad | 12 meses | Técnico Novolite | de |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 36, se observan las tareas propuestas con intervalos de tiempo semanal, semestral, anual, bienal y decenal. La tarea con mayor tiempo de lapso de ocurrencia es el cambio de leds.

Tabla 36

Tareas propuestas para el móvil Qwash 419z

| Referencia de información | Evaluación de las consecuencias | | | | | | Proceso de selección | | | Acción a falta de | | | Tareas propuestas | Intervalo inicial | A realizarse por | |
|---------------------------|---------------------------------|---|----|---|---|---|----------------------|----|----|-------------------|---|---|-------------------|---|------------------|---------------------|
| | F | F | MF | H | S | E | O | H1 | H2 | H3 | H | H | | | | S |
| | F | F | | | | | | S1 | S2 | S3 | 4 | 5 | 4 | | | |
| | | | | | | | O1 | O2 | O3 | | | | | | | |
| | | | | | | | N1 | N2 | N3 | | | | | | | |
| 1 | A | 1 | S | N | S | | N | N | S | | | | | Cambio de leds | 10 años | Técnico de Novolite |
| 1 | A | 2 | S | N | S | | N | N | N | | | | | Ningún mantenimiento programado | | |
| 1 | A | 3 | S | N | S | | S | | | | | | | Limpieza del ventilador removiendo la suciedad | 6 meses | Técnico de Novolite |
| 1 | A | 4 | S | N | S | | S | | | | | | | Limpieza de la tarjeta mainboard removiendo la humedad y suciedad | 12 meses | Técnico de Novolite |
| 1 | A | 5 | S | N | S | | S | | | | | | | Limpieza de la tarjeta DMX removiendo la humedad y suciedad | 12 meses | Técnico de Novolite |
| 2 | A | 1 | S | S | | | S | | | | | | | Verificar que no exista voltaje en el case | Semanal | Técnico del APJ |
| 3 | A | 1 | S | N | S | | S | | | | | | | Inspeccionar si el eje de motor de zoom está descalibrado | 6 meses | Técnico de Novolite |
| 3 | B | 1 | S | N | S | | S | | | | | | | Inspeccionar si el motor de zoom está atorado | 6 meses | Técnico de Novolite |
| 4 | A | 1 | S | N | S | | N | N | N | | | | | Ningún mantenimiento programado | | |
| 5 | A | 1 | S | N | S | | N | N | S | | | | | Cambio de la faja de pan | 2 años | Técnico de Novolite |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|----------|---------------------|----|
| 5 | B | 1 | S | N | S | S | | | | Limpieza del sensor de pan | 6 meses | Técnico Novolite | de |
| 5 | B | 2 | S | N | S | S | | | | Verificar el desgaste de la faja de pan | 6 meses | Técnico Novolite | de |
| 6 | A | 1 | S | N | S | N | N | S | | Cambio de la faja de tilt | 2 años | Técnico Novolite | de |
| 6 | B | 1 | S | N | S | S | | | | Limpieza del sensor de tilt | 6 meses | Técnico Novolite | de |
| 6 | B | 2 | S | N | S | S | | | | Verificar el desgaste de la faja de tilt | 6 meses | Técnico Novolite | de |
| 7 | A | 1 | N | | | N | N | N | S | Medir continuidad al sensor de temperatura aplicando calor mayor a 40 °C | 12 meses | Técnico Novolite | de |
| 7 | B | 1 | N | | | N | N | S | | Cambio de sensor de temperatura | 5 años | Técnico Novolite | de |
| 8 | A | 1 | S | N | S | N | N | N | | Ningún mantenimiento programado | | | |
| 8 | A | 2 | S | N | S | S | | | | Limpieza de la fuente de alimentación removiendo la humedad y suciedad | 12 meses | Técnico Novolite | de |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 37, se muestran las tareas propuestas con intervalos de tiempo semanal, semestral, anual, quinquenal y decenal. La tarea con mayor tiempo de lapso de ocurrencia es el cambio de leds.

Tabla 37

Tareas propuestas para el parled Colordash H12IP

| Referencia de información | | | Evaluación de las consecuencias | | | | Proceso de selección | | | Acción a falta de | | | Tareas propuestas | Intervalo inicial | A realizarse por | | |
|---------------------------|---|----|---------------------------------|---|---|---|----------------------|----|----|-------------------|---|---|--|-------------------|------------------|---------|--|
| F | F | MF | H | S | E | O | H1 | H2 | H3 | H | H | S | | | | | |
| | F | | | | | | S1 | S2 | S3 | 4 | 5 | 4 | | | | | |
| | | | | | | | O1 | O2 | O3 | | | | | | | | |
| | | | | | | | N1 | N2 | N3 | | | | | | | | |
| 1 | A | 1 | S | N | S | | N | N | S | | | | Cambio de leds | 10 años | Técnico | de | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | A | 2 | S | N | S | | N | N | N | | | | Ningún mantenimiento programado | | | | |
| 1 | A | 3 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza de la tarjeta mainboard removiendo la humedad y suciedad | 6 meses | Técnico | de | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | A | 4 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza de la tarjeta DMX removiendo la humedad y suciedad | 6 meses | Técnico | de | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | A | 1 | S | S | | | S | | | | | | Verificar que no exista voltaje en el case | Semanal | Técnico | del APJ | |
| 3 | A | 1 | S | N | S | | N | N | N | | | | Ningún mantenimiento programado | | | | |
| 4 | A | 1 | N | | | | N | N | N | S | | | Medir continuidad al sensor de temperatura aplicando calor mayor a 40 °C | 12 meses | Técnico | de | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | B | 1 | N | | | | N | N | S | | | | Cambio de sensor de temperatura | 5 años | Técnico | de | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | A | 1 | S | N | S | | N | N | N | | | | Ningún mantenimiento programado | | | | |
| 5 | A | 2 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza de la fuente de alimentación removiendo la humedad y suciedad | 6 meses | Técnico | de | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 38, se observan las tareas propuestas con intervalos de tiempo semanal, semestral, anual y quinquenal. La tarea con mayor tiempo de lapso de ocurrencia es el cambio de sensor de temperatura.

Tabla 38

Tareas propuestas para el dimmer Sensor 3

| Referencia de información | | Evaluación de las consecuencias | | | | | Proceso de selección | | | Acción a falta de | | | Tareas propuestas | Intervalo inicial | A realizarse por | |
|---------------------------|---|---------------------------------|---|---|---|---|----------------------|----|----|-------------------|---|---|--|-------------------|---------------------|--|
| F | F | MF | H | S | E | O | H1 | H2 | H3 | H | H | S | | | | |
| | F | | | | | | S1 | S2 | S3 | 4 | 5 | 4 | | | | |
| | | | | | | | O1 | O2 | O3 | | | | | | | |
| | | | | | | | N1 | N2 | N3 | | | | | | | |
| 1 | A | 1 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza de la tarjeta mainboard removiendo la humedad y suciedad | 6 meses | Técnico de Novolite | |
| 1 | A | 2 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza del módulo removiendo la humedad y suciedad | 6 meses | Técnico de Novolite | |
| 1 | A | 3 | S | N | S | | S | | | | | | Limpieza del ventilador removiendo la suciedad | 6 meses | Técnico de Novolite | |
| 2 | A | 1 | S | S | | | S | | | | | | Verificar que no exista voltaje en el case | Semanal | Técnico del APJ | |
| 3 | A | 1 | N | | | | N | N | N | S | | | Medir continuidad al sensor de temperatura aplicando calor mayor a 40 °C | 12 meses | Técnico de Novolite | |
| 3 | B | 1 | N | | | | N | N | S | | | | Cambio de sensor de temperatura | 5 años | Técnico de Novolite | |

Fuente: Elaboración propia

Fase 8: Acciones predeterminadas

Estas acciones son una lista de todas las tareas de manteniendo que se ejecutaron durante el periodo de abril a noviembre del 2019, en la tabla 39 se observa el tipo de tarea y la frecuencia a realizarse indicado por el número de mes.

Tabla 39

Acciones predeterminadas para el mantenimiento

| DESCRIPCIÓN | NRO. DE MES | | | | | | | |
|--|-------------|---|---|---|---|---|----|----|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| CONSOLA COMMAND WING | | | | | | | | |
| Limpieza de la tarjeta DMX removiendo la humedad | X | | | | | | | |
| Limpieza de la tarjeta mainboard removiendo la humedad | X | | | | | | | |
| Cambio de encoder | X | | | | | | | |
| Limpieza de los pines del DMX output removiendo la suciedad | X | | | | | | X | |
| Cambio de fader | X | | | | | | | |
| Verificar que no exista voltaje en el case | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Inspeccionar si la soldadura del conector USB hembra está quebrado | X | | | | | | | |
| Limpieza de la fuente de alimentación removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | |
| SPLITTER NET-X | | | | | | | | |
| Limpieza de la tarjeta DMX removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | |
| Limpieza de la tarjeta mainboard removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | |
| Limpieza de los pines del DMX output removiendo la suciedad | X | | | | | | | |
| Verificar que no exista voltaje en el case | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Limpieza de la fuente de alimentación removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | |
| MÓVIL SCENIUS SPOT | | | | | | | | |
| Cambio de lámpara | X | | | | | | | |
| Limpieza del balastro removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | |
| Limpieza del ventilador removiendo la suciedad | X | | | | | | X | |
| Limpieza de la tarjeta DMX removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | |
| Verificar que no exista voltaje en el case | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Cambio de shutter | | | | | | | X | |
| Limpieza del motor de shutter removiendo la suciedad | X | | | | | | | |
| Verificar la tensión de la correa del motor de shutter | X | | | | | | X | |
| Limpieza de la tarjeta mainboard removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | |
| Cambio de la faja de pan | X | | | | | | | |
| Limpieza del sensor de pan | X | | | | | | X | |
| Verificar el desgaste de la faja de pan | | | | | | | X | |
| Cambio de la faja de tilt | X | | | | | | | |
| Limpieza del sensor de tilt | X | | | | | | X | |

| | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Verificar el desgaste de la faja de tilt | | | | | | | | X |
| Inspeccionar si el eje de motor de zoom está des calibrado | X | | | | | | | X |
| Inspeccionar si el motor de zoom está atorado | X | | | | | | | X |
| Medir continuidad al sensor de temperatura aplicando calor mayor a 45 °C | X | | | | | | | |
| Limpieza de la fuente de alimentación removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | |
| MÓVIL QWASH 419Z | | | | | | | | |
| Limpieza del ventilador removiendo la suciedad | X | | | | | | | X |
| Limpieza de la tarjeta mainboard removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | |
| Limpieza de la tarjeta DMX removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | |
| Verificar que no exista voltaje en el case | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Inspeccionar si el eje de motor de zoom está des calibrado | X | | | | | | | X |
| Inspeccionar si el motor de zoom está atorado | X | | | | | | | X |
| Cambio de la faja de pan | X | | | | | | | |
| Limpieza del sensor de pan | X | | | | | | | X |
| Verificar el desgaste de la faja de pan | | | | | | | | X |
| Cambio de la faja de tilt | X | | | | | | | |
| Limpieza del sensor de tilt | X | | | | | | | X |
| Verificar el desgaste de la faja de tilt | | | | | | | | X |
| Medir continuidad al sensor de temperatura aplicando calor mayor a 40 °C | X | | | | | | | |
| Cambio de sensor de temperatura | X | | | | | | | |
| Limpieza de la fuente de alimentación removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | |
| PARLED COLOR DASH H12IP | | | | | | | | |
| Limpieza de la tarjeta mainboard removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | X |
| Limpieza de la tarjeta DMX removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | X |
| Verificar que no exista voltaje en el case | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Medir continuidad al sensor de temperatura aplicando calor mayor a 40 °C | X | | | | | | | |
| Cambio de sensor de temperatura | X | | | | | | | |
| Limpieza de la fuente de alimentación removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | X |
| DIMMER SENSOR 3 | | | | | | | | |
| Limpieza de la tarjeta mainboard removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | X |
| Limpieza del módulo removiendo la humedad y suciedad | X | | | | | | | X |
| Limpieza del ventilador removiendo la suciedad | X | | | | | | | X |
| Verificar que no exista voltaje en el case | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Cambio de sensor de temperatura | X | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Fase 9: Implementación del plan de mantenimiento

En esta fase se ejecutaron las tareas de mantenimiento elaboradas en la fase 8, en la figura 19, 20 y 21 se muestran parte de las tarjetas de la consola Command Wing previo a la ejecución de las tareas.

Figura 19

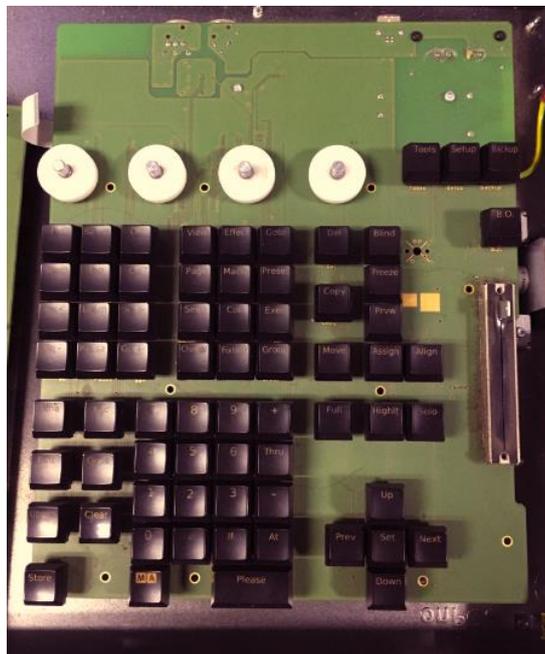
Limpeza de la mainboard de la consola Command Wing



Fuente: Elaboración propia

Figura 20

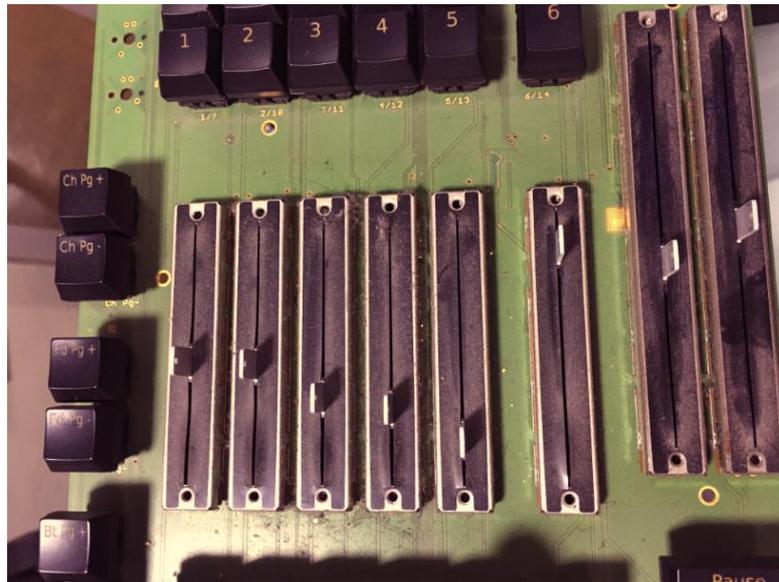
Cambio de encoders de la consola Command Wing



Fuente: Elaboración propia

Figura 21

Cambio de faders de la consola Command Wing



Fuente: Elaboración propia

En la figura 22 se muestra el Splitter Net-X antes de la ejecución de las tareas de mantenimiento.

Figura 22

Mantenimiento de splitter Net-X



Fuente: Elaboración propia

En la tarea de limpieza de la fuente de alimentación del móvil Scenius Spot, figura 23, se observa la presencia de un confeti metálico, el cual puede causar cortocircuito y dañar los componentes electrónicos.

Figura 23

Limpieza de fuente de móvil Scenius Spot

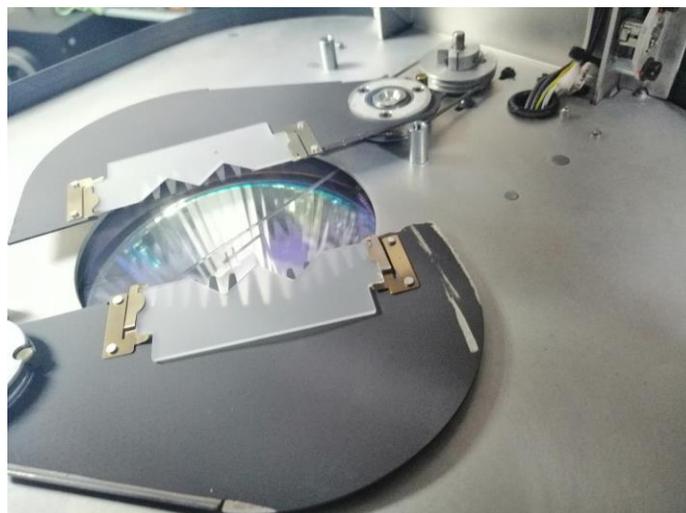


Fuente: Elaboración propia

En el cambio del shutter del móvil Scenius Spot, figura 24, se observa que presenta inicios de desgaste en una de las cuchillas.

Figura 24

Cambio de shutter de móvil Scenius Spot



Fuente: Elaboración propia

En la figura 25, se muestra el móvil Qwash 419z previo a la ejecución de las tareas de mantenimiento.

Figura 25

Limpeza de fuente de alimentación del móvil Qwash 419z



Fuente: Elaboración propia

En la figura 26 se observa el parled Colordash H12IP previo a la ejecución de las tareas de mantenimiento.

Figura 26

Limpeza de mainboard y fuente de parled Colordash



Fuente: Elaboración propia

En la figura 27, se muestra parte de las pruebas de funcionamiento de todos los equipos involucrados en el sistema de iluminación escénica.

Figura 27

Prueba de funcionamiento de los equipos de iluminación escénica



Elaboración propia

Fase 10: Medición de desempeño

En esta fase se muestra el registro de fallas del 2019 en la tabla 40, indicando el número de orden de trabajo interno, fecha de ingreso del equipo malogrado, marca, modelo, estado actual del equipo, número de serie, diagnóstico y los trabajos realizados.

Tabla 40*Registro de fallas de equipos de iluminación escénica del TPJ durante el 2019*

| O. T. | F. INGRESO | MARCA | MODELO | ESTADO | Nº SERIE | DIAGNOSTICO | TRABAJOS REALIZADOS |
|-------|------------|-----------|-----------------------------|-----------|---------------------|---|---|
| 492 | 20/11/19 | CHAUVET | Q WASH 419Z LED | REPA RADO | 01010722-130600350 | No prende color rojo | Reparación de tarjeta de driver |
| 478 | 13/10/19 | CHAUVET | COLORDAS H H12IP | REPA RADO | 030312-970317000488 | No linkea señal dmx | Cambio de dmx input macho xlr-3 |
| 463 | 03/09/19 | ETC | SMARTPACK | REPA RADO | SN | Salida 1 y 2 no funciona | Cambio de módulo de corriente con disipador |
| 455 | 18/08/19 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | REPA RADO | 01010722-140900044 | No prende color rojo | Cambio de led rojo |
| 454 | 18/08/19 | GENERIC O | PC 1K | REPA RADO | SN | Lente roto | Cambio de lente |
| 449 | 04/08/19 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | REPA RADO | 01010722-140900028 | Leds ilumina a baja potencia | Cambio de ventilador de la cabeza |
| 427 | 10/07/19 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | REPA RADO | AF001744 | Pin de dmx input roto | Cambio de dmx input macho xlr-3 |
| 404 | 06/06/19 | CHAUVET | COLORDAS H H12IP | REPA RADO | 030312970317-000499 | No se ve la pantalla | Cambio de pantalla |
| 403 | 06/06/19 | ETC | LEKO SOURCE FOUR ZOOM 15-30 | REPA RADO | SN | Lente roto | Cambio de lente |
| 389 | 08/05/19 | ETC | SMARTPACK | REPA RADO | SN | Salida 2 no funciona | Cambio de tomacorriente |
| 381 | 20/04/19 | GENERIC O | PC 1K | REPA RADO | SN | Cable de fase quebrado | Reparación de cableado |
| 362 | 25/03/19 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | REPA RADO | 01010722-140900010 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |
| 361 | 25/03/19 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | REPA RADO | 01010722-140900048 | No prende color rojo | Reparación de tarjeta de driver |
| 360 | 25/03/19 | CHAUVET | COLORDAS H H12IP | REPA RADO | 030312-970317000491 | Pantalla rota | Cambio de pantalla |
| 359 | 25/03/19 | CLAY PAKY | SCENIUS SPOT | REPA RADO | AF001740 | No se mueve pan y tilt, no reconoce señal dmx | Cambio de tarjeta mainboard |
| 358 | 25/03/19 | CHAUVET | COLORDAS H H12IP | REPA RADO | 030312-970317000483 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |
| 306 | 12/01/19 | CHAUVET | NET-X | REPA RADO | 0308085807-16000449 | No funciona ninguna salida de dmx | Cambio de tarjeta mainboard |
| 305 | 12/01/19 | CHAUVET | COLORDAS H H12IP | REPA RADO | 030312970317-000500 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |
| 304 | 12/01/19 | CHAUVET | COLORDAS H H12IP | REPA RADO | 030312-970317000488 | No enciende el equipo | Cambio de fuente |

| | | | | | | | |
|-----|----------|---------|-------------------|--------------|------------------------|--|---------------------------------------|
| 303 | 12/01/19 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | REPA RADO | 01010722- 140900044 | No enciende el equipo | Reparación de tarjeta mainboard |
| 302 | 12/01/19 | CHAUVET | QWASH 419Z LED | REPA RADO | 01010722- 140900028 | Todos los colores inician encendidos y no se apagan | Reparación de tarjeta mainboard |

Fuente: Elaboración propia

La medición del plan de mantenimiento se realiza mediante el análisis de cantidades de los equipos malogrados durante los meses de abril a noviembre del 2018 y comparándolos con los meses cuando se aplicó el mantenimiento en el 2019, señalado en la tabla 41 y se observa una disminución de equipos averiados durante la ejecución del plan de mantenimiento.

Tabla 41

Cantidades de fallas en equipos de iluminación escénica del 2018 y 2019

| | Fallas en el 2018 | Fallas en el 2019 |
|-----------|--------------------------|--------------------------|
| Abril | 10 | 1 |
| Mayo | 4 | 1 |
| Junio | 7 | 2 |
| Julio | 3 | 1 |
| Agosto | 6 | 3 |
| Setiembre | 1 | 1 |
| Octubre | 9 | 1 |
| Noviembre | 3 | 1 |

Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 42 y figura 28, se registró un incremento en el índice de disponibilidad por avería de los equipos de iluminación escénica durante los meses de abril a noviembre del 2018 en comparación con los mismos meses del siguiente año, lo que indica que los equipos tuvieron una mayor disponibilidad para ser operados en el año 2019.

Tabla 42

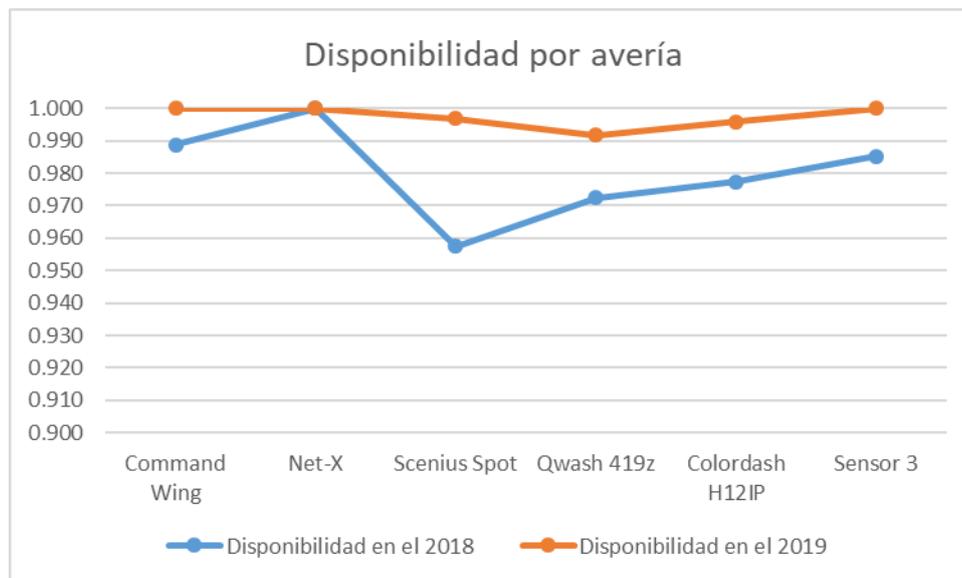
Disponibilidad por averías de los equipos de iluminación escénica

| Modelo | Disponibilidad en el | Disponibilidad en el |
|-----------------|----------------------|----------------------|
| | 2018 | 2019 |
| Command Wing | 0.989 | 1.000 |
| Net-X | 1.000 | 1.000 |
| Scenius Spot | 0.957 | 0.997 |
| Qwash 419z | 0.973 | 0.992 |
| Colordash H12IP | 0.977 | 0.996 |
| Sensor 3 | 0.985 | 1.000 |

Elaboración propia

Figura 28

Tendencia de disponibilidad por averías



Elaboración propia

3.3. Resultados

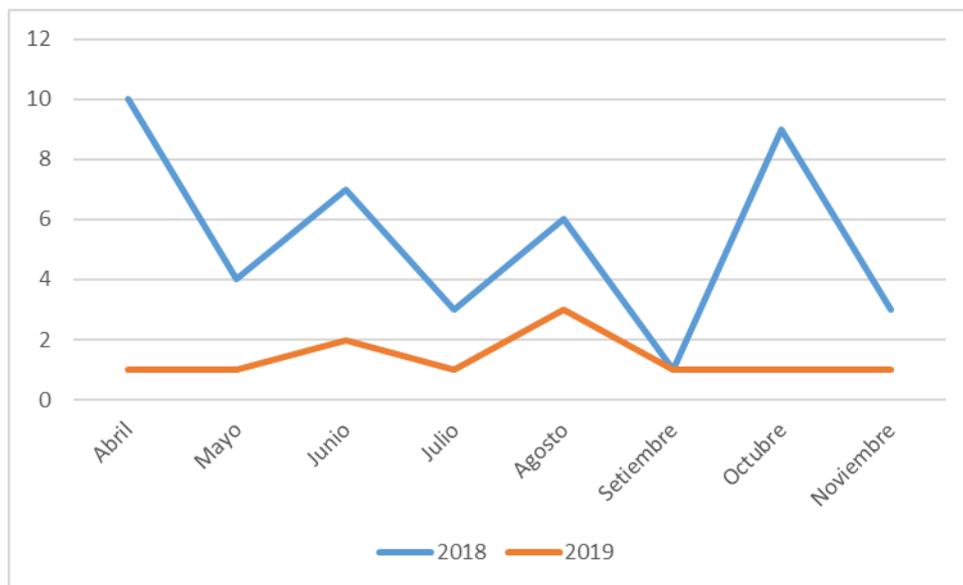
Habiendo diagnosticado la operatividad y antigüedad de los equipos del TPJ, como se muestra en la tabla 2 y 3, se obtuvo el reporte de 65 equipos averiados de los cuales la falla más frecuente es que el equipo no enciende en 18 oportunidades,

luego con 10 ocurrencias fueron los problemas concernientes al led, en un menor grado se obtuvo 6 fallas referentes al shutter y 5 fallas que se deben a la lámpara y a la pantalla.

La ejecución del plan de mantenimiento preventivo consiguió mantener las funciones de los equipos dentro de los rangos adecuados de operación, en tal sentido, se logró reducir las fallas en los equipos del sistema de iluminación escénica de 43 equipos dañados en los meses de abril a noviembre del 2018 a 11 equipos dañados en los mismos meses del año 2019, como se muestra en la figura 29.

Figura 29

Cantidad de fallas en los meses de abril a noviembre del 2018 y 2019

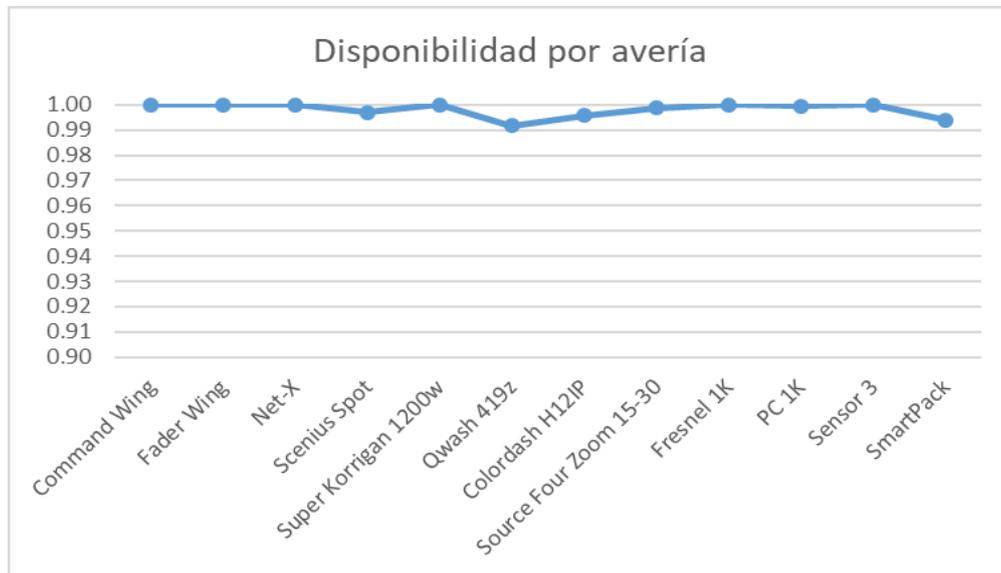


Elaboración propia

En la figura 30, se observa el índice de disponibilidad por averías de todos los equipos del sistema de iluminación escénica del TPJ durante los meses que se realizó el mantenimiento (abril - noviembre) del año 2019, y como resultado se obtiene que los equipos presentan un alto índice de disponibilidad para ser utilizados en los eventos, en tal sentido, los tiempos de operación presentaron un aumento, prolongando la operatividad de los equipos del sistema de iluminación escénica del TPJ.

Figura 30

Disponibilidad por averías de los equipos del sistema de iluminación durante abril a noviembre del 2019



Elaboración propia

En la tabla 43, se muestran los tiempos de actividades de reparación por averías correspondientes a los meses de abril a noviembre del 2018 comparándolos con los mismos meses del 2019. Se aprecia que en el 2019 se logró una reducción del 75.4% en el tiempo de reparaciones en comparación del 2018, por lo que se obtuvo mayor operatividad de equipos de iluminación escénica.

Tabla 43

Tiempo de reparación de equipos del sistema de iluminación durante abril a noviembre del 2018 y 2019

| Año | Tiempo de reparación de equipos (horas) |
|------|---|
| 2018 | 5856 |
| 2019 | 1440 |

Elaboración propia

De esta manera se verifica que los equipos de iluminación escénica del TPJ, en su mayoría han prolongado su operatividad teniendo una alta disponibilidad del 99.8% aproximadamente, de acuerdo a lo observado en la tabla 42 y figura 28.

Conclusiones

- Se diagnosticó el estado de los equipos del sistema de iluminación escénica, mediante la recolección de información y análisis de criticidad para la selección de equipos críticos y media criticidad, como se muestra en la matriz de criticidad de la figura 15.
- Se logró diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de iluminación escénica del Teatro Peruano Japonés, de acuerdo a las fases 3 al 8 desarrollados en el capítulo 3.
- Se ejecutó el plan de mantenimiento preventivo de los equipos del sistema de iluminación escénica, desarrollado en la fase 9, que concierne a las pruebas de verificación, limpieza, reparación y cambio de piezas.
- Se evaluó los resultados del plan de mantenimiento preventivo logrando incrementar el nivel de disponibilidad por avería, indicado en la tabla 42, verificando que los equipos del sistema de iluminación escénica del Teatro Peruano Japonés han prolongado su operatividad.

Recomendaciones

- Se recomienda continuar con el cumplimiento de las tareas de mantenimiento preventivo de los equipos de iluminación escénica y evaluar los resultados anualmente, para determinar si es necesario el rediseño del plan de mantenimiento para obtener mejores resultados.
- Se sugiere tomar en cuenta desarrollo de este proyecto para su aplicación en otros sistemas de equipamiento de TPJ, como son el sistema de sonido y el sistema de video, para mejorar la operatividad de sus equipos.
- Se sugiere realizar el estudio de nivel de beneficio en el aspecto económico, para determinar la viabilidad del plan de mantenimiento preventivo.

Referencias Bibliográficas

- Bakke, N. (2018). *Reliability Centered Maintenance (RCM) of the autonomous passenger ferry in Trondheim* [Tesis de postgrado, Norwegian University of Science and Technology]. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2563980>
- Botero, C. (1991). *Manual de mantenimiento*. Publicaciones SENA.
- Cadena, R. (2010). *Automated lighting* (2.^a ed.). Elsevier
- Campos, O., Tolentino, G., Toledo, M. y Tolentino, R. (2018). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, bases de datos y criticidad de efectos. *Científica*, 33(1), 51-59. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/614/61458265006/61458265006.pdf>
- Cornejo, B. (2020). *Propuesta de plan de mantenimiento preventivo de equipos de infraestructura en la empresa Ferreyros S.A. sucursal Cusco a fin de incrementar su operatividad* [Tesis de pregrado, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/5408>
- Deshpande, V. y Modak, J. (2002). Application of RCM to a medium scale industry. *Elseiver*, 77(1), 31-43. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095183200200011X>
- García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Díaz de Santos.
- Keith, R. (2002). *An introduction to predictive maintenance* (2.^a ed.). Elsevier Science
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM II* (Trad. Ellmann, Sueiro y Asociados). Biddles. (Trabajo original publicado en 1997)
- Pacheco, L. (2018). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la empresa Hydro Pátapo S.A.C.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1353>

- Primero, D., Diaz, J., Garcia, L. y Gonzáles-Vargas, A. (2015). Manual para la gestión del mantenimiento correctivo de equipos biomédicos en la fundación Valle del Lili. *Revista Ingeniería Biomédica*, 9(18), 81-87. <http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v9n18/v9n18a21.pdf>
- SAE (1999). SAE JA1011: Evaluation criteria for reliability-centered maintenance (RCM) processes. Society of Automotive Engineers.
- SAE (2002). SAE JA1012: Evaluation criteria for reliability-centered maintenance (RCM) processes. Society of Automotive Engineers.
- Shelley, S. (2009). *A practical guide to stage lighting*. Elsevier (2.^a ed.)
- Yongyi, R., Xin, Z., Pengfeng, L., Yonggang, W. y Ruilong, D. (2019). *A survey of predictive maintenance: systems, purposes and approaches*. ArXiv, 1(1), 1-36. <https://arxiv.org/abs/1912.07383>
- Zavala, C. (2018). *Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para el chancador primario Fuller, Operación Mantoverde* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María]. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/40797>
- Zulaikha, S., Nurul L. y Sinulingga, S. (2019). The application of reliability centered maintenance (RCM) methods to design maintenance system in manufacturing. *IOP*, 1(1), 1-5. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/505/1/012058/pdf>

Anexos

Anexo 1: Especificaciones técnicas de la consola Command Wing

MA onPC command wing



MA onPC command wing

Art.-No. 120120



The MA onPC command wing paves the way for mobile use of the highly flexible and powerful grandMA2 control system. In combination with the free of charge grandMA2 onPC software, the MA onPC command wing is a portable 2,048 parameter control solution that can be used in nearly any location - and all for an affordable price! It offers two built-in DMX ports as well as the possibility to send two additional DMX universes via Ethernet protocols with grandMA2 onPC.

Designed as the perfect hardware expansion to the grandMA2 onPC software, the MA onPC command wing enables the look and feel of the software to be as close to a real grandMA2 console as possible. Thanks to the MA onPC command wing - incorporating the command section of the grandMA2 consoles - it has never been easier to use the grandMA2 onPC software. With a simple USB connection between the MA onPC command wing and the computer running the grandMA2 onPC software, all inputs and outputs of a grandMA2 console are available to the user. DMX, Midi, Timecode and Analogue Remote are all on hand directly at the MA onPC command wing. As a clever detail a slot for a Kensington lock is integrated.

Wherever it is physically difficult to use a grandMA2 console, the MA onPC command wing, in conjunction with the grandMA2 onPC software, enables the customer to program or playback within the grandMA2 world. Therefore the MA onPC command wing is ideal to be used as a backup solution within the grandMA2 system, as powerful control solution on the road or for smaller theatres, shows and clubs or for preprogramming.

It is also possible to add more faders by connecting the MA onPC fader wing to the MA onPC command wing. Moreover the MA onPC fader wing provides additional 2,048 parameters and four DMX lines. The MA 8Port Node onPC and MA 4Port Node onPC will add 2,048 parameters and eight or four DMX lines respectively.



Please regard that it is possible to connect one MA onPC command wing and up to two MA onPC fader wing together to a computer running grandMA2 onPC.

Features

- Real-time control for 2,048 parameters in combination with grandMA2 onPC (up to 65,536 parameters as backup in the MA system)
- Expandable up to 4,096 parameter
- Command section similar to grandMA2 layout
- 2 A/B faders (100mm)
- 1 Level-Wheel
- Individually backlit and dimmable silent (clickless) keys
- Integrated universal power supply
- Light, handy & rock solid
- Ergonomic design
- Just connect via USB to any PC running grandMA2 onPC

Scope of delivery

dust cover
 USB cable 1.9m
 power cord 1.9m IEC Plug (lockable) open end

Technical Specifications

| | |
|--|--|
| Operating voltage/ Supply voltage | 120V/230V, 50/60Hz (automatic detection) |
| Power | 40VA |
| Dimensions | 540 x 400 x 75mm / 21.3 x 15.7 x 3inch |
| Net weight | 6kg / 13.2lbs |
| Output connectors | 2 x XLR 5pin (DMX) 1 x USB 1 x DIN (MIDI) |
| Input connectors | 1 x XLR 5pin (DMX) 1 x XLR 3pin (SMPTE) 1 x DIN (MIDI) 1 x Sub-D 15pol (Analogue Remote) 1 x IEC 60320 C13/C14 (Kaltgerätestecker) |

Article

| Art.-No. | Article |
|----------|----------------------|
| 120120 | MA onPC command wing |

Anexo 2: Especificaciones técnicas de la extensión Fader Wing

grandMA2 fader wing



grandMA2 fader wing

Art.-No. 120121



The grandMA2 fader wing offers a comfortable way to increase the number of motorized executor faders and executor buttons. Up to four grandMA2 fader wing can be connected to a console – i.e. 60 extra motorized executor faders are available in total.

The grandMA2 fader wing resembles the grandMA2 consoles in regards to fader and button layout as well as its whole appearance and is therefore the perfect hardware addition.

Features

- 15 motorized executor faders
- 15 button executors
- MA-link connectivity to any console of the grandMA2 series
- Up to 4 grandMA2 fader wing can be connected to a console

Scope of delivery

| Art.-No. | Article | Quantity |
|----------|--------------------------------|----------|
| 120133 | Dust cover grandMA2 fader wing | 1 |

connecting cable MA Link

grandMA2 fader wing



Technical Specifications

| | |
|--|---|
| Operating voltage/ Supply voltage | via grandMA2 console |
| Dimensions | 425 x 162 x 367mm / 16.7 x 6.4 x 14.4inch |
| Net weight | 8kg / 17.6lbs |
| Output connectors | 1 x MA Link |
| Input connectors | 1 x MA Link |

Article

| Art.-No. | Article |
|-----------------|---------------------|
| 120121 | grandMA2 fader wing |

Anexo 3: Especificaciones técnicas de la splitter Net-X

2. Introduction

Product Description

Net-X is a reliable and versatile rack-mountable ethernet-to-DMX adapter with an integrated optical DMX splitter and ethernet switch capability. It has two 5-pin DMX In ports and eight 5-pin DMX Out ports, all optically isolated. It takes up to 8 Art-Net™ or sACN universes simultaneously. The eight 5-pin DMX Out ports can be assigned to either of the DMX In ports or to one of the Neutrik® etherCON® ports. Neutrik® etherCON® ports are through ports that allow daisy chaining of Net-X units.

Net-X provides a reliable, highly customizable network infrastructure for complex control systems. Merge two controllers into the Net-X via DMX, Art-Net™, or sACN, supporting both LTP (Latest Takes Precedence) and HTP (Highest Takes Precedence) functions.

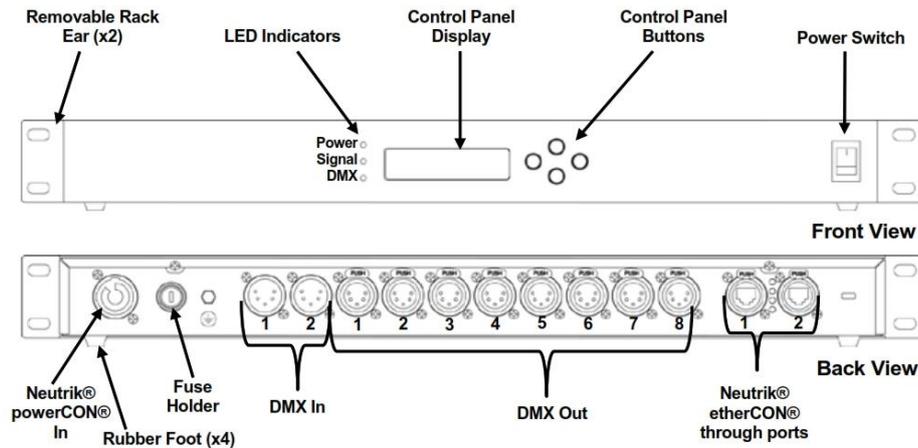
Product Features

- Rack mountable
- Both an ethernet node and an optical splitter
- Eight optically isolated output ports
- Variable operating modes for all DMX outputs
- Two Neutrik® etherCON® in/through ports
- Merge two controllers via DMX, Art-Net™, or sACN

Additional Products

The Net-X is an adapter and switch combined that works as part of a control system. Chauvet has a line of video products and lighting products that work with the Net-X. For more information about compatible Chauvet products, see the Chauvet website at <http://www.chauvetlighting.com/product-manuals-literature/>.

Product Overview



6. Technical Specifications

Dimensions And Weight

| Length | Width | Height | Weight |
|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 19 in (483 mm) | 6.6 in (168 mm) | 1.8 in (45 mm) | 4.4 lb (2.0 kg) |

Power

| Power Supply | Range | Voltage Selection |
|----------------------|--------------------------|-------------------|
| Switching (internal) | 100 to 240 VAC, 50/60 Hz | Auto-ranging |

| Parameter | 120 V, 60 Hz | 208 V, 60 Hz | 230 V, 50 Hz |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| Consumption | 30 W | 30 W | 30 W |
| Operating Current | 0.25 A | 0.14 A | 0.13 A |

| Power Connection | Power Input |
|---|--------------------|
| Edison Plug to Neutrik® powerCON® (US/Canada) Local plug to Neutrik® powerCON® (Worldwide) | Neutrik® powerCON® |

Data Connections

| I/O | Type |
|------------------|------------------------------|
| Data Inputs | Neutrik® etherCON® (2 total) |
| | 5-pin XLR (2 total) |
| Data Outputs | 5-pin XLR (8 total) |
| Data Throughputs | Neutrik® etherCON® (2 total) |

Ordering

| Product Name | Item Code | UPC Number |
|--------------|-----------|--------------|
| Net-X | 03080858 | 781462212063 |



Anexo 4: Especificaciones técnicas de la móvil Scenius Spot



Scenius Spot C61500

Specifications

01/2018



Scenius is the new moving head spotlight at the top of the Clay Paky range. Its advanced optical unit and the new 1400W OSRAM discharge lamp provide a much higher light output than with previous generation 1500W lamps. Thanks to its wide 8°-48° zoom, Scenius is perfect for every use. A modern focus tracking system concentrates maximum luminous efficiency precisely on the effect you wish to project, and the focus may be set to be fully automatic. With Scenius you have a light in your hands whose white light and color reproduction fidelity will completely amaze you. The fixture produces a 6500 K output color temperature that does not vary over time; also, Scenius can count on a very high CRI, which is extremely unusual for a metal halide light source. The colors cover a broad spectrum, even including pastel shades, thanks to a CMY system, a 7-color wheel and a linear CTO filter. The special effects are of course top-ranking: 2 rotating gobo wheels, each with 6 interchangeable gobos, a rotating prism and an interchangeable graphics wheel for spectacular new effects, a highly precise iris. The fixture can also be used in wash mode by inserting a new design of frost filter. It can be run at 1400W or in energy saving mode at 1200W.

- 1400W OSRAM discharge lamp
- 8°-48° zoom
- Focus tracking system
- 6500 K output color temperature
- Very high CRI
- CMY System + Linear CTO
- 7-color wheel
- 2 Wheels with 6+6 rotating Gobos
- Rotating Prism
- Interchangeable Graphics Wheel
- 16 blades fast Iris
- Variable "soft edge" frost
- Variable flood frost
- Very precise 0-100% dimmer
- Fast stop/strobe effect
- Light can be run at 1400W or 1200W
- Art-Net / RDM
- Quiet, reliable and road-ready
- Weight: 38 Kg

Scenius Spot - Specifications



Scenius Spot

C61500

Specifications

01/2018

POWER SUPPLIES

AC power input Neutrik PowerCON TRUE1 (IP65)
200-240V 50/60 Hz

INPUT POWER

1800 VA

LIGHT SOURCE

OSRAM Lok-it! HTI 1400/PS Lamp
- Color Temperature: 6.000 K
- Life: 750 hrs
- Very high CRI
- Luminous flux: 120000 lm
- Base PGJ28 Lok-it!
- Light can be run at 1400W or 1200W in Energy Saving mode

OPTICS

Zoom 8° - 48°
ø142 mm front lens
Electronic Focusing

COLOR SYSTEM

CMY System
Linear CTO
Color Wheel with 7 color filters

EFFECTS SECTION

Two wheels with 6+6 rotating gobos (image ø26 mm)
Interchangeable Graphics Wheel
Optional 8-fixed gobo wheel (interchangeable with the Graphics Wheel)
Rotating Prism with 4 faces
16 blades fast Iris
Variable "soft edge" frost
Variable flood frost
Very precise 0-100% dimmer
Fast stop/strobe effect



Scenius Spot - Specifications



Scenius Spot

C61500

Specifications

01/2018



CONTROL AND PROGRAMMING

32 or 36 DMX 512 control channels
DMX protocol signal: USITT DMX 512
Art-Net / RDM
Display: LCD 128 x 64 dots, backlit LED, white on black
Pan and Tilt Resolution: 16 bit
Focus Indexing Resolution: 16 bit
Dimmer Resolution: 16 bit
Rotation gobo Resolution: 16 bit
Movement control: vectorial
DMX signal connection: 5 pole XLR input and output
Software upload through DMX input / Ethernet input

BODY

Aluminum and steel structure with plastic covers
Two side handles for transportation
Device locking PAN and TILT mechanisms for transportation and maintenance

MOVING BODY

PAN

Angle Rotation: 540°
Fast speed: 4.210" sec
Normal Speed: 4.958" sec
Resolution TILT: 2.10938°
Resolution TILT FINE: 0.00824°
Accuracy:
Resolution ± 0.2 (Range 0.4°)

TILT

Angle Rotation: 268°
Fast speed: 2.536" sec
Normal Speed: 3.246" sec
Resolution TILT: 1.04688°
Resolution TILT FINE: 0.00409°
Accuracy:
Resolution ± 0.2 (Range 0.4°)

Scenius Spot - Specifications

ELECTRONICS

Long life self-charging buffer battery
 ON/OFF lamp control from the lighting desk
 Function reset from the lighting desk
 "AUTOTEST" function from menu ARTNET
 Electronic monitoring with status error
 Cooling system monitoring
 DMX level monitoring on all channels
 Internal data transmission diagnostics
 Firmware Upgrade with no power
 Firmware upload from another fixture



SAFETY DEVICES

Bipolar circuit breaker with thermal protection
 Automatic break in power supply in case of overheating
 Forced ventilation with fans and heat sink.

WORKING POSITION

Working in any position
 Hanging system: with fast-lock omega clamps (1/4 turn) on the base

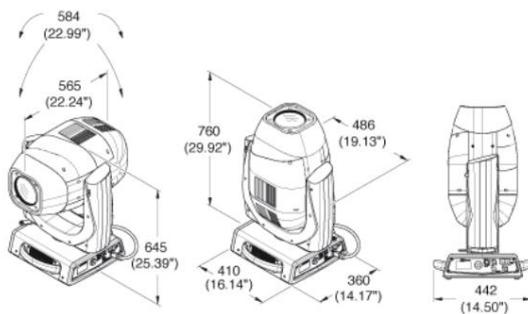
CE MARKING

In conformity with the European Directives:

- 2014/35/EU - Safety of electrical equipment supplied at low voltage (LVD)
- 2014/30/EU - Electromagnetic Compatibility (EMC)
- 2011/65/EU - Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS)
- 2009/125/EC - EcoDesign requirements for Energy-related Products (ErP)

WEIGHT & DIMENSIONS

38 kg (83.6 lbs)



Scenius Spot - Specifications

Anexo 5: Especificaciones técnicas del seguidor Super Korrigan 1200w

SUPER KORRIGAN - 1149

COMPACT - 1200 W HMI



- **Type:** Followspot
- **Source:** 1200 W HMI
- **PSU:** Magnetic - hot restrike
- **Optics:** 7° to 14.5° zoom

Followspot

High output with hot restrike

The award-winning long throw Super Korrigan out-performs Xenon spots of higher wattage. Widely used in theatre environments where high output, instantaneous re-ignition and compact dimensions are a real advantage, Super Korrigan also benefits from a silent operation.

Features

- **Fully closing iris cassette:** removable for fast, easy replacement; protective backplate for extended lifespan
- **Universal adjustable gobo holder:** "A" size glass and metal gobos
- **Ergonomic dimmer control:** one-handed dim, pan and tilt. Dimmer control can be adjusted to suit the operator's preference
- **Smooth dimmer shutter:** retains flat beam and colour temperature when dimming
- **Frost filter:** on flip lever for quick soft-edge beam effect
- **Horizontal chopper (optional):** for masking control in TV studios and wide stages
- **Internal glass filter holder:** long term use of durable coloured, dichroic or textured glass
- **Individually removable colour frame:** gels replaced easily while colour cassette remains in place
- **Colour changer:** 6-way, self-cancelling boomerang colour-changer
- **Easy focus reference:** graduated scale on side of the unit; fast and easy refocusing
- **Adjustable yoke (optional):** for optimum overhead positioning
- **Fine balance:** precision positioning and smooth operation even with the smallest movements
- **Stand:** perfectly weighted for maximum stability with smooth rotation for optimum performance. Easy set up; triple safety system for extra security

Optical

- **Factory set optical train:** travels safely within followspot and requires no time-consuming realignment on arrival. Uniform beam on all followspots of same type
- **SX optical system:** double condenser optics for exceptional optical quality
- **Gobo :** excellent gobo projection
- **Variable zoom optics:** sharp focus at every beam angle. Independent control of image size and focus.

Construction

- **Made in France :** fully manufactured in Robert Juliat premises retaining complete control over all aspects of quality
- **Separate PSU:** compact for easy handling and rapid maintenance
- **Bodywork:** strong sheet metal construction for durability
- **Ergonomic wrap-around handle:** comfort, safety and practicality from all operating positions
- **Moving parts:** smooth at all times, even when hot
- **Captive knobs and handles:** additional security when working at height or in transit
- **Easy access to all parts:** easy cleaning, re-lamping and maintenance
- **Removable assemblies:** fast-plug cable connectors and complete component assemblies (mirror, condenser set and lamp house assembly) save maintenance and cleaning time
- **Safety:** safety switch for secure access to the lamp

Picture: 1149

DSEN103_1149 - 13/09/2021

Robert Juliat reserves the right to change or alter any of the items detailed on this page, to increase or improve manufacturing techniques without prior notice.

Robert Juliat S.A.S., 32 rue de Beaumont, 60530 Fresnoy-en-Thelle - France
Telephone : +33 (0)3 44 26 51 89 - fax : +33 (0)3 44 26 90 79 - info@robertjuliat.fr
www.robertjuliat.com


ROBERT JULIAT

Source



- **Lamp type:** Discharge
- **Power:** 1200 W
- **Socket:** SFC 15.5-6
- **Hot re-strike:** yes

| Admissible lamps | Power * | Lumen output* | Colour temperature* | Life* | CRI* (min) |
|-----------------------|---------|---------------|---------------------|---------|------------|
| CSR 1200W DE (GE) | 1 200 W | 110 000 lm | 6000K | 750 h | 85 |
| HMI 1200W/DXS (Osram) | 1 200 W | 110 000 lm | 6000K | 1 000 h | 90 |
| MSI 1200 (Philips) | 1 200 W | 110 000 lm | 5600K | 1 000 h | 80 |

(*) manufacturer's data

Optics

Characteristics

- **Type:** Zoom
- **Beam range:** 7° to 14.5°
- **Focal length:** 283 - 589 mm

Gel filter

- **Shape:** Circle
- **Standard size:** 210 mm (8.3 in)

Gobo

- **Size:** A
- **Material:** Metal
Glass

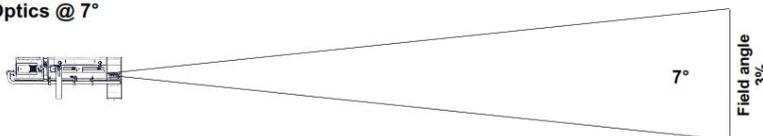


100 mm
*Maximum image size

Photometrics

with HMI 1200W/DXS (Osram) source

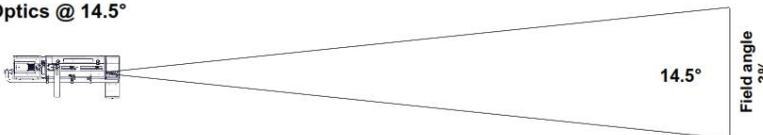
• Optics @ 7°



Beam intensity
1 500 000 cd

| | | | | | | |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| Distance | 15 m | 20 m | 25 m | 30 m | 35 m | 40 m |
| Diameter | 1.8 m | 2.4 m | 3.1 m | 3.7 m | 4.3 m | 4.9 m |
| Illumination | 6 700 lux | 3 800 lux | 2 450 lux | 1 700 lux | 1 250 lux | 940 lux |
| Distance | 50 ft | 65 ft | 80 ft | 100 ft | 115 ft | 130 ft |
| Diameter | 6.1 ft | 8 ft | 9.8 ft | 12.2 ft | 14.1 ft | 15.9 ft |
| Illumination | 610 fc | 360 fc | 240 fc | 160 fc | 120 fc | 90 fc |

• Optics @ 14.5°

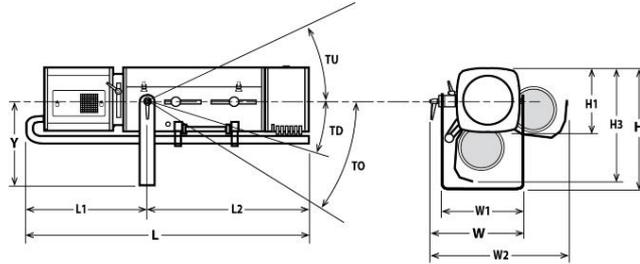


Beam intensity
460 000 cd

| | | | | | | |
|---------------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| Distance | 15 m | 20 m | 25 m | 30 m | 35 m | 40 m |
| Diameter | 3.8 m | 5.1 m | 6.4 m | 7.6 m | 8.9 m | 10.2 m |
| Illumination | 2 050 lux | 1 200 lux | 740 lux | 520 lux | 380 lux | 290 lux |
| Distance | 50 ft | 65 ft | 80 ft | 100 ft | 115 ft | 130 ft |
| Diameter | 12.7 ft | 16.5 ft | 20.4 ft | 25.4 ft | 29.3 ft | 33.1 ft |
| Illumination | 190 fc | 110 fc | 75 fc | 47 fc | 35 fc | 28 fc |

Dimensions and weight

Unit



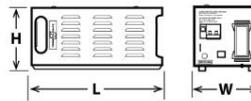
Weight: 33 kg (72.6 lbs)

| Height | Length | Width | Yoke | Tilt | Option |
|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------|---------|
| H= 450 mm (17.7 in) | L= 1260 mm (49.6 in) | W= 410 mm (16.1 in) | Y= 325 mm (12.8 in) | TU= 45° | TO= 65° |
| H1= 250 mm (9.8 in) | L1= 580 mm (22.8 in) | W1= 350 mm (13.8 in) | | TD= 40° | |
| H3= 460 mm (18.1 in) | L2= 680 mm (26.8 in) | W2= 570 mm (22.4 in) | | | |

Shipping

- **Weight :** 93 kg (204.6 lbs)
- **Volume :** .58 m³ (20.48 ft³)

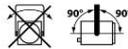
PSU



- Width:** W= 185 mm (7.3 in)
- Height:** H= 200 mm (7.9 in)
- Length:** L= 450 mm (17.7 in)
- Weight:** 24 Kg (52.8 lbs)

Installation

- **Minimum distance to illuminated surface:** 2.8 m (9.2 ft)
- **Operating position:**



Warranty

- **Fixture: 2 years**
See General Sales Condition on website

Approvals



Construction

- **Housing:** Steel sheet - Aluminium
- **Colour:** Black
- **Cooling:** Low noise fan
- **Maximum ambient temperature (Ta):** 40°C (104°F)
- **Maximum case temperature (Tc):** 230°C (446°F)
- **Total heat dissipation:** 5 290 BTU/h
- **Ingress Protection (IP) rating:** IP20

- **PSU housing:** Steel sheet - Aluminium
- **PSU colour:** Black
- **PSU cooling:** Convection cooling
- **PSU maximum ambient temperature (Ta):** 40°C (104°F)
- **PSU maximum case temperature (Tc):** 60°C (140°F)

Electrical compatibility

- 220/230 V - 50 Hz
- 245 V - 50 Hz
- 110/120 V - 60 Hz
- 208 V - 60 Hz
- 220/230 V - 60 Hz
- 100 V - 50 Hz
- 100 V - 60 Hz
- Selector: intenal

Power input

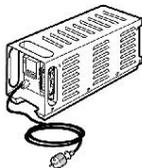


- **Type:** attached power cord
- **Cable:** H07RNF 3G1.5
- **Length:** 3 m (9.8 ft)
- **Power connector:** CEE 7/7 (2P+E NF/Schuko)

Power consumption

| Voltage | Frequency | Current | Power | Power factor |
|---------|-----------|---------|--------|--------------|
| 230 V | 50 Hz | | 1550 W | |
| 120 V | 60 Hz | | | |
| 245 V | 50 Hz | | | |

Power Supply Unit

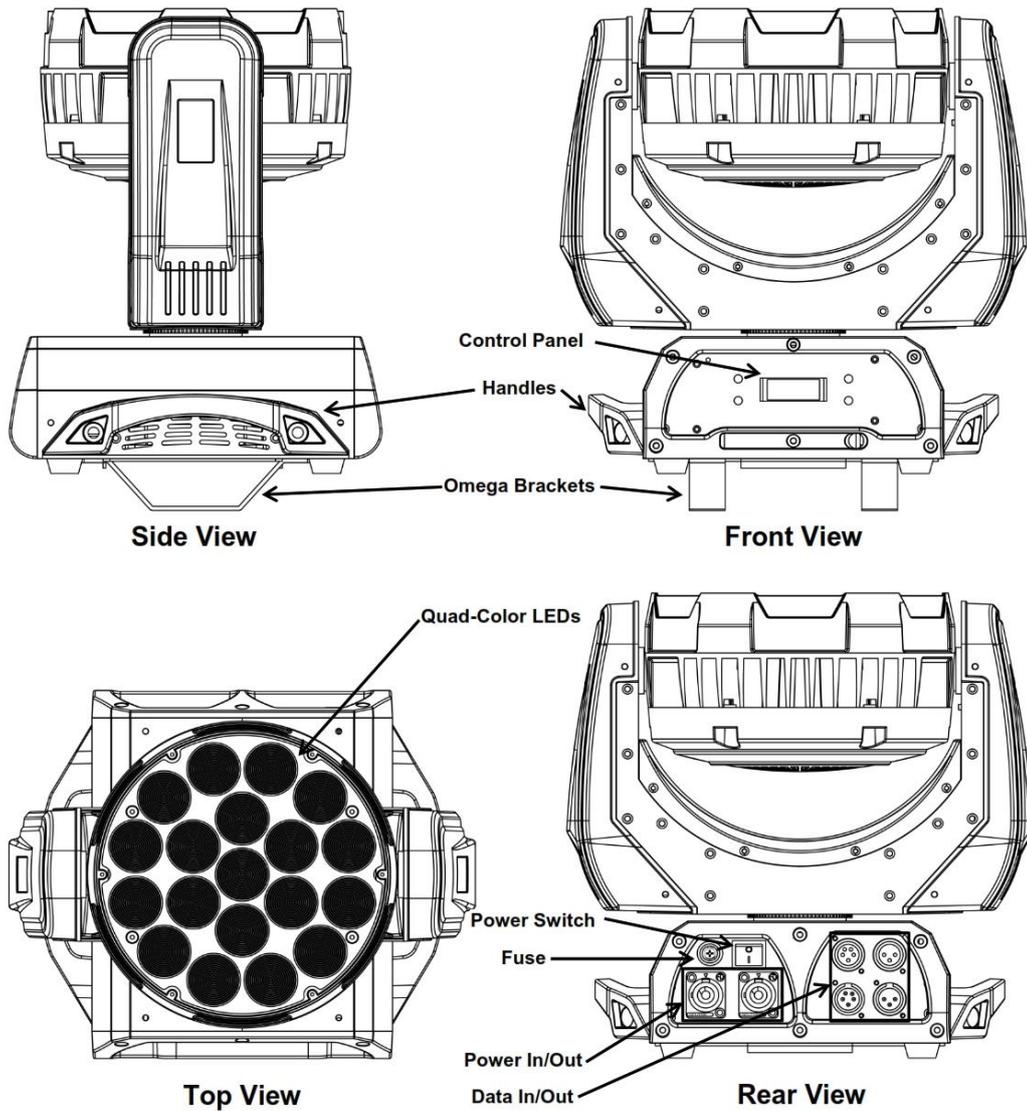


- **PSU:** Separate - Magnetic PSU
- **Lighting unit / PSU cable:** Cable attached to unit - length: 3 m (9.8 ft)
Type: 18G1.5 JZ 602-RC (CE-UL/CSA) with 16x16A+E Harting Han® connector
- **Maximum distance between lighting unit and PSU:** 25 m (82 ft)
- **Control:** Local
- **Protection:** Mains: 16A 2P2D - C curve breaker / Electronic: 6A 2P2D - C curve breaker

Anexo 6: Especificaciones técnicas de la móvil Qwash 419z

Introduction

Overview



Technical Information

Technical Specifications

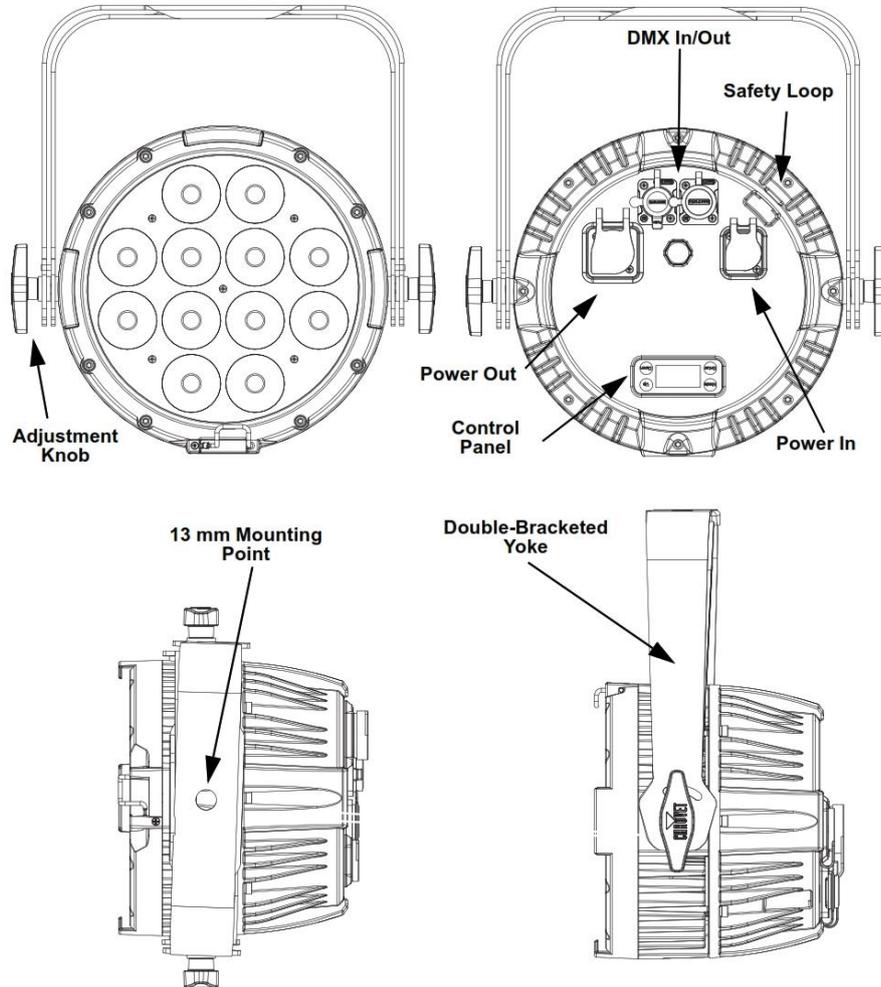
| | | | | |
|---|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------|
| Dimensions and Weight | Length | Width | Height | Weight |
| | 11.6 in (297 mm) | 10.6 in (270 mm) | 14.5 in (369 mm) | 22 lb (10 kg) |
| Note: Dimensions in inches rounded to the nearest decimal digit. | | | | |
| Power | Power Supply Type | Range | Voltage Selection | |
| | Switching (Internal) | 100~240 V, 50/60 Hz | Auto-ranging | |
| | Parameter | 120 V, 60 Hz | 230 V, 50 Hz | |
| | Consumption | 322 W | 304 W | |
| | Operating | 2.64 A | 1.4 A | |
| | Fuse | 6.3 A, 250 V | 6.3 A, 250 V | |
| | Power Linking | 5 products | 9 products | |
| | Power I/O | U.S./Worldwide | Europe | |
| | Power input connector | Neutrik® powerCON® A | Neutrik® powerCON® A | |
| | Power output connector | Neutrik® powerCON® B | Neutrik® powerCON® B | |
| | Power cord plug | Edison (U.S.) | Local plug | |
| Light Source | Type | Power | Lifespan | |
| | LED | 15 W | 50,000 hours | |
| | Color | Quantity | Current | |
| | quad-color RGBW | 19 | 1 A | |
| Photo Optic | Parameter | Narrow | Wide | |
| | Illuminance @ 5 m | 9,130 lx | 645 lx | |
| | Beam angle | 7° | 30° | |
| | Field angle | 12.5° | 45° | |
| Thermal | Max. External Temperature | Cooling System | | |
| | 104 °F (40 °C) | Fan-Assisted Convection | | |
| DMX | I/O Connectors | Connector Type | Channel Range | |
| | 3- and 5-pin XLR | Sockets | 8,10,21,21,34 | |
| Ordering | Product Name | Item Code | UPC Number | |
| | Q-Wash™ 419Z-LED | 01010722 | 781462210700 | |

Anexo 7: Especificaciones técnicas de la parled Colordash H12IP



INTRODUCTION

Product Overview



6. TECHNICAL SPECIFICATIONS

Dimensions and Weight

| Length | Width | Height | Weight |
|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| 12.3 in (322 mm) | 11.9 in (305 mm) | 6.9 in (177 mm) | 13.4 lb (6.1 kg) |

Note: Dimensions in inches rounded to the nearest hundredth.

Power

| Power Supply Type | Range | Voltage Selection |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Switching (internal) | 100 to 240 VAC, 50/60 Hz | Auto-ranging |
| Parameter | 120 V, 60 Hz | 230 V, 50 Hz |
| Consumption | 113 W | 117 W |
| Operating Current | 0.936 A | 0.505 A |
| Power linking current (products) | 13.6 A (14 products) | 13.6 A (25 products) |
| Power I/O | U.S./Canada | Worldwide |
| Power input connector | Seetronic Powerkon IP65 | Seetronic Powerkon IP65 |
| Power output connector | Seetronic Powerkon IP65 | Seetronic Powerkon IP65 |
| Power Cord plug | Edison (U.S.) | Local Plug |

Light Source

| Type | Power | Lifespan |
|--------------------|----------|--------------|
| LED | 8.6 W | 50,000 hours |
| Color | Quantity | Current |
| hex-color RGBAW+UV | 12 | 632 mA |

Photometrics

| Parameter | Value |
|-------------------|------------|
| Strobe Rate | 0 to 30 Hz |
| Beam Angle | 22° |
| Field Angle | 34° |
| Illuminance @ 5 m | 1180 lux |

Thermal

| Maximum External Temperature | Cooling System |
|------------------------------|----------------|
| 113 °F (45 °C) | Convection |

DMX

| I/O Connector | Channel Range |
|---------------|---------------|
| 5-pin XLR | 6, 8 or 13 |

Ordering

| Product Name | Item Code | UPC Number |
|----------------------|-----------|--------------|
| COLORdash Par-H12 IP | 03031297 | 781462216450 |



UL 1573
CSA C22.2 No. 166
E113093



Anexo 8: Especificaciones técnicas del leko

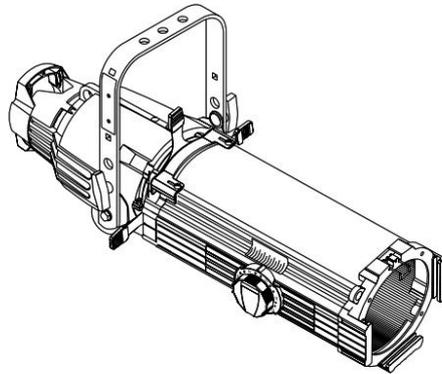
ETC®

Source Four Zoom™ 15°-30°



100V 115/120V 230/240V

Ellipsoidal Series



SPECIFICATIONS

PHYSICAL

- Rugged, die-cast and extruded aluminum construction
- Patented one-handed focus mechanism with positive lock
- Rotating shutter assembly $\pm 25^\circ$
- 20-gauge stainless steel shutters in a tri-plane assembly
- Lens-tube door provides easy access for lens cleaning
- Scale markings for field-angle and focus settings
- Thermally insulated rear handle
- High-impact, thermally insulated knobs and shutter handles
- Integral die-cast color-frame holder with two accessory slots, and a top mounted, color-frame retainer
- Steel yoke with two mounting positions
- Positive locking double-clutch yoke
- Slot for glass or stainless steel patterns
- Wide accessory slot with sliding cover for motorized pattern devices or optional iris
- UL and cUL Listed

ELECTRICAL

- 115-240V, 50/60Hz
- High temperature three-conductor 36-inch leads in a glass fiber outer sleeve
- Supports ETC Dimmer Doubling™ technology

LAMP

- 750W maximum
- HPL — compact tungsten filament contained in a krypton/xenon-filled quartz envelope (see table for suitable lamp types)
- Patented filament geometry makes for extremely efficient light collection and transmission
- Integral die-cast aluminium heat-sink lamp base

SPECIFICATIONS

OPTICAL

- Re-optimized optical system for improved photometric performance and field uniformity
- Two bi-convex lenses
- Faceted borosilicate reflector with dichroic cold mirror coating removes greater than 90% infrared radiation (heat) and reflects greater than 95% of visible light
- Reflector secured with anti-vibration shock mounts
- Lenses have anti-reflective coatings
- Lenses secured with anti-vibration shock mounts
- Low gate- and beam-temperature; shutters will not warp or distort
- Tool-free, positive locking X, Y and Z lamp-centering adjustments, unaffected by relamping
- 25°-50° version available

ORDERING INFORMATION

Source Four Zoom

| MODEL | DESCRIPTION |
|-------|--|
| 41530 | 15°-30° Source Four Zoom ellipsoidal (black) |

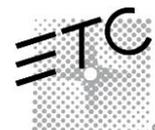
ETC Source Four Zooms are supplied with color frame, C-clamp and 36-inch (90cm) leads as standard

Connector Designation

Use suffixes below to specify factory-fitted connector type.

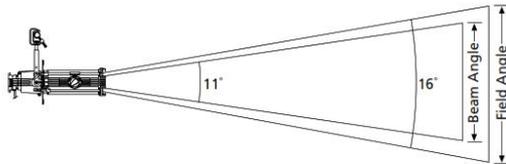
| MODEL | DESCRIPTION |
|-------|--|
| A | Parallel-blade U-ground connector |
| B | Two-pin and ground, 20 amp connector |
| C | Grounded, 20 amp, twistlock connector |
| M | Dimmer Doubling connector (NEMA L515P) |

See page 5 for Source Four® accessories



PHOTOMETRICS

Photometric data below is measured with an HPL 750W/115V 300-hour lamp. To convert data when using any other HPL lamp, use the lumen or candela multiplying factors (Lm MF or Cd MF) for that specific lamp. These multiplying factors are listed in the Lamps table in this datasheet. For lumen data, multiply by the Lm MF. For candela or footcandle data, multiply by the Cd MF.



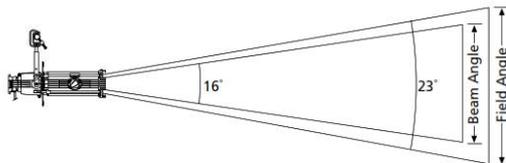
Source Four 15°-30° Zoom set at 15° (cosine)

| Degree | Candela | Field Lumens | Beam Lumens | Efficiency | Lumens per watt |
|--------|---------|--------------|-------------|------------|-----------------|
| 15° | 395,560 | 11,460 | 7,685 | 52.3% | 15.3 |

Metric conversions: For meters, multiply feet by 0.3048
For lux, multiply footcandles by 10.76

| | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Throw Distance (d) | 30' | 50' | 70' | 90' |
| | 9.1m | 15.2m | 21.3m | 27.4m |
| Field Diameter | 8.4' | 14.1' | 19.7' | 25.3' |
| | 2.6m | 4.3m | 6.0m | 7.7m |
| Illuminance (fc) | 440 | 158 | 81 | 49 |
| Illuminance (lux) | 4,731 | 1,703 | 869 | 526 |

For field diameter at any distance, multiply distance by 0.28
For beam diameter at any distance, multiply distance by 0.19



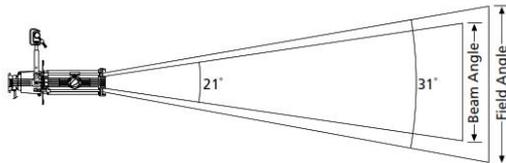
Source Four 15°-30° Zoom set at 23° (cosine)

| Degree | Candela | Field Lumens | Beam Lumens | Efficiency | Lumens per watt |
|--------|---------|--------------|-------------|------------|-----------------|
| 23° | 181,685 | 12,315 | 7,855 | 56.2% | 16.4 |

Metric conversions: For meters, multiply feet by 0.3048
For lux, multiply footcandles by 10.76

| | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Throw Distance (d) | 20' | 30' | 45' | 60' |
| | 6.1m | 9.1m | 13.7m | 18.3m |
| Field Diameter | 8.2' | 12.3' | 18.4' | 24.5' |
| | 2.5m | 3.7m | 5.6m | 7.5m |
| Illuminance (fc) | 454 | 202 | 90 | 50 |
| Illuminance (lux) | 4,887 | 2,173 | 966 | 543 |

For field diameter at any distance, multiply distance by 0.41
For beam diameter at any distance, multiply distance by 0.29



Source Four 15°-30° Zoom set at 30° (cosine)

| Degree | Candela | Field Lumens | Beam Lumens | Efficiency | Lumens per watt |
|--------|---------|--------------|-------------|------------|-----------------|
| 30° | 105,690 | 11,960 | 7,075 | 54.6% | 15.9 |

Metric conversions: For meters, multiply feet by 0.3048
For lux, multiply footcandles by 10.76

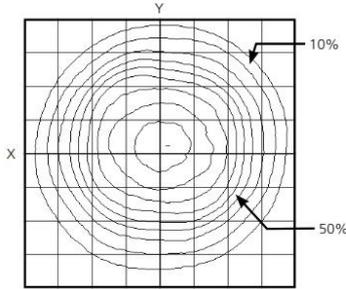
| | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Throw Distance (d) | 15' | 25' | 35' | 45' |
| | 4.6m | 7.6m | 10.7m | 13.7m |
| Field Diameter | 8.4' | 14.0' | 19.6' | 25.2' |
| | 2.6m | 4.3m | 6.0m | 7.7m |
| Illuminance (fc) | 470 | 169 | 86 | 52 |
| Illuminance (lux) | 5,056 | 1,820 | 929 | 562 |

For field, diameter at any distance, multiply distance by 0.56
For beam, diameter at any distance, multiply distance by 0.37

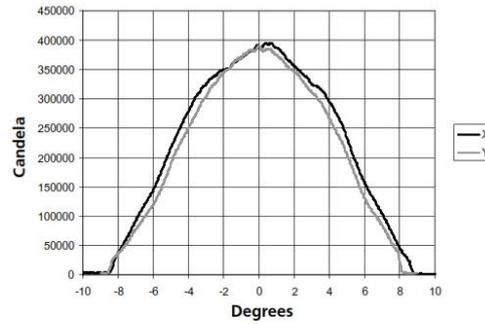
PHOTOMETRICS

Source Four 15°-30° Zoom set at 15° (cosine)

Iso-Illuminance Diagram
(Flat Surface Distribution)

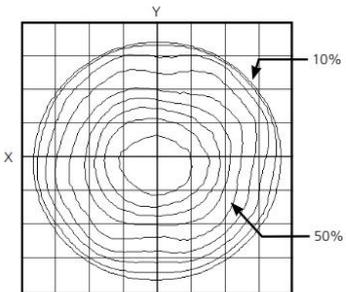


Cosine Candela Plot

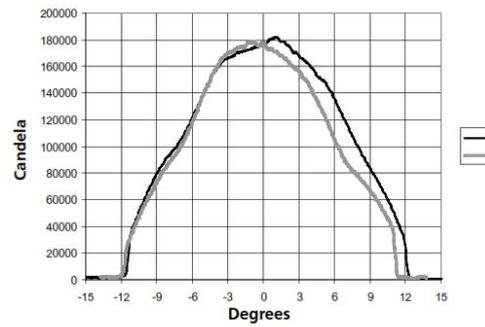


Source Four 15°-30° Zoom set at 23° (cosine)

Iso-Illuminance Diagram
(Flat Surface Distribution)

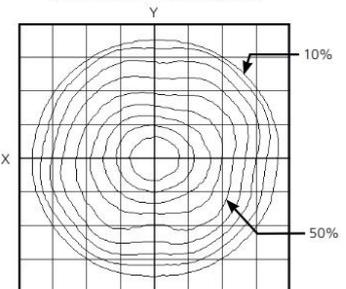


Cosine Candela Plot

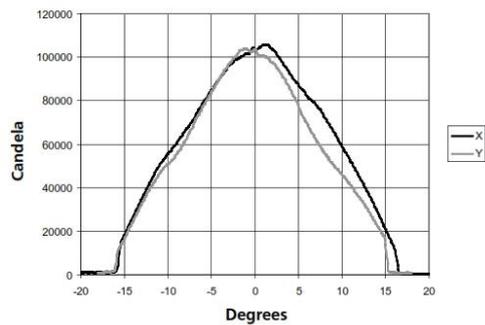


Source Four 15°-30° Zoom set at 30° (cosine)

Iso-Illuminance Diagram
(Flat Surface Distribution)



Cosine Candela Plot



Complete IES photometry data files (LM-63-02 format) may be downloaded from the ETC website.
Go to <http://www.etconnect.com/downloads.asp>

ETC

Source Four Zoom 15°-30°

Ellipsoidal Series

L A M P S

To determine candela (Cd) or lumens (Lm) for any other HPL lamp, multiply the candela or lumen value by the appropriate multiplying factor (CdMF or LmMF) shown for that lamp in the table below.

| ETC Part # | Lamp Code | Watts | Volts | Initial Lumens | Color Temp. (K) | Average Rated Life | 15° Cd MF | 15° Lm MF | 23° Cd MF | 23° Lm MF | 30° Cd MF | 30° Lm MF |
|------------|---------------|-------|-------|----------------|-----------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| RT116 | HPL 750/115** | 750 | 115 | 21,900 | 3,250 | 300 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| RT196 | HPL 750/115X | 750 | 115 | 16,400 | 3,050 | 1,500 | 0.64 | 0.74 | 0.64 | 0.74 | 0.64 | 0.74 |
| RT113 | HPL 575/115** | 575 | 115 | 16,520 | 3,250 | 300 | 0.85 | 0.78 | 0.78 | 0.81 | 0.79 | 0.77 |
| RT114 | HPL 575/115X | 575 | 115 | 12,360 | 3,050 | 2,000 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 |
| RT142 | HPL 375/115 | 375 | 115 | 10,540 | 3,250 | 300 | 0.71 | 0.50 | 0.66 | 0.52 | 0.66 | 0.49 |
| RT143 | HPL 375/115X | 375 | 115 | 8,500 | 3,050 | 1,000 | 0.49 | 0.38 | 0.45 | 0.39 | 0.46 | 0.37 |
| N/A | HPL 750/120 | 750 | 120 | 21,900 | 3,250 | 300 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| N/A | HPL 750/120X | 750 | 120 | 16,400 | 3,050 | 1,500 | 0.64 | 0.74 | 0.64 | 0.74 | 0.64 | 0.74 |
| RT115 | HPL 575/120 | 575 | 120 | 16,520 | 3,250 | 300 | 0.85 | 0.78 | 0.78 | 0.81 | 0.79 | 0.77 |
| RT171 | HPL 575/120X | 575 | 120 | 12,360 | 3,050 | 2,000 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 |
| RT112 | HPL 550/77* | 550 | 77 | 16,170 | 3,250 | 300 | 0.87 | 0.76 | 0.80 | 0.80 | 0.81 | 0.76 |
| RT117 | HPL 550/77X* | 550 | 77 | 12,160 | 3,050 | 2,000 | 0.59 | 0.56 | 0.59 | 0.56 | 0.59 | 0.56 |
| RT160 | HPL 750/230** | 750 | 230 | 19,750 | 3,200 | 300 | 0.86 | 0.78 | 0.73 | 0.80 | 0.76 | 0.80 |
| N/A | HPL 750/230X | 750 | 230 | 15,600 | 3,050 | 1,500 | 0.54 | 0.62 | 0.45 | 0.63 | 0.47 | 0.63 |
| RT129 | HPL 575/230** | 575 | 230 | 14,900 | 3,200 | 400 | 0.67 | 0.63 | 0.64 | 0.63 | 0.65 | 0.62 |
| RT138 | HPL 575/230X | 575 | 230 | 11,780 | 3,050 | 1,500 | 0.52 | 0.47 | 0.44 | 0.48 | 0.46 | 0.48 |
| RT154 | HPL 375/230X | 375 | 230 | 7,800 | 3,050 | 1,000 | 0.37 | 0.33 | 0.35 | 0.33 | 0.36 | 0.32 |
| N/A | HPL 750/240 | 750 | 240 | 19,750 | 3,200 | 300 | 0.86 | 0.78 | 0.73 | 0.80 | 0.76 | 0.80 |
| N/A | HPL 750/240X | 750 | 240 | 15,600 | 3,050 | 1,500 | 0.54 | 0.62 | 0.45 | 0.63 | 0.47 | 0.63 |
| RT130 | HPL 575/240 | 575 | 240 | 14,900 | 3,200 | 400 | 0.63 | 0.63 | 0.61 | 0.63 | 0.62 | 0.62 |
| RT139 | HPL 575/240X | 575 | 240 | 11,780 | 3,050 | 1,500 | 0.48 | 0.47 | 0.41 | 0.48 | 0.43 | 0.48 |
| RT155 | HPL 375/240X | 375 | 240 | 7,800 | 3,050 | 1,000 | 0.37 | 0.33 | 0.35 | 0.33 | 0.36 | 0.32 |

Source Four Zoom is rated for 750W maximum.

*77V HPL lamps are for use with ETC Dimmer Doubling technology only.

**Photometric data was prepared using a production fixture and the Prometric CCD measurement system. Fixture adjusted for cosine distribution and tested with calibrated lamp at rated voltage. All data normalized to nominal lamp lumens in accordance with IES LM-73-04. Testing performed at ETC West, Hollywood, CA. All other multiplying factors extrapolated from primary test data.

For links to photometry file downloads (IES LM-63-02 format) go to www.etcconnect.com.

HPL specified tolerances: Watts +/- 5%, lumens +/-7%, average life +/-10%, color temperature +/- 50K

N/A lamps are not available for purchase from ETC. Contact your dealer for purchase.

Anexo 9: Especificaciones técnicas de la dimmer Sensor 3

ETC

Sensor3 HSR3 Installation Enclosures



Sensor3 240 V Series

| | |
|---------|----------------------|
| Type(s) | <input type="text"/> |
| Project | <input type="text"/> |
| Date | <input type="text"/> |
| Notes | <input type="text"/> |

GENERAL INFORMATION

Sensor3 power control systems provide high-density, professional features and exceptional reliability for lighting applications requiring top-of-the-line power control.

APPLICATIONS

- Professional and academic theatres
- Production studios
- Concert and performance halls
- Theme parks
- Themed retail and dining venues
- Hotels
- Multipurpose convention centers
- Arenas and stadiums
- Houses of worship

FEATURES

- Rugged industrial construction
- 100,000 A Short Circuit Current Rating (SCCR)
- Standard system monitoring with optional Advanced Features (AF) per-circuit reporting
- Adaptable modular design
- Up to 96 power control channels per enclosure
- 6-, 12-, 24-, and 48- module enclosures available
- Direct Ethernet control-signal input (Net3, sACN)
- Advanced configuration editing over network
- Two DMX512-A inputs
- Built-in Echo power supply with direct support for
 - Up to six connected Echo sensors or stations
 - Up to five additional Echo power devices
- Uses up to 8 out of 255 assignable control spaces
 - Up to 16 zones per space
 - Up to 16 presets per space
 - 1 programmable sequence per space
- For more information on Echo control products visit etcconnect.com/Echo



SPECIFICATIONS**GENERAL**

- Enclosures available in four sizes:
 - 6 modules, 12 circuits maximum
 - 12 modules, 24 circuits maximum
 - 24 modules, 48 circuits maximum
 - 48 modules, 96 circuits maximum
- Dual-density modules (two circuits per module)
- Operating temperature: 0°–40° C (32°–104° F)
 - Electrical room HVAC systems must maintain the specified ambient temperature at the enclosure at all times.
- Relative humidity: 10–90% non-condensing

MECHANICAL

- Rugged 16-gauge steel construction
- Fine-textured, scratch-resistant epoxy paint
- Top and bottom conduit access through removable panels (HSR3-48) or knockouts (HSR3-6, HSR3-12, and HSR3-24)
- Keyed module slots prevent insertion of incompatible module types
- Front access to all wiring and terminations
- Full-height locking door
- Electrostatic air filter easily removed from door for periodic cleaning
- High-efficiency cooling system with reporting
- High-visibility LED status beacon

ELECTRICAL

- HSR3 enclosures accept the following feeds:
 - Three-phase 240 / 415 VAC
- Line feed frequencies from 47–63 Hz
- Line feed voltage range is 200–265 VAC
 - Max main transformer tap recommended is 240 V to allow for line fluctuation
- Short Circuit Current Rating: 100,000 A RMS symmetrical

CONTROL ELECTRONICS

- CEM3 Power Control Processor
- UL 924 Listed panic input for emergency lighting control
- Full number pad for fast access to dimmer override and setup
- Supports Dimmer Doubling
- System, enclosure, and diagnostic reporting standard
- Per-circuit reporting available with AF enclosures and modules

CONTROL POWER BACKUP OPTIONS

- Ride-thru Option (RTO):
 - Seamless transfer to backup power upon loss of incoming line power
 - Provides backup power for at least 6 seconds during power loss
 - Automatically recharges from power feed
- Battery Pack Option (BPO):
 - Seamless transfer to battery power upon loss of normal power
 - Provides backup power for 30 minutes during normal power loss
 - Automatically recharges from power feed during normal power conditions
 - Two hour recharge time from full discharge

REGULATORY AND COMPLIANCE

- All enclosures are cULus Listed

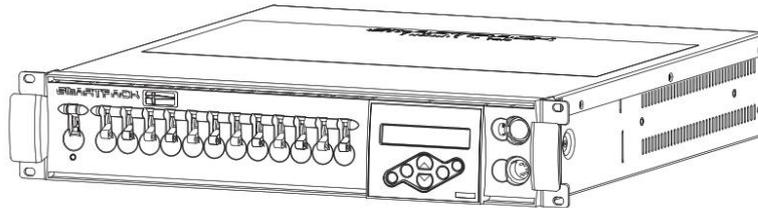
Anexo 10: Especificaciones técnicas del dimmer SmartPack

ETC®

SmartPack™ CE Rack Mount Packs

CE 230V

Smart Solutions™ Series



GENERAL INFORMATION

Rack mount dimmer pack that can be operated stand-alone or combined into small systems

APPLICATIONS

- Small road show or band tour
- Small and Medium theatres
- Event and exhibition

PERFORMANCE

- Versatile control via DMX-512A and/or SmartLink®
- 16-Bit DSP for fast accurate control
- Built-in presets and sequencer for stand-alone operation
- Stand-by Switch
- Auto-Restart Function
- True discrete SCR's for reliability
- Intuitive and quick dimmer test functions
- User-selectable curves

MECHANICAL FEATURES

- 19-inch 2U pack
- 3, 6 or 12 dimmer packs available
- Rugged steel industrial enclosure
- Ultra-quiet cross flow cooling fan
- All magnetic, fully rated circuit breakers
- Flexible load connector option
- CE compliant



ORDERING INFORMATION

SmartPack CE Rack Mount Packs

| PART # | DESCRIPTION |
|--------------|--|
| 7020A1106-TM | 3 x 5kW SmartPack ND, terminals* |
| 7020A1106-CF | 3 x 5kW SmartPack ND, CEE 32A* |
| 7020A1106-H | 3 x 5kW SmartPack ND, Harting HAN 6HSB |
| 7020A1102-TM | 6 x 3.2kW SmartPack SP, terminals |
| 7020A1102-K | 6 x 3.2kW SmartPack SP, Schuko |
| 7020A1102-CF | 6 x 3.2kW SmartPack SP, CEE 16A |
| 7020A1104-TM | 6 x 3.2kW SmartPack ND, terminals |
| 7020A1104-K | 6 x 3.2kW SmartPack ND, Schuko |
| 7020A1104-F | 6 x 3.2kW SmartPack ND, NF French |
| 7020A1104-CF | 6 x 3.2kW SmartPack ND, CE 16A |
| 7020A1104-H | 6 x 3.2kW SmartPack ND, Harting (Dual) |
| 7020A1104-V | 6 x 3.2kW SmartPack ND, Socapex (Dual) |
| 7020A1103-TM | 12 x 2.3kW SmartPack SP, terminals |
| 7020A1103-P | 12 x 2.3kW SmartPack SP, PowerCon (Dual) |
| 7020A1103-W | 12 x 2.3kW SmartPack SP, Wieland ST17 (Dual) |
| 7020A1103-H | 12 x 2.3kW SmartPack SP, Harting |
| 7020A1103-V | 12 x 2.3kW SmartPack SP, Socapex |
| 7020A1105-TM | 12 x 2.3kW SmartPack ND, terminals |
| 7020A1105-P | 12 x 2.3kW SmartPack ND, PowerCon (Dual) |
| 7020A1105-W | 12 x 2.3kW SmartPack ND, Wieland St17 (Dual) |
| 7020P1105-H | 12 x 2.3kW SmartPack ND, Harting |
| 7020A1105-V | 12 x 2.3kW SmartPack ND, Socapex |
| 7020A2013 | SmartPack Rear Mount Kit (Set of 2) |

* This pack do not support SmartLink

SPECIFICATIONS

GENERAL

- Approvals and Certifications:
 - CE compliant
 - ESTA DMX512A compliant

ELECTRICAL

- Maximum feed capacity:
 - 3 x 32A, Three Phase, 4-wire & ground
- 230VAC, 47 – 63 Hz
- Strain relief for up to 6/5 SO cable provided for power input to terminal lug
- Input lugs accept up to AWG 2 cable
- DMX input and thru connectors
- RJ45 connectors for SmartLink® rack-to-rack communication (Except 3x5kW packs)
- Fully rated magnetic circuit breakers to eliminate nuisance tripping
- High quality 100µs toroidal filters
- Modular SCR and bonded heat sink assembly with superior surge, thermal transfer, and short-circuit immunity
- 2500V isolation between control and power components
- Switch puts unit in Stand-by mode

MECHANICAL

- Rack mount unit requires only 2 EIA 19" rack spaces
- 18-gauge steel construction
- Fine-textured, scratch resistant paint
- Mounting hardware with integral carrying handles
- Recessed control connectors and protected circuit breakers

THERMAL

- Ambient operation temperature between 0°C and 35°C
- Humidity between 30 – 95% (non-condensing)
- Low noise temperature controlled fan
- Front-to-back cooling for better airflow in a stacked application

USER INTERFACE

- High-contrast 20-character by 2-line backlit LCD
- 6-button blue phosphorescent keypad
- Power status indicator LED (Blue)
- DMX status indicator LED (Green)

FEATURES

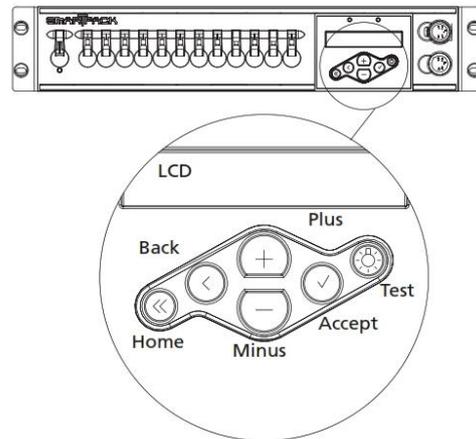
- DMX addressing via user interface
- Soft patch any dimmer to any DMX channel
- 32 programmable presets
- Sequencer with programmable fade and hold times allows stand-alone operation
- SmartLink provides synchronisation of presets and sequence across multiple packs (except 3x5kW packs)

SPECIFICATIONS

FEATURES

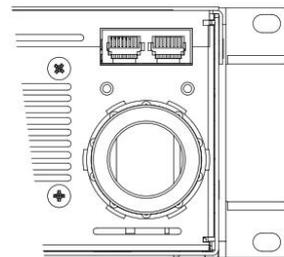
- Auto-Restart function returns unit to previous state when power is cycled
- Power switch puts unit in stand-by mode
- Non-volatile Flash preset storage
- Five selectable dimmer output curves:
 - IES modified square law
 - Linear
 - Switched (50% threshold)
 - Fluorescent with adjustable cut-off
 - Adjustable Pre-Heat
- Multi-language capability – English, Spanish, German and French

FRONT PANEL DETAIL



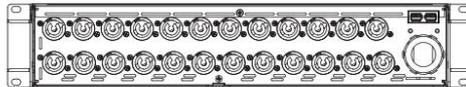
SMARTLINK CONNECTION

REAR PANEL DETAIL

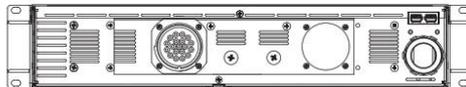


REAR PANEL OPTIONS

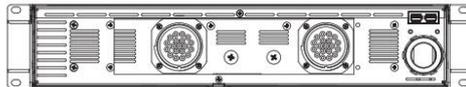
12 x PowerCon® (P)



Single 6-circuit Multi-pin with selectable offset (V)



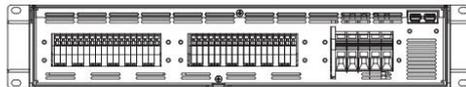
Dual 6-circuit Multi-pin with selectable offset (V)



6 x Terminal (TM)



12 x Terminal (TM)



PHYSICAL

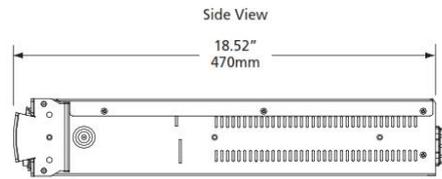
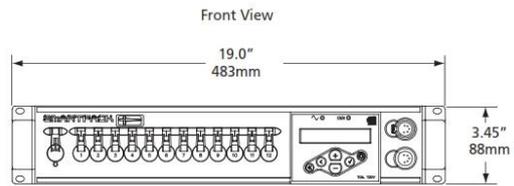
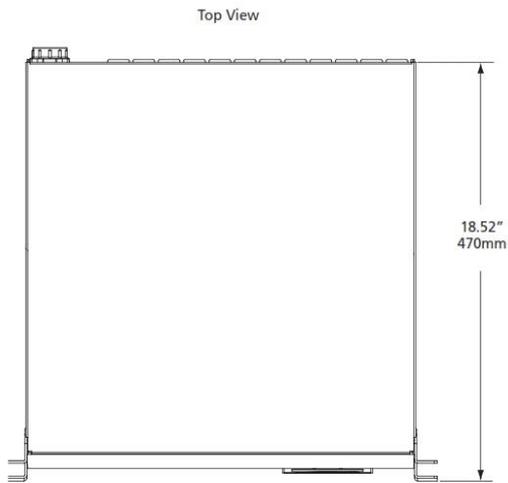
SmartPack Dimensions

| MODEL | HEIGHT | WIDTH | DEPTH |
|------------------|--------|-------|-------|
| | mm | mm | mm |
| 3 channel packs | 88 | 483 | 470 |
| 6 channel packs | 88 | 483 | 470 |
| 12 channel packs | 88 | 483 | 470 |

SmartPack Weights*

| MODEL | WEIGHT | SHIPPING WEIGHT |
|------------------|-------------|-----------------|
| | kgs | kgs |
| 3 channel packs | 12.7 - 15.4 | 15.4 - 18.1 |
| 6 channel packs | 12.7 - 15.4 | 15.4 - 18.1 |
| 12 channel packs | 13.6 - 16.3 | 16.3 - 19.1 |

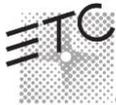
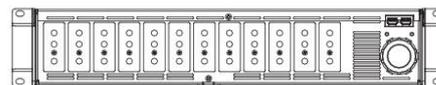
*Weights vary depending on connector type



AVAILABLE FROM



Back View (Shown with Stage Pin)



Corporate Headquarters • 3031 Pleasant View Rd, PO Box 620979, Middleton WI 53562 0979 USA • Tel +1 608 831 4116 • Fax +1 608 836 1736
 London, UK • Unit 26-28, Victoria Industrial Estate, Victoria Road, London W3 6UU, UK • Tel +44 (0)20 8896 1000 • Fax +44 (0)20 8896 2000
 Rome, IT • Via Pieve Torina, 48, 00156 Rome, Italy • Tel +39 (0)63 211 1683 • Fax +44 (0) 20 8752 8486
 Holzkirchen, DE • Ohmstrasse 3, 83607 Holzkirchen, Germany • Tel +49 (80 24) 47 00-0 • Fax +49 (80 24) 47 00-3 00
 Hong Kong • Room 1801, 18/F, Tower 1 Phase 1, Enterprise Square, 9 Sheung Yuet Road, Kowloon Bay, Kowloon, Hong Kong • Tel +852 2799 1220 • Fax +852 2799 9325
 Web • www.etcconnect.com • Copyright©2011 ETC. All Rights Reserved. All product information and specifications subject to change. 7020L1003-GB Rev. B DRAFT 03/11

Anexo 11: Carta de autorización



Avenida Mariscal Ramón Castilla 128
Miraflores, Lima - Perú
Tel. 511 620 4091
www.novolitesac.com

CONSTANCIA

El que suscribe **Alarico Emilio Sánchez La Puente** gerente general de **Novolite Screen & Light SAC**, con **RUC N° 20547993226**, ubicado en Cal. Juan Torrico Nro. 180 Dpto. 302, Santiago de Surco, Lima.

HACE CONSTAR:

Que, mediante la presente se autoriza al **Sr. Jesus Eduardo Lopez Cabrejos** identificado con **DNI 70972235**, realizar su trabajo de suficiencia profesional para la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur titulado **“Diseño de plan de mantenimiento preventivo del sistema de iluminación escénica para prolongar la operatividad de equipos en el Teatro Peruano Japonés”**, durante el año 2021 utilizando nuestras instalaciones y la data necesaria.

Se expide la siguiente constancia, a solicitud del interesado para los fines que considere conveniente.

Lima, 22 de setiembre del 2021



Novolite Screen & Light S.A.C.
RUC: 20547993226
Alarico Emilio Sánchez La Puente
Gerente General
DNI: 09362443