



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Integrador Profesional
Ingeniería Eléctrica

**Proyecto de Iluminación Sustentable e Instalación Eléctrica
del Salón de Eventos Ing. Rubén Sebastián Di Nenno.**

| Alumnos | Legajo | E-mail |
|------------------------|------------|--|
| Leiva, Lucas Ezequiel | ING – 3946 | Lucasleivaa@gmail.com |
| Medina, Lucas Federico | ING - 3075 | lucamedina11@hotmail.com |

| Tutor Académico | E-mail |
|--------------------|--|
| Ing. Miguel Maduri | madurimiguel@gmail.com |

Fecha: Octubre 2023.



RESUMEN

En el presente Proyecto Integrador Profesional (PIP) se realizó la instalación eléctrica del interior del salón de eventos Ing. Rubén Sebastián Di Nenno, el cual se encuentra dentro del complejo recreativo del Club de los ingenieros de la ciudad de Neuquén, sobre calle Ignacio Rivas 4080, en proximidades de la costa del río Limay. Además, se realizó la iluminación exterior del complejo del cual forma parte.

Este proyecto apuntó a una instalación amigable con el medio ambiente, analizando la utilización de un sistema de paneles fotovoltaicos para abastecer de energía eléctrica al salón y a la iluminación exterior del complejo, proyectando el mejor sistema de acuerdo a las posibilidades estudiadas.

En cuanto al diseño de la iluminación se recurrió a lo dispuesto por la Asociación Argentina de Luminotecnia (AADL) en la Norma IRAM AADL J2006, la cual rige los niveles de iluminancia media y regularidades mínimas a tener en cuenta en zonas de interior, a la Norma IRAM AADL J2022-2 para iluminación en exteriores, a las reglas del buen arte y a la utilización del programa Reluxpro, dedicado a la simulación de luz artificial y cálculos luminotécnicos.

La instalación eléctrica fue realizada dentro del marco de las normas de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA), los lineamientos dispuestos por la Municipalidad de Neuquén, la Ordenanza de Seguridad Eléctrica de la ciudad, y las Especificaciones Técnicas dispuestas por CALF (Cooperativa de Agua, Luz y Fuerza), con lo cual se logró que la instalación sea práctica y segura.

Palabras Claves: Iluminancia, Instalación Eléctrica, Relevamiento, LED, Interruptor Diferencial, Interruptor Termomagnético, PAT, HUE, WIZ, RGB, Fundaciones, Sistema Fotovoltaico, Inversor, Paneles Solares, Cadenas, Descargador, Fusible, Regularidad Longitudinal (Ud), Regularidad Transversal (Uo), ET (Especificación Técnica).



ABSTRACT

In this Professional Integrating Project (PIP), the electrical installation of the interior of the event hall Ingeniero Ruben Sebastián Di Nenno, located inside the recreational complex of the Engineers Club in the city of Neuquén, on 4080 Ignacio Rivas Street, near the coast of the Limay River, was projected. In addition, the interior of the hall and the exterior of the complex of which it is a part were illuminated.

This project aimed at an environmentally friendly installation, analyzing the use of a system of photovoltaic panels to supply electricity to the hall and the exterior lighting of the complex, projecting the best system according to the possibilities studied.

The lighting design was based on the provisions of the Argentine Association of Lighting Technology (AADL) in the IRAM AADL J2006 Standard, which governs the average illuminance levels and minimum regularities to be taken into account in indoor areas, the IRAM AADL J2022-2 Standard for outdoor lighting, the rules of good art and the use of the Reluxpro program, dedicated to the simulation of artificial light and lighting calculations.

The electrical installation was carried out within the framework of the standards of the Argentine Electrotechnical Association (AEA), the guidelines established by the Municipality of Neuquén, the city's Electrical Safety Ordinance, and the Technical Specifications established by CALF (Cooperativa de Agua, Luz y Fuerza), which made the installation practical and safe.

Key words: Illuminance, Electrical Installation, Survey, LED, Differential Switch, Thermomagnetic Circuit Breaker, PAT, HUE, WIZ, RGB, Foundations, Photovoltaic System, Solar Inverter, Solar Panels, Strings; Dischargers, Fuse, Longitudinal Regularity (U_d), Transversal Regularity (U_o), ET (Technical Specifications).



AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias y amigos por el apoyo brindado en el transcurso de la carrera.

A cada docente de la Universidad Nacional del Comahue por aportar los conocimientos necesarios en nuestra formación profesional como personal, así como también al establecimiento educativo que nos acogió como estudiantes

A todos aquellos que colaboraron directa o indirectamente en la realización de este proyecto, y especialmente a nuestro tutor el Ingeniero Miguel Maduri.

Por último, al colegio de ingenieros por brindarnos la posibilidad de realizar este trabajo como Proyecto Integrador Profesional para la finalización de la carrera de Ingeniería Eléctrica.



Índice General

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| AGRADECIMIENTOS | 3 |
| ÍNDICE GENERAL | 4 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 7 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 11 |
| 1 INTRODUCCIÓN | 15 |
| 1.1 OBJETIVOS..... | 15 |
| 1.2 NORMATIVAS | 16 |
| 1.3 SIMULACIÓN | 16 |
| 1.4 CONSTITUCIÓN DEL COMPLEJO..... | 17 |
| 1.4.1 <i>Edificio Principal</i> | 18 |
| 1.4.2 <i>Garita de Seguridad</i> | 18 |
| 1.4.3 <i>Sector Parrillas y Exterior</i> | 18 |
| 1.4.4 <i>Cancha de Hockey</i> | 18 |
| 2 REQUERIMIENTOS Y DESARROLLO LUMINOTÉCNICO | 18 |
| 2.1 TECNOLOGÍA UTILIZADA..... | 18 |
| 2.2 ILUMINANCIAS Y REGULARIDADES | 19 |
| 2.2.1 <i>Edificio Principal</i> | 19 |
| 2.2.2 <i>Garita de Seguridad</i> | 35 |
| 2.2.3 <i>Detalles de luminarias utilizadas y resultados en espacios interiores</i> | 36 |
| 2.2.4 <i>Iluminación Exterior</i> | 37 |
| 2.2.5 <i>Resultados Espacios de Exterior</i> | 48 |
| 2.3 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA | 48 |
| 3 DISEÑO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN | 49 |
| 3.1 CARGAS RELEVADAS DEL COMPLEJO | 49 |
| 3.2 CIRCUITOS | 49 |
| 3.3 POTENCIA INSTALADA | 50 |
| 3.4 POTENCIA SIMULTÁNEA..... | 51 |
| 3.5 CORRIENTE DE PROYECTO | 52 |
| 3.6 CANALIZACIONES | 52 |



Proyecto Integrador Profesional
Facultad de Ingeniería

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3.6.1 | <i>Cañería embutida en pared</i> | 53 |
| 3.6.2 | <i>Caño enterrado</i> | 53 |
| 3.6.3 | <i>Conductor directamente enterrado</i> | 54 |
| 3.7 | CÁMARAS DE INSPECCIÓN Y PASO | 55 |
| 3.8 | DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES Y PROTECCIONES | 56 |
| 3.8.1 | <i>Corriente de cortocircuito</i> | 57 |
| 3.8.2 | <i>Protecciones</i> | 58 |
| 3.8.3 | <i>Protección del conductor contra corrientes de sobrecarga</i> | 62 |
| 3.8.4 | <i>Verificación de conductores ante caída de tensión</i> | 63 |
| 3.9 | CONEXIÓN DE LUMINARIAS DE EXTERIOR | 64 |
| 3.10 | FUNDACIÓN DE COLUMNAS DE ILUMINACIÓN EXTERIOR | 64 |
| 3.11 | ESQUEMA DE CONEXIÓN A TIERRA | 65 |
| 3.11.1 | <i>Puesta a tierra</i> | 66 |
| 3.12 | DISEÑO PILAR DE ACOMETIDA | 67 |
| 4 | ENERGÍA FOTOVOLTAICA | 68 |
| 4.1 | CONEXIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO ACTUAL | 68 |
| 4.2 | ESCENARIOS DE CONSUMO ANUALES | 69 |
| 4.2.1 | <i>Escenario N°1 – Evento nocturno durante un fin de semana</i> | 69 |
| 4.2.2 | <i>Escenario N°2 – Consumo nocturno estándar</i> | 70 |
| 4.2.3 | <i>Escenario N°3 – Evento diurno semanal</i> | 70 |
| 4.2.4 | <i>Escenario N°4 – Consumo diurno estándar</i> | 71 |
| 4.2.5 | <i>Consumo total anual</i> | 72 |
| 4.3 | GENERACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE PANELES SOLARES | 72 |
| 4.3.1 | <i>Caso 1: 10 paneles policristalinos de 340Wp (Instalación Existente)</i> | 72 |
| 4.3.2 | <i>Caso 2: 15 paneles monocristalinos de 600Wp</i> | 84 |
| 4.3.3 | <i>Caso 3: 25 paneles monocristalinos de 600Wp</i> | 88 |
| 5 | UNIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA AUTÓNOMA | 91 |
| 5.1 | CÁLCULO | 92 |
| 6 | CONCLUSIÓN | 93 |
| 7 | BIBLIOGRAFÍA | 94 |
| 8 | ANEXO 0 PLAN APROBADO | 96 |
| 9 | ANEXO 1 PLANOS | 102 |
| 10 | ANEXO 2 RESULTADOS COLORES FALSOS – TABLA DE PUNTOS | 103 |



Proyecto Integrador Profesional
Facultad de Ingeniería

| | | |
|-----------|--|------------|
| 11 | ANEXO 3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CALF..... | 104 |
| 12 | ANEXO 4 TABLAS..... | 105 |
| 13 | ANEXO 5 CATÁLOGOS | 137 |



Índice de Tablas

| | |
|---|------------|
| TABLA 1: NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINANCIA Y REGULARIDADES SEGÚN NORMA IRAM AADL J2006. | 19 |
| TABLA 2: NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINANCIA Y REGULARIDADES SEGÚN NORMA IRAM AADL J2006. | 35 |
| TABLA 5. DEFINICIÓN DE ZONAS DE EXTERIOR. | 37 |
| TABLA 6: NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINANCIA Y REGULARIDADES SEGÚN NORMA IRAM AADL J2006. | 37 |
| TABLA 8: VALORES RECOMENDADOS DE ILUMINANCIA Y REGULARIDADES PARA ESPACIOS VERDES. | 40 |
| TABLA 10: VALORES RECOMENDADOS DE ILUMINANCIA Y REGULARIDADES PARA CAMINOS Y SENDEROS. | 43 |
| TABLA 12: VALORES RECOMENDADOS DE ILUMINANCIA Y REGULARIDADES PARA ESTACIONAMIENTOS. | 44 |
| TABLA 14: VALORES RECOMENDADOS DE ILUMINANCIA Y REGULARIDADES PARA CANCHA DE HOCKEY. | 47 |
| TABLA 20. RADIOS DE CURVATURA SEGÚN TABLA 11 AEA 95101. | 56 |
| TABLA 26. VALORES DE FACTOR K PARA CONDUCTORES SEGÚN TABLA 771.19.II AEA 90364. | 60 |
| TABLA 27 A). ENERGÍA PASANTE PARA PIA HASTA 16 A TABLA 771-H.XI AEA 90364-7-771. | 61 |
| TABLA 27 B). ENERGÍA PASANTE PARA PIA DE 16 A < IN ≤ 32 A TABLA 771-H.X AEA 90364. | 61 |
| TABLA 30. FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA AMBIENTE DISTINTA DE 40°C TABLA 771.16.II.A AEA 90364-7-771. | 62 |
| TABLA 31. FACTOR DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO DE CIRCUITOS EN UN MISMO CAÑO TABLA 771.16.B. AEA 90364-7-771. | 63 |
| TABLA 32. SECCIONES MÍNIMAS DE CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN. AEA90364-7-771 TABLA 771-C II. | 67 |
| TABLA 3: CANTIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE LUMINARIAS UTILIZADAS EN AMBIENTES INTERIORES. | 105 |
| TABLA 4. RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE EL SOFTWARE RELUXPRO. | 106 |
| TABLA 7. RESULTADOS CALLES INTERNAS RELUXPRO. | 107 |



| | |
|---|-----|
| TABLA 9. RESULTADOS ESPACIOS VERDES RELUXPRO. | 107 |
| TABLA 11. RESULTADOS CAMINERÍAS RELUXPRO. | 107 |
| TABLA 13. RESULTADOS ESTACIONAMIENTOS RELUXPRO. | 108 |
| TABLA 15. RESULTADO CANCHA HOCKEY RELUXPRO. | 108 |
| TABLA 16. RESUMEN DE ARTEFACTOS Y RESULTADOS OBTENIDOS EN SIMULACIÓN. | 108 |
| TABLA 17 A). CIRCUITOS PROYECTADOS COMPLEJO TSG. | 109 |
| TABLA 17 B). CIRCUITOS PROYECTADOS COMPLEJO GE-IL..... | 109 |
| TABLA 18. MÁXIMA CANTIDAD DE CONDUCTORES POR CANALIZACIÓN TABLA 771.12.IX AEA 90364-7-771..... | 110 |
| TABLA 19. DISTRIBUCIÓN DE CONDUCTORES EN CAÑEROS..... | 111 |
| TABLA 21. IMPEDANCIA DE RED..... | 112 |
| TABLA 22. IMPEDANCIA INTERNA TRANSFORMADOR..... | 112 |
| TABLA 23. CORRIENTE MÁXIMA PRESUNTA DE CC EN TP. | 112 |
| TABLA 24. CORRIENTE MÁXIMA PRESUNTA DE CC EN TSG. | 112 |
| TABLA 25. CORRIENTE MÁXIMA PRESUNTA DE CC EN GE-IL..... | 112 |
| TABLA 28. VERIFICACIÓN DE PROTECCIÓN DEL CONDUCTOR FRENTE A LA MÁXIMA ENERGÍA PASANTE..... | 113 |
| TABLA 29. VERIFICACIÓN DE PROTECCIÓN DEL CONDUCTOR PARA $0,1S \leq T < 5S$ | 114 |
| TABLA 32. VERIFICACIÓN CAÍDA DE TENSIÓN CIRCUITO I1 DE GE-IL..... | 114 |
| TABLA 33. VERIFICACIÓN CAÍDA DE TENSIÓN CIRCUITO I2 DE GE-IL..... | 115 |
| TABLA 34. VERIFICACIÓN CAÍDA DE TENSIÓN CIRCUITO I3 DE GE-IL..... | 116 |
| TABLA 35. VERIFICACIÓN CAÍDA DE TENSIÓN CIRCUITO I8 DE TSG..... | 117 |
| TABLA 36. VERIFICACIÓN CAÍDA DE TENSIÓN CIRCUITO I9 DE TSG..... | 118 |
| TABLA 37. VERIFICACIÓN CAÍDA DE TENSIÓN CIRCUITO I10 DE TSG..... | 119 |
| TABLA 38. VERIFICACIÓN CAÍDA DE TENSIÓN CIRCUITO I11 DE TSG..... | 119 |
| TABLA 39. VERIFICACIÓN CAÍDA DE TENSIÓN CIRCUITO I12 DE TSG..... | 120 |
| TABLA 40. VERIFICACIÓN CAÍDA DE TENSIÓN CIRCUITO ILUMINACIÓN DE TSG..... | 120 |
| TABLA 41. PLANILLA DE CARGAS CIRCUITOS QUINCHOS. | 121 |



| | |
|---|-----|
| TABLA 42. VERIFICACIÓN CAÍDA DE TENSIÓN CIRCUITO QUINCHOS..... | 121 |
| TABLA 43. ESCENARIO 1: DEMANDA ENERGÉTICA VERANO. | 122 |
| TABLA 44. ESCENARIO 1: DEMANDA ENERGÉTICA INVIERNO. | 123 |
| TABLA 45. ESCENARIO 2: DEMANDA ENERGÉTICA VERANO. | 124 |
| TABLA 46. ESCENARIO 2: DEMANDA ENERGÉTICA INVIERNO. | 124 |
| TABLA 47. ESCENARIO 3: DEMANDA ENERGÉTICA VERANO. | 125 |
| TABLA 48. ESCENARIO 3: DEMANDA ENERGÉTICA INVIERNO. | 125 |
| TABLA 49. ESCENARIO 4: DEMANDA ENERGÉTICA VERANO. | 126 |
| TABLA 50. ESCENARIO 4: DEMANDA ENERGÉTICA INVIERNO. | 126 |
| TABLA 51. CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA DURANTE LA NOCHE. | 127 |
| TABLA 52. CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA DURANTE EL DÍA. | 127 |
| TABLA 53. VERIFICACIÓN CAÍDA DE TENSIÓN CONDUCTOR PANELES SOLARES. CASO 1. | 127 |
| TABLA 55. TENSIÓN MÍNIMA P/ FUSIBLES, CADENA DE 10 PANELES DE 340WP. CASO 1..... | 128 |
| TABLA 56. FACTOR DE CORRECCIÓN K MENSUAL PARA ÁNGULO DE AZIMUT 0°. | 128 |
| TABLA 57. HSP CORREGIDA P/ PANELES ORIENTADOS AL NORTE CON 15° DE INCLINACIÓN..... | 129 |
| TABLA 58. ENERGÍA GENERADA POR 10 PANELES DE 340WP POLICRISTALINOS. CASO 1. | 129 |
| TABLA 59. TOTAL A PAGAR ANUALMENTE DE TARIFA SIN TENER INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. ... | 130 |
| TABLA 60. TOTAL A PAGAR ANUALMENTE DE TARIFA CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. CASO 1. | 130 |
| TABLA 61. INVERSIÓN INICIAL INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CASO 1. | 131 |
| TABLA 62. VERIFICACIÓN CAÍDA DE TENSIÓN CONDUCTOR PANELES SOLARES. CASO 2. | 131 |
| TABLA 63. INTERVALO DE CORRIENTE P/ FUSIBLES, CADENA DE 15 PANELES DE 600WP. CASO 2. . | 131 |
| TABLA 64. TENSIÓN MÍNIMA P/ FUSIBLES, CADENA DE 15 PANELES DE 600WP. CASO 2..... | 132 |
| TABLA 65. ENERGÍA GENERADA POR 15 PANELES DE 600WP MONOCRISTALINOS. CASO 2. | 132 |
| TABLA 66. TOTAL A PAGAR ANUALMENTE DE TARIFA CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. CASO 2. | 132 |
| TABLA 67. INVERSIÓN INICIAL INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CASO 2. | 133 |
| TABLA 68. VERIFICACIÓN CAÍDA DE TENSIÓN CONDUCTOR PANELES SOLARES. CASO 3. | 133 |



Proyecto Integrador Profesional
Facultad de Ingeniería

| | |
|---|------------|
| TABLA 69. INTERVALO DE CORRIENTE P/ FUSIBLES, CADENA DE 15 PANELES DE 600WP. CASO 3. . | 134 |
| TABLA 70. TENSIÓN MÍNIMA P/ FUSIBLES, CADENA DE 15 PANELES DE 600WP. CASO 3..... | 134 |
| TABLA 71. TENSIÓN MÍNIMA P/ FUSIBLES, CADENA DE 5 PANELES DE 600WP. CASO 3. | 134 |
| TABLA 72. HSP CORREGIDA P/ PANELES ORIENTADOS AL NORTE CON 45° DE INCLINACIÓN. CASO 3. | 134 |
| TABLA 73. ENERGÍA GENERADA POR 5 PANELES DE 600WP MONOCRISTALINOS ORIENTADOS AL ESTE/OESTE. CASO 3. | 135 |
| TABLA 74. TOTAL A PAGAR ANUALMENTE DE TARIFA CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. CASO 3. | 135 |
| TABLA 75. INVERSIÓN INICIAL INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CASO 3. | 136 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| FIGURA 1. UBICACIÓN CLUB DE LOS INGENIEROS..... | 17 |
| FIGURA 2. BAÑO/CAMBIADOR PERSONAL. | 20 |
| FIGURA 3. BAÑO DAMAS. | 21 |
| FIGURA 4A). BAÑO CABALLEROS. | 21 |
| FIGURA 4B). BAÑO CABALLEROS. | 22 |
| FIGURA 5. PASILLO SANITARIOS. | 22 |
| FIGURA 6A). COCINA. | 23 |
| FIGURA 6B). COCINA. | 23 |
| FIGURA 7. SECTOR FRÍO Y GUARDADO. | 24 |
| FIGURA 8. DEPÓSITO DE JARDINERÍA. | 25 |
| FIGURA 9. DEPÓSITO DE ELEMENTOS DE LIMPIEZA. | 25 |
| FIGURA 10. SALA DE CALEFACCIÓN. | 26 |
| FIGURA 11. ILUMINACIÓN LOCALIZADA SALÓN PRINCIPAL. | 27 |
| FIGURA 12. ILUMINACIÓN DECORATIVA (EFECTO WALL WASHER) SALÓN PRINCIPAL..... | 27 |
| FIGURA 13A). ILUMINACIÓN DECORATIVA SALÓN PRINCIPAL..... | 28 |
| FIGURA 13B). ILUMINACIÓN DECORATIVA SALÓN PRINCIPAL..... | 28 |
| FIGURA 14A). ILUMINACIÓN PRINCIPAL SALÓN PRINCIPAL..... | 29 |
| FIGURA 14B). ILUMINACIÓN PRINCIPAL SALÓN PRINCIPAL..... | 29 |
| FIGURA 15. DEPÓSITO VAJILLAS. | 30 |
| FIGURA 16A). COCINA/COMEDOR SERENO. | 31 |
| FIGURA 16B). COCINA/COMEDOR SERENO. | 31 |
| FIGURA 17. BAÑO SERENO. | 32 |
| FIGURA 18. HABITACIÓN SERENO. | 33 |
| FIGURA 19. BALCÓN SERENO. | 33 |
| FIGURA 20A). EXTERIOR EDIFICIO PRINCIPAL. | 34 |
| FIGURA 20B). EXTERIOR EDIFICIO PRINCIPAL. | 35 |



| | |
|--|----|
| FIGURA 21A). GARITA DE SEGURIDAD..... | 36 |
| FIGURA 21B). SANITARIO GARITA DE SEGURIDAD..... | 36 |
| FIGURA 22A). CALLE CAL 1..... | 38 |
| FIGURA 22B). CALLE CAL 2..... | 39 |
| FIGURA 22C). CALLE CAL 3..... | 39 |
| FIGURA 23A). ESPACIO VERDE..... | 40 |
| FIGURA 23B). ESPACIO VERDE..... | 41 |
| FIGURA 23C). ESPACIO VERDE..... | 41 |
| FIGURA 23D). ESPACIO VERDE..... | 42 |
| FIGURA 23E). ESPACIO VERDE..... | 42 |
| FIGURA 23F). ESPACIO VERDE..... | 43 |
| FIGURA 24A). ESTACIONAMIENTO EST 1..... | 45 |
| FIGURA 24B). ESTACIONAMIENTO EST 2..... | 45 |
| FIGURA 24C). ESTACIONAMIENTO EST 3..... | 46 |
| FIGURA 24D). ESTACIONAMIENTO EST 4..... | 46 |
| FIGURA 25. CANCHA DE HOCKEY..... | 47 |
| FIGURA 26. PROTECCIONES CONTRA EL DETERIORO MECÁNICO FIGURA 771.12.H AEA 90364-7-771. | 55 |
| FIGURA 27. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO..... | 69 |
| FIGURA 28. ESQUEMA SISTEMA FOTOVOLTAICO – CORRIENTES DE FALLA. CASO 1..... | 76 |
| FIGURA 29: CURVA DE IRRADIACIÓN VS HORAS DEL DÍA..... | 79 |
| FIGURA 30: INFORMACIÓN DE HSP MENSUALES..... | 80 |
| FIGURA 31. CUADRO TARIFARIO VIGENCIA SEPTIEMBRE 2023..... | 82 |
| FIGURA 32. CUADRO TARIFARIO GENERACIÓN DISTRIBUIDA VIGENCIA SEPTIEMBRE 2023..... | 82 |
| FIGURA 33. VALORES VARIOS INCLUIDOS EN TARIFA DE CALF..... | 82 |
| FIGURA 34. ESQUEMA SISTEMA FOTOVOLTAICO – CORRIENTES DE FALLA. CASO 2..... | 85 |
| FIGURA 35. ESQUEMA SISTEMA FOTOVOLTAICO – CORRIENTES DE FALLA. CASO 3..... | 89 |



Proyecto Integrador Profesional
Facultad de Ingeniería



Neuquén, 5 de diciembre del 2022.-

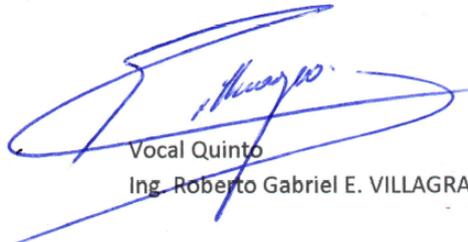
Al
Dtor. del Dpto. de Electrotecnia
Ing. Daniel Colon
S...../.....D

Ref: tema tesis final carrera ingeniería eléctrica Lucas E. Leiva y Lucas F. Medina.

Atento a los lazos de colaboración entre la Facultad de Ingeniería y el Colegio de Ingenieros de la provincia del Neuquén, habiendo tomado conocimiento que los alumnos de la carrera Ingeniería Eléctrica, Leiva Lucas Ezequiel; legajo: ING-3946, y Medina Lucas Federico; legajo: ING-3075, cuyo tutor es el Ing. Miguel Maduri (docente de dicha Institución y matriculado N° ING 0396), requieren tema para la realización de la tesis final de su carrera (Proyecto Integrador Profesional). En tal sentido desde el Colegio, se ofrece a tal fin como tema de estudio, se realice el proyecto de **Iluminación sustentable e instalación eléctrica del salón de eventos Ing. Rubén Sebastián Di Nenno** ubicado en el predio del Club de los Ingenieros, sobre calle Ignacio Rivas al final (adyacente a la isla verde).

Sin otro particular saludo a Ud. atentamente.

Nota N° 491.



Vocal Quinto
Ing. Roberto Gabriel E. VILLAGRA

1 Introducción

El presente Proyecto Integrador Profesional (PIP) trató sobre el diseño de la instalación eléctrica y luminotécnica de manera sustentable y eficiente del salón de eventos “Ingeniero Rubén Sebastián Di Nenno”, el cual se encuentra en el complejo social y recreativo del Colegio de Ingenieros de Neuquén. Los lineamientos de eficiencia y sustentabilidad también serán aplicables para el desarrollo de la iluminación exterior de todo el complejo.

Para la ejecución del presente proyecto, la comisión directiva del Colegio de Ingenieros, solicitó al Departamento de Electrotecnia, Grupo de Instalaciones y Equipamiento, a fines del año 2022, la atención en el tema como área específica. De las diversas consultas y reuniones mantenidas surgió la necesidad de la realización de un proyecto Eléctrico-Lumínico, de manera de tener un complejo seguro utilizando tecnología moderna e involucrando la utilización de energías renovables.

1.1 Objetivos

- Iluminar cada sector del complejo, según normativas y especificaciones vigentes, tanto espacios interiores como exteriores del mismo.
- Utilizar lámparas con tecnología RGB, que permitan su control de manera remota mediante un sistema inalámbrico.
- Proyectar una instalación eléctrica acorde a las normativas de la AEA.
- Implementar la generación de energía eléctrica mediante paneles solares según las normativas correspondientes.
- Lograr una adecuada iluminación (Emed, Ud y Uo) y distribución de la misma.
- Implementar luminarias nacionales.
- Disponer de un sistema de iluminación móvil.
- Lograr una iluminación capaz de adaptarse fácilmente al tipo de evento a desarrollarse.
- Hacer uso racional de la energía.
- Ejecutar una instalación moderna y versátil.

- Evaluar la sustentabilidad de la generación de energía eléctrica mediante paneles solares, planteando diferentes situaciones.

1.2 Normativas

En el desarrollo del proyecto se tuvieron en cuenta las siguientes:

- Ley 19.587 (Higiene y Seguridad en el Trabajo).
- Norma IRAM AADL J2006 (Apartado para iluminación interior).
- Norma IRAM AADL J2022-2 (Apartado para iluminación exterior).
- Norma IRAM AADL J2027 (Apartado para iluminación de emergencia en interiores de establecimientos).
- Norma AEA 90364-771-7 (Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles).
- Norma AEA 92559-3-1 (Sistemas de generación de energía mediante fuentes renovables, conectadas a la red de distribución de BT).
- Norma AEA 90364-7-712 (Lugares y locales especiales-Sistemas de suministro de energía mediante paneles solares fotovoltaicos).
- Norma AEA 95703 (Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas de Alumbrado Público).
- Especificación Técnica de CALF (Columnas metálicas de A°P°, Cámaras y Cañeros, Fundaciones, Acometida y Medición en BT).

Debido a la ubicación del complejo, se respetaron los lineamientos establecidos por:

- Ley nacional 27.424-Generación de Energía Eléctrica de Origen Renovable.
- Especificaciones Técnicas y lineamientos de la Cooperativa eléctrica CALF, responsable de la distribución de energía en la ciudad de Neuquén respecto a la modalidad de suministro, nivel de tensión y punto de conexión.

1.3 Simulación

Se hizo uso de los siguientes softwares:

- Con respecto a cálculos y simulaciones luminotécnicas se utilizó el software RELUXPRO (Edición 2022).
- Con respecto al cálculo de generación fotovoltaica se hizo uso del programa PVsyst 7.3.

1.4 Constitución del complejo

El Complejo del Colegio de Ingenieros se encuentra ubicado sobre la Calle Ignacio Rivas a la altura 4080 en proximidades de la costa del Río Limay, en la Ciudad de Neuquén, compartiendo medianera con el barrio cerrado La Zagala. (Ver Figura N°1).



Figura 1. Ubicación Club de los Ingenieros.

Principalmente cuenta con un Salón de Eventos y está proyectada la construcción de una cancha de hockey, la cual será utilizada de manera amateur. Además, posee un sector de parrillas y quinchos, unidos por calles internas, caminerías y espacios verdes. Por último, en

la entrada del mismo se halla una garita de seguridad. En el Plano N°1 del Anexo 1 se muestra una vista en planta del complejo y la división de los sectores del mismo.

1.4.1 Edificio Principal

Es un espacio destinado a diferentes actividades, tales como fiestas de cumpleaños, casamientos y eventos ejecutivos, entre otros. En el Plano N°2 (ver Anexo 1) se muestra como está dada la distribución del edificio, así como también su información civil.

1.4.2 Garita de Seguridad

Ubicada en la entrada del complejo y con el fin de mantener un monitoreo constante de las personas que ingresan y egresan al predio. La garita de seguridad posee un baño y una oficina. En el Plano N°3 (ver Anexo 1), se encuentra la vista en planta de este sector.

1.4.3 Sector Parrillas y Exterior

La parte verde del complejo, cuenta con parrillas ubicadas dentro de pequeños quinchos. El espacio verde cuenta, además, de sendas, puentes y calles internas. Los mismos se pueden observar en el Plano N°1 (ver Anexo 1).

1.4.4 Cancha de Hockey

Su propósito es el desarrollo de este deporte de manera amateur. La misma tiene una zona de tribunas y bancos de suplentes. En el Plano N°1 (ver Anexo 1) se puede ver una vista en planta de este ítem.

2 Requerimientos y desarrollo luminotécnico

Se tuvieron en cuenta los niveles de iluminación indicados en las Normas IRAM AADL J2006 e IRAM AADL J2022-2, las cuales rigen para espacios interiores y exteriores respectivamente.

2.1 Tecnología utilizada

Se adoptó el uso de luminarias LED para la iluminación del presente proyecto, tecnología que presenta las siguientes ventajas:

- Mayor eficiencia energética en comparación con lámparas Incandescentes, o las lámparas de descarga (Vapor de Mercurio o Sodio de Alta y Baja Presión).
- Mayor rendimiento al tener menor calor emitido, ya que transforman en luz la mayor parte de la energía consumida desde la red eléctrica.
- Mayor vida útil, alcanzando valores de 50.000 horas.
- Mayor Índice de Reproducción Cromática (IRC).
- Variación del color de iluminación sin el uso de filtros adicionales gracias a los LED RGB (rojo, verde y azul).

2.2 Iluminancias y regularidades

2.2.1 Edificio Principal

Al tratarse de un espacio interior, los niveles mínimos de iluminancia media y regularidades fueron extraídos de la norma IRAM AADL J2006, y se indican en la Tabla 1.

| | Sector | Em (Lux) Norma | Uo Norma | Ud Norma |
|----|-----------------------------------|----------------|----------|----------|
| 1 | Baño / Cambiador Personal | 100 | 0.5 | 0.33 |
| 2 | Baño Damas | 200 | 0.5 | 0.33 |
| 3 | Baño Caballeros | 200 | 0.5 | 0.33 |
| 4 | Pasillo Sanitarios | 100 | 0.5 | 0.33 |
| 5 | Cocina | 300 | 0.5 | 0.33 |
| 6 | Sector Frío y Guardado | 50 | 0.5 | 0.33 |
| 7 | Depósitos de Jardinería | 100 | 0.5 | 0.33 |
| 8 | Depósito de Elementos de Limpieza | 100 | 0.5 | 0.33 |
| 9 | Sala de Calefacción | 100 | 0.5 | 0.33 |
| 10 | Salón Principal | 300 | 0.5 | 0.33 |
| 11 | Depósito Vajilla | 100 | 0.5 | 0.33 |
| 12 | Cocina/Comedor Sereno | 200 | 0.5 | 0.33 |
| 13 | Baño Sereno | 100 | 0.5 | 0.33 |
| 14 | Habitación Sereno | 200 | 0.5 | 0.33 |
| 15 | Balcón Sereno | - | - | - |
| 16 | Exterior | - | - | - |

Tabla 1: Niveles mínimos de iluminancia y regularidades según Norma IRAM AADL J2006.

Todas las características técnicas de los artefactos utilizados en la iluminación pueden encontrarse en el Anexo 5.

2.2.1.1 Baño Discapacitados:

Se utilizó una luminaria adosada al techo del fabricante Lucciola modelo Pal 153 de 12W y flujo luminoso de 960Lm para lograr una iluminancia mínima de 100Lux indicado por Norma. En la figura 2 se muestra este sector.



Figura 2. Baño/Cambiador Personal.

2.2.1.2 Baño Damas:

Se utilizaron 2 luminarias adosadas al techo del fabricante Lucciola modelo Pal 154 de 18W y un flujo luminoso de 1140Lm. Como criterio se propuso lograr una iluminancia media de 200Lux en cercanías del espejo. En la figura 3 se puede observar este sector.



Figura 3. Baño Damas.

2.2.1.3 Baño Caballeros:

Se proyectó el uso de 2 luminarias adosadas al techo del fabricante Lucciola modelo Pal 154 de 18W y un flujo luminoso de 1140Lm. El criterio adoptado es el mismo que en el ítem anterior. En las figuras 4 a) y 4 b) se puede ver este sector.



Figura 4a). Baño Caballeros.



Figura 4b). Baño Caballeros.

2.2.1.4 Pasillo Sanitarios:

Vincula los sectores de los ítems 2.2.1.2, 2.2.1.3, dando acceso al salón principal y siendo una ruta de salida hacia el exterior.

Se proyectó su iluminación mediante 2 luminarias del fabricante Lucciola modelos Pal 153 de 12W y 960Lm de flujo luminoso, alcanzando el valor de iluminancia mínima de 100Lux que se indica por Norma. En la figura 5 se puede ver este sector.

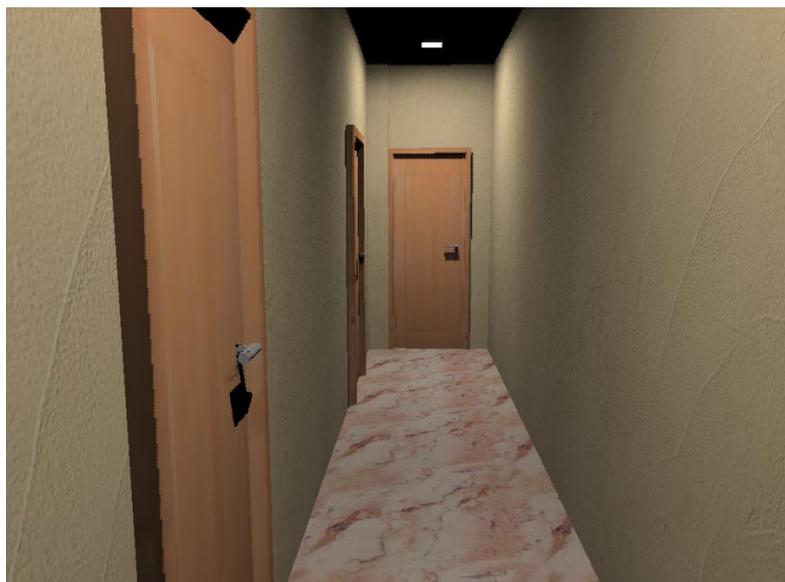


Figura 5. Pasillo Sanitarios.

2.2.1.5 Cocina:

El objetivo fue lograr una iluminancia media de 300Lux sobre la mesa de trabajo central, utilizando 4 luminarias del fabricante Lucciola modelos Plasma Pal 156 de 24W y 1920Lm de flujo luminoso. En las figuras 6a) y 6b) se puede apreciar este sector.



Figura 6a). Cocina.



Figura 6b). Cocina.

2.2.1.6 Sector Frío y Guardado:

Se proyectó el uso de una luminaria del fabricante Lucciola, modelo Mare X301, la cual permite colocar en su interior 2 tubos Led de hasta 9W de 600mm de longitud, alcanzando una iluminancia mínima de 100 Lux establecida por norma. Se realizaron simulaciones utilizando 2 tubos Led de la marca Philips, modelos Ecofit Mains de 8W y 800Lm por cada tubo. En la figura 7 se puede observar este sector.



Figura 7. Sector Frío y Guardado.

2.2.1.7 Depósito de Jardinería:

Se proyectó 1 luminaria Mare X303 del fabricante Lucciola con la capacidad de contener 2 tubos LED de hasta 18W y 1200mm de longitud, para alcanzar 100 Lux de iluminancia media mínima. Los tubos LED seleccionados fueron de la marca Philips, modelos Ecofit Mains de 16W y 1600 Lm de flujo luminoso cada uno. En la figura 8 se puede observar este sector.



Figura 8. Depósito de jardinería.

2.2.1.8 Depósito de Elementos de Limpieza:

Se utilizaron 2 luminarias Lucciola modelos Mare X300 con tubos Philips Ecofit Mains de 8W y 600mm de longitud, de modo de alcanzar la iluminancia mínima de 100 Lux indicada por Norma. En la figura 9 se puede ver este sector.

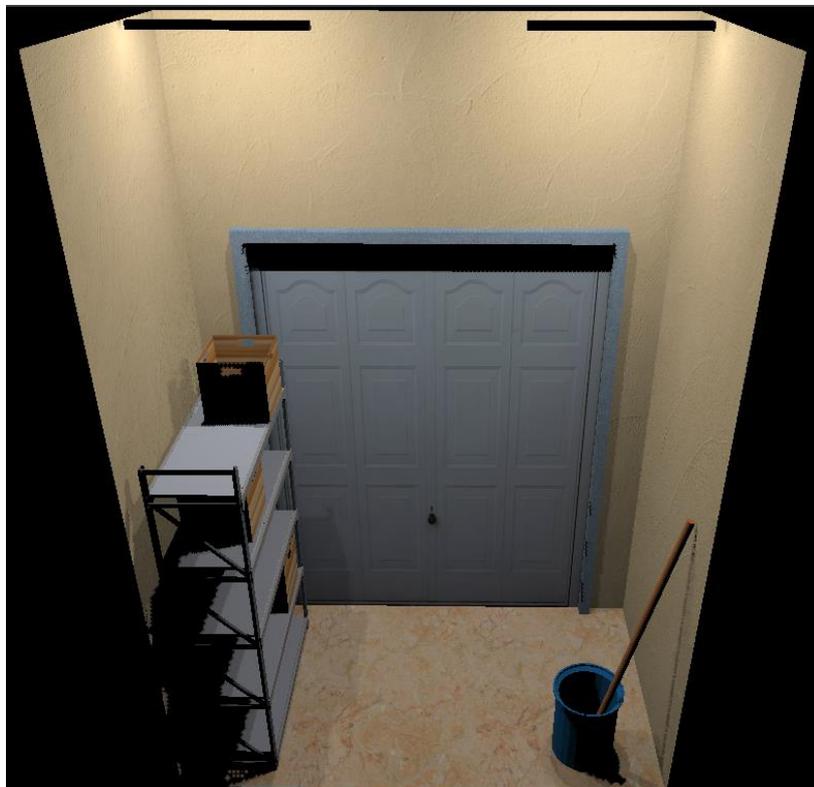


Figura 9. Depósito de Elementos de Limpieza.

2.2.1.9 Sala de Calefacción:

Se proyectaron 2 luminarias Lucciola modelos Mare X300 con tubos Philips Ecofit Mains de 8W y 600mm de longitud de modo de alcanzar la iluminancia mínima de 100 Lux indicada por Norma. En la figura 10 se puede ver este sector.



Figura 10. Sala de Calefacción.

2.2.1.10 Salón Principal:

Se proyectaron las siguientes formas de iluminación:

- Iluminación localizada: Con el fin de iluminar una parte de la zona sur del salón, se colocaron 2 luminarias del fabricante Lucciola modelos Look de 12W de potencia y un flujo luminoso de 1400Lm sobre un riel empotrado en una de las vigas del techo del salón y se pueden direccionar hacia un sector según sea necesario. (Ver figura 11).
- Iluminación decorativa: Se proyectaron 9 luminarias de aplique en pared del fabricante Bael modelos Plutón Cubo unidireccional, en cuyo interior se aloja una lámpara GU10 Philips HUE led de 5,2W. Estas cuentan con tecnología RGB y pueden ser controladas a distancia mediante conexión Bluetooth o WIFI agregando un puente HUE (vinculado al router) para variar su color. Lo que se buscó con estas luminarias fue el efecto conocido como Wall washer. (Ver figura 12). Además, se utilizaron 12 lámparas idénticas a las mencionadas anteriormente dentro de esferas opales, de un diámetro

aproximado de 30cm, distribuidas en todo el salón de manera suspendida. (Ver figuras 13a y 13b).

- Iluminación principal: Se proyectaron 22 luminarias del fabricante Lucciola modelos Evo Line de 25W de potencia y un flujo luminoso de 4400Lm. Las mismas se distribuyeron de manera de lograr una iluminancia media mínima de 300 Lux según lo indicado por Norma, y se encuentran adosadas en las vigas del techo del salón. (Ver figura 14a y 14b).



Figura 11. Iluminación Localizada Salón Principal.



Figura 12. Iluminación decorativa (efecto wall washer) Salón Principal.



Figura 13a). Iluminación decorativa Salón Principal.



Figura 13b). Iluminación decorativa Salón Principal.



Figura 14a). Iluminación principal Salón Principal.



Figura 14b). Iluminación principal Salón Principal.

2.2.1.11 Depósito Vajillas:

Se utilizó una luminaria del fabricante Lucciola Mare X303 con dos tubos LED de la marca Philips, modelos Ecofit Mains de 16W y 1600 Lm de flujo luminoso cada uno. En la figura 15 se observa este sector.



Figura 15. Depósito Vajillas.

2.2.1.12 Cocina/Comedor Sereno:

El objetivo es lograr una iluminancia media de 200Lux general, por lo que fue necesario el uso de 4 luminarias del fabricante Lucciola, modelos Plasma Pal 153 de 12W y 960Lm de flujo luminoso. En las figuras 16a) y 16b) se puede apreciar este sector.



Figura 16a). Cocina/Comedor Sereno.



Figura 16b). Cocina/Comedor Sereno.

2.2.1.13 Baño Sereno:

Se utilizaron 2 luminarias adosadas al techo del fabricante Lucciola modelo Pal 156 de 24W con un flujo luminoso de 1920Lm, para lograr una iluminancia media mínima de 100Lux. En la figura 17 se puede observar este sector.



Figura 17. Baño Sereno.

2.2.1.14 Habitación Sereno:

Se proyectaron 2 luminarias de aplique en techo del fabricante Lucciola modelo Plasma Pal 154 de 18W con un flujo luminoso de 1440Lm de manera de alcanzar una iluminancia media de 200 Lux. En la figura 18 se puede apreciar este sector.



Figura 18. Habitación Sereno

2.2.1.15 Balcón Sereno:

Se utilizó un proyector del fabricante Lucciola, modelo PROA 760 de 10W de potencia con 900Lm de flujo luminoso. No se consideró una iluminancia mínima pero se estimó que, debido al aporte de las luminarias aledañas a la zona, se alcanza un nivel adecuado para transitar con seguridad por el balcón. En la figura 19 se puede ver este sector.



Figura 19. Balcón Sereno.

A modo de decoración se aplicaron 6 luminarias en las paredes exteriores del edificio del fabricante Bael, modelo Plutón Unidireccional. También se colocaron 2 luminarias Plutón Bidireccional en los extremos del muro donde se indica el nombre del salón. Ambos modelos cuentan con lámparas Philips HUE GU10 que permiten variar su color de manera inalámbrica mediante Bluetooth o WIFI y se encienden mediante una fotocélula.

En las figuras 20a y 20b se pueden apreciar las luminarias mencionadas.



Figura 20a). Exterior Edificio Principal.



Figura 20b). Exterior Edificio Principal.

La ubicación de los artefactos utilizados en la iluminación de la planta baja del edificio principal puede verse en el Plano N°8, mientras que en el Plano N°9, ambos dentro del Anexo 1, se muestran los correspondientes a la planta alta (Sector vajillas y casa del sereno).

2.2.2 Garita de Seguridad

Los niveles mínimos de iluminancia media y regularidades fueron extraídos de la norma IRAM AADL J2006, los cuales se indican en la Tabla 2.

| Sector | | Em (Lux) Norma | Uo Norma | Ud Norma |
|--------|--------------|----------------|----------|----------|
| 1 | Baño | 200 | 0.5 | 0.33 |
| 2 | Cocina/Estar | 200 | 0.5 | 0.33 |

Tabla 2: Niveles mínimos de iluminancia y regularidades según Norma IRAM AADL J2006.

Se utilizaron 2 luminarias Mare X303 del fabricante Lucciola, con la capacidad de contener 2 tubos LED de hasta 18W y 1200mm de longitud cada uno. Los tubos LED seleccionados fueron de la marca Philips modelo Ecofit Mains de 16W con 1600 Lm de flujo luminoso cada uno.

En las figuras 21a y 21b se puede observar este sector, y en el Plano N°10 dentro del Anexo 1 se muestran las ubicaciones de los artefactos.



Figura 21a). Garita de Seguridad.



Figura 21b). Sanitario Garita de Seguridad.

2.2.3 Detalles de luminarias utilizadas y resultados en espacios interiores

En la Tabla 3, dentro del Anexo 4, se muestran los detalles y cantidad de luminarias utilizadas en cada uno de los diferentes recintos del edificio principal y a la garita de seguridad. Además, en la Tabla 4 (ver Anexo 4) se pueden observar los resultados obtenidos mediante el software ReluxPro comparados con los requeridos por norma.

2.2.4 Iluminación Exterior

El exterior del complejo cuenta con calles internas, estacionamientos, espacios verdes, caminos y un sector de parrillas. A fin de definir las diferentes zonas que se simularon mediante el uso del software RELUXPRO, se designaron las combinaciones de letras y números indicados en la Tabla 5. Dicha designación es la mostrada en el Plano N°1 y en el Plano N°6 se pueden ver las ubicaciones de las luminarias (ver Anexo 1).

Todas las características técnicas de los artefactos utilizados en la iluminación exterior pueden encontrarse en el Anexo 5.

| Espacios Verdes | Caminerías | Estacionamientos | Calles |
|-----------------|------------|------------------|--------|
| EV 1 | CAM 1 | EST 1 | CAL 1 |
| EV 2 | CAM 2 | EST 2 | CAL 2 |
| EV 3 | CAM 3 | EST 3 | CAL 3 |
| EV 4 | CAM 4 | EST 4 | - |
| EV 5 | CAM 5 | - | - |
| EV 6 | CAM 6 | - | - |
| EV 7 | CAM 7 | - | - |
| EV 8 | CAM 8 | - | - |
| EV 9 | CAM 9 | - | - |
| EV 10 | CAM 10 | - | - |
| EV 11 | CAM 11 | - | - |
| EV 12 | CAM 12 | - | - |
| EV 13 | CAM 13 | - | - |
| - | CAM 14 | - | - |
| - | CAM 15 | - | - |
| - | CAM 16 | - | - |

Tabla 5. Definición de zonas de exterior.

2.2.4.1 Calles Internas

Se adoptó una clasificación F según Norma IRAM AADL J2022-2, la cual corresponde a una calle residencial con una velocidad máxima de 40km/h y con baja circulación de automóviles. Los valores de iluminancia media y regularidades se pueden ver en la Tabla 6.

| Superficie de Medición | E med | Uo | Ud |
|------------------------|-------|------|-------|
| Calle Residencial | 10 | 0.25 | 0.125 |

Tabla 6: Niveles mínimos de iluminancia y regularidades según Norma IRAM AADL J2006.

De acuerdo a la planimetría del complejo, se determinaron 3 calles a ser iluminadas como residenciales. En la calle de acceso al complejo, denominada en el Plano N° 1 como “CAL 1”, se utilizaron 5 luminarias del fabricante Artelum, modelos Arlight de 20W y 1800Lm de flujo luminoso. Se dispusieron en columnas metálicas de 8m de altura libre y brazo pescante de 2,5m de longitud. Las especificaciones técnicas de dichas columnas fueron obtenidas de la Cooperativa de Agua, Luz y Fuerza (CALF) que se encuentran en el Anexo 3.

La calle denominada como “CAL 2”, se iluminó mediante un proyector del fabricante Lucciola, modelo Proa de 100W y 9000Lm. Se instaló con un ángulo de inclinación de 75° respecto de la horizontal sobre una columna metálica recta de 5,5m de altura libre.

Por último, en la calle nombrada como “CAL 3”, se colocó una farola Lucciola modelo Kali de 80W de potencia y 6000Lm de flujo luminoso, sobre una columna metálica recta de 5,5m de altura libre en proximidades del sector de canotaje como se muestra en el Plano N°6.

En las figuras 22a, 22b y 22c, se pueden observar las calles CAL 1, CAL 2 y CAL 3 respectivamente.



Figura 22a). Calle CAL 1.

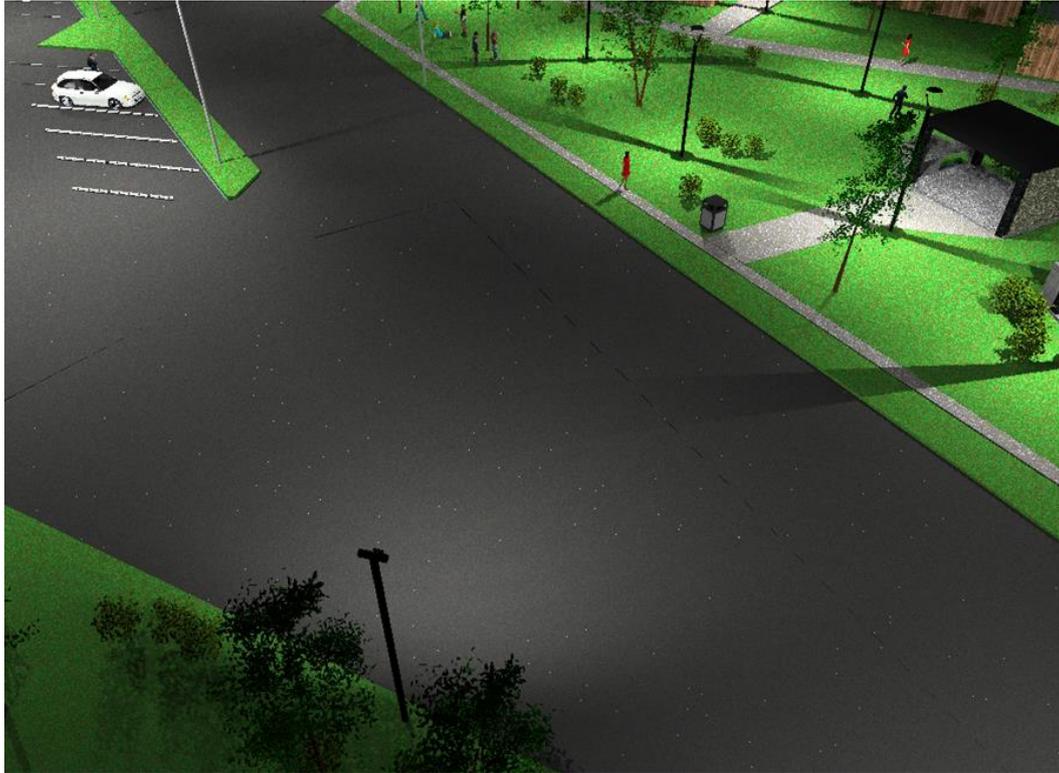


Figura 22b). Calle CAL 2.



Figura 22c). Calle CAL 3.

En la Tabla 7 (ver Anexo 4) se detallan los resultados obtenidos de la simulación en el programa ReluxPro y se muestra un resultado promedio de todas las calles internas del complejo.

2.2.4.2 Espacios Verdes

Se adoptó el uso de farolas distribuidas de manera de alcanzar los niveles de iluminancia media y regularidades mínimas, dictadas por la Norma IRAM AADL J2022-2, que se detallan en la Tabla 8.

| Superficie de Medición | E med | Uo | Ud |
|------------------------|-------|------|------|
| Espacios Verdes | 30 | 0.33 | 0.16 |

Tabla 8: Valores recomendados de iluminancia y regularidades para espacios verdes.

Las farolas utilizadas pertenecen al fabricante Lucciola y corresponden a los modelos Kali de 80W y Perla de 60W, con flujos luminosos de 6000Lm y 4500Lm respectivamente. Las mismas se proyectaron para ser colocadas en columnas de 5,5m de altura libre. Su ubicación puede observarse en el Plano N°6 adjunto en el Anexo 1. En las figuras 23a, 23b, 23c, 23d, 23e y 23f se pueden apreciar algunos de los espacios verdes del complejo.



Figura 23a). Espacio Verde.



Figura 23b). Espacio Verde.



Figura 23c). Espacio Verde.



Figura 23d). Espacio Verde.

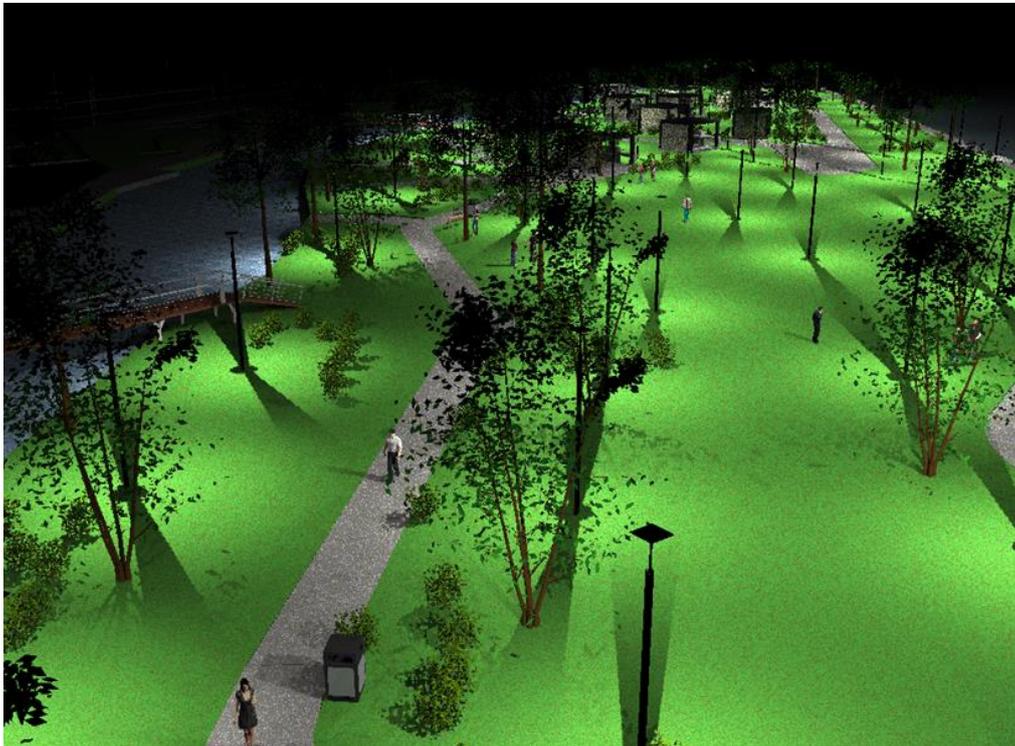


Figura 23e). Espacio Verde.

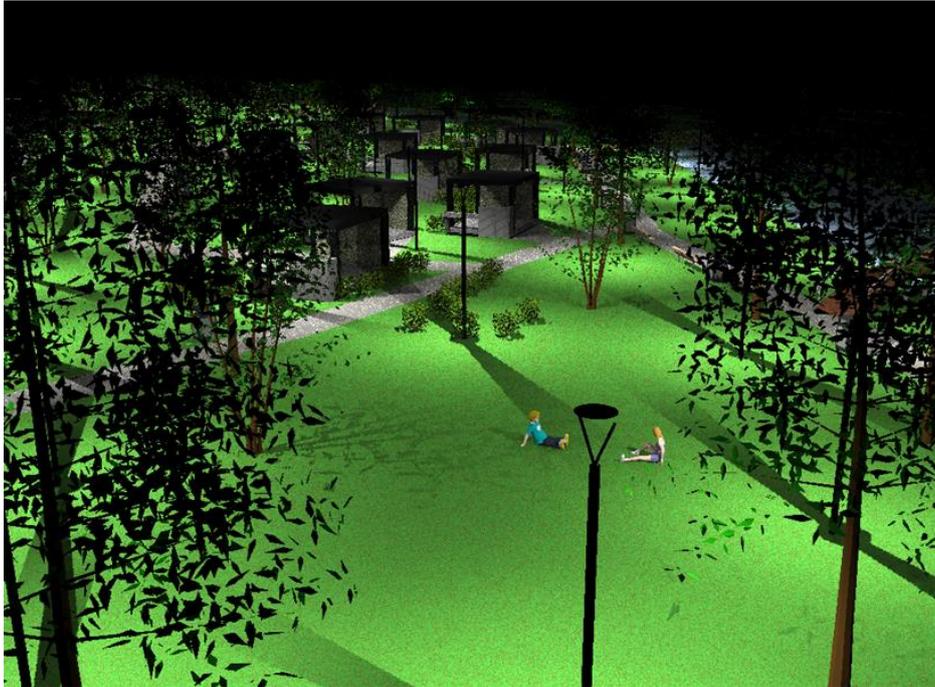


Figura 23f). Espacio Verde.

En la Tabla 9 (ver Anexo 4) se detallan los resultados obtenidos de la simulación en el programa ReluxPro, y un valor promedio de todos los espacios verdes del complejo.

2.2.4.3 Caminerías

Su iluminación se obtuvo de manera indirecta al priorizar la de los espacios verdes, calles y estacionamientos debido a que el cuerpo fotométrico de las luminarias utilizadas posee una forma tal que se proyectan sobre el espacio del presente ítem, logrando alcanzar una iluminancia media mínima para que una persona pueda transitar sin inconvenientes.

Los valores de iluminancia media y regularidades mínimos adoptados, pueden verse en la Tabla 10.

| Superficie de Medición | E med | Uo | Ud |
|------------------------|-------|------|-------|
| Caminerías | 10 | 0.25 | 0.125 |

Tabla 10: Valores recomendados de iluminancia y regularidades para caminos y senderos.

En la Tabla 11 (ver Anexo 4) se detallan los resultados obtenidos de la simulación en el programa ReluxPro y un resultado promedio de todas las caminerías del complejo.

2.2.4.4 Estacionamientos

El complejo cuenta con 4 sectores destinados a ser utilizados para el estacionamiento de vehículos. Debido a cuestiones de confort y seguridad se adoptó el nivel de iluminancia y regularidades mínimas indicadas en la Tabla 12, los cuales son extraídos de la Norma IRAM AADL J2006.

| Superficie de Medición | E med | Uo | Ud |
|------------------------|-------|------|------|
| Estacionamientos | 50 | 0.33 | 0.16 |

Tabla 12: Valores recomendados de iluminancia y regularidades para estacionamientos.

En el “EST 1” se utilizaron 2 modelos diferentes de luminarias del fabricante Lucciola. Una de ellas corresponde a una luminaria de tipo vial, denominada Yolo Street, con una potencia de 120W y 14400Lm de flujo luminoso, mientras que la otra es un proyector modelo Proa como el mencionado en el ítem 2.2.4.1. La primera se instaló en una columna metálica de 8m de altura libre con brazo pescante de 2,5m según especificación técnica de CALF y la segunda en una columna recta de 5,5m de altura libre.

En el “EST 2”, se seleccionaron 14 luminarias del fabricante Lucciola, modelos Yolo Street de 120W de potencia y 14400Lm de flujo luminoso. Se determinó la disposición de luminarias de forma pareada y se instalaron en columnas metálicas con brazo pescante de 2,5m de longitud y una altura libre de 9m.

En el “EST 3”, se adoptaron 6 luminarias idénticas a las colocadas en el EST 2, de las cuales 2 de ellas se instalaron en una columna metálica de altura libre de 10,2m y doble brazo pescante de 1m de longitud, ubicada en el centro del estacionamiento. Las restantes se montaron en columnas metálicas de 8m de altura libre y 2,5m de longitud de brazo pescante, ubicadas en la periferia de la zona.

En el “EST 4” se dispusieron 3 luminarias del fabricante Lucciola, modelos Yolo Street de 120W de potencia y 14400Lm de flujo luminoso. Se montaron sobre columnas metálicas de 8m altura libre con brazo pescante de 2,5m de longitud.

Las especificaciones técnicas de las columnas utilizadas pueden verse en el Anexo 3 mientras que en el Plano N°6 del Anexo 1, se pueden observar las ubicaciones de las luminarias

En las figuras 24a, 24b, 24c y 24d se pueden ver los estacionamientos “EST 1, EST 2, EST 3 y EST 4”, respectivamente.



Figura 24a). Estacionamiento EST 1.



Figura 24b). Estacionamiento EST 2.



Figura 24c). Estacionamiento EST 3.



Figura 24d). Estacionamiento EST 4.

En la Tabla 13 (ver Anexo 4) se detallan los resultados obtenidos de la simulación en el programa ReluxPro, y un resultado promedio de todos los espacios correspondientes al presente ítem.

2.2.4.5 *Cancha de Hockey*

Se adoptó el nivel de iluminancia y regularidades mínimas indicadas en la Tabla 14, los cuales fueron extraídos de información técnica de la página web de Lucciola.

| Superficie de Medición | E med | Uo | Ud |
|------------------------|-------|------|------|
| Cancha de Hockey | 200 | 0.33 | 0.16 |

Tabla 14: Valores recomendados de iluminancia y regularidades para cancha de hockey.

Se utilizaron 16 luminarias del fabricante Lumenac, modelo Mega 900 de 900W de potencia y 117000Lm de flujo luminoso. Su distribución se realizó mediante 6 columnas metálicas de 13m de altura libre, dispuestas en forma pareada sobre los laterales de mayor longitud de la cancha. En los postes ubicados en proximidades de los vértices del campo de juego se colocaron 3 luminarias Mega 900, mientras que sobre las columnas centrales se colocaron 2 luminarias del mismo tipo. En la figura 25 se puede ver este sector.



Figura 25. Cancha de Hockey.

En la Tabla 15 (ver Anexo 4) se detalla el resultado obtenido de la simulación en el programa ReluxPro correspondiente al espacio del presente ítem.

2.2.5 Resultados Espacios de Exterior

Los resultados de colores falsos y tabla de puntos obtenidos mediante el programa ReluxPro, tanto de exterior como de interior se encuentran en el Anexo 2.

Un resumen de los valores promedios obtenidos en cada espacio exterior puede verse en la Tabla 16 dentro del Anexo 4, junto con una comparación de los valores especificados por norma y los artefactos utilizados en cada sector.

Cabe aclarar que en el caso de la iluminación de los quinchos no se realizó una simulación y se consideró que con una luminaria Inoxa de Lucciola (20W y 1440Lm) es suficiente ya que se tiene aporte de las luminarias que se encuentran alrededor.

2.3 Iluminación de Emergencia

Por reglamentación, para la habilitación y uso del salón de eventos, se colocaron señalizadores de emergencia (pictogramas), extintores y luminarias de emergencia.

Debido a que los artefactos Evo Line admiten su uso como luminaria de emergencia, se seleccionaron algunos de ellos para su encendido en caso de interrumpirse el suministro eléctrico, al igual que las luminarias de la cocina, del pasillo y de los sanitarios. Cabe resaltar que la manera de mantenerse en funcionamiento luego de un corte de suministro eléctrico es mediante una fuente de alimentación en CC y el flujo luminoso que emiten es reducido en comparación con el de condiciones normales.

La iluminancia mínima de emergencia es de 1 lux a lo largo de las rutas de escape y los artefactos a utilizar deben satisfacer 1.5 horas de servicio mínimo según la “Recomendación para el alumbrado de Emergencia en Interiores de Establecimientos de pública concurrencia” de la Norma IRAM AADL J2027 y la Ley 19.587. Su ubicación se indica en el Plano N°4 mientras que las rutas de escape se observan en el Plano N°5, dentro del Anexo 4. Luego, en el Anexo 5 se adjuntan los datos de la iluminación de emergencia y pictogramas utilizados en el salón.

3 Diseño de Instalación Eléctrica en Baja Tensión

La instalación fue realizada siguiendo los lineamientos brindados por la Norma AEA y Especificaciones Técnicas de CALF, según corresponda.

3.1 Cargas relevadas del complejo

Se pudieron observar las siguientes cargas:

- 2 Bombas Motormech 640W.
- 2 Bombas de riego 7,5 HP.
- 1 Bomba de riego 1 HP.
- 1 tomacorriente de 32 A y 1 tomacorriente de 16 A en tablero de bombas de riego.
- 10 tomacorrientes en salón principal.
- 5 tomacorrientes en cocina.
- 3 tomacorrientes en sector frío.
- 1 tomacorriente en baño caballeros.
- 1 tomacorriente en baño damas.
- 1 tomacorriente en baño discapacitados.
- 1 tomacorriente en pasillo baños.

Además, por cada quincho (7 quinchos al momento de realizar el relevamiento) se pudo ver una luminaria LED y un tomacorriente.

Las cargas correspondientes a iluminación existente no se tuvieron en cuenta ya que en el proyecto se pensó como una instalación nueva.

3.2 Circuitos

Para su denominación se siguieron los lineamientos dictados por la norma **AEA 90364-7-771** dedicada a la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. De este modo se distinguieron 5 tipos de circuitos:

- IUG: Iluminación de uso general.
- TUG: Tomacorrientes de uso general.
- TUE: Tomacorriente de uso especial.
- ACU: Alimentación de carga única.
- IE: Iluminación exterior.

La distribución se realizó comenzando desde el tablero principal (TP) ubicado en el pilar a espaldas del medidor como se puede ver en el Plano N°6 (Anexo 1), hacia un tablero seccional general (TSG) colocado en el edificio principal a partir del cual se distribuyen todos los circuitos del mismo y las alimentaciones a los demás tableros seccionales, como se puede ver en la Tabla 17 a) dentro del Anexo 4. Por otra parte, se proyectó un gabinete de iluminación exterior (GE-IL) que se vinculó directamente con el TP para alimentar las luminarias de los espacios verdes y caminerías que se encuentran al sur del complejo, cruzando el puente. En la Tabla 17 b) (ver Anexo 4) se muestra la separación en circuitos de las luminarias comprendidas en dicho gabinete.

Para los 19 quinchos proyectados se consideró un tablero seccional en cada uno y en los mismos se contempló un tomacorriente y una luminaria de 20W.

Las luminarias exteriores fueron agrupadas en circuitos de acuerdo a la caída de tensión máxima que se puede tolerar entre el tablero seccional y la última luminaria de un mismo circuito, esto puede verse en el apartado 3.8.4. Por otro lado, en los circuitos de iluminación interior se adoptó como límite máximo la cantidad de 15 bocas, indicado por la normativa AEA.

3.3 Potencia instalada

Se obtuvo su valor teniendo en cuenta las cargas relevadas mencionadas en el ítem 3.1, junto con la totalidad de las luminarias.

La fórmula utilizada para el cálculo de la potencia de tomacorrientes monofásicos se muestra a continuación.

$$P_{1\phi} = n * V * I * \text{Cos}(\varphi) \quad (1)$$

Donde:

- n: Cantidad de tomacorrientes monofásicos.
- V: Tensión monofásica 220V.
- I: Corriente máxima entregada por cada tomacorriente 10 A – 16 A.
- Cos(φ): Factor de potencia 0,85.

La potencia total instalada calculada para tomacorrientes monofásicos resultó en 104.292,3 W.

Para el cálculo de tomacorrientes trifásicos se utilizó la siguiente expresión.

$$P_{3\phi} = n * \sqrt{3} * V * I * \cos(\varphi) \quad (2)$$

Donde:

- n: Cantidad de tomacorrientes trifásicos.
- V: tensión igual a 380V.
- I: Corriente en Amper.
- $\cos(\varphi)$: Factor de potencia 0,85.

La potencia instalada para tomacorrientes trifásicos resultó en 10.336 W.

En cargas trifásicas o monofásicas debido a bombas o motores, se utilizaron los datos brindados en sus chapas características, resultando una potencia instalada de 13.403 W.

Para el caso de la potencia instalada correspondiente a iluminación se obtuvo un resultado de 30.964 W

Por lo tanto, la potencia total instalada fue de 158.995,3W.

3.4 Potencia simultánea

Dado que en una instalación eléctrica la totalidad de las cargas no se encuentran en funcionamiento simultáneo a lo largo del día, se adoptaron criterios para determinar un valor de potencia simultánea que refleje de manera adecuada el consumo de la instalación. Los mismos se detallan a continuación:

- Se adoptó un factor de simultaneidad particular a cada circuito según el sector al cual está destinado.
- Se adoptó un factor de simultaneidad global a la suma de las potencias simultáneas de cada circuito.
- Se afectó la potencia máxima entregada por los tomacorrientes con factores de utilización, dependiendo de las posibles cargas que se pueden conectar. El mínimo factor de utilización se limitó a 0,1.

- Para el sistema de riego y el tanque de agua del edificio principal se proyectaron 2 bombas para cada caso, las cuales no funcionan en simultáneo debido a que una es respaldo de la otra.
- En los circuitos de iluminación se adoptó un factor de utilización igual a 1 debido a que consumen la totalidad de la potencia indicada por el fabricante. Además, para el cálculo de estos circuitos se utilizó un factor de potencia igual a 0,9 ya que son de tecnología LED.

Aplicados estos criterios la potencia simultánea de todo el complejo resultó 26.013 W.

La planilla de cargas puede verse en el Plano N°19 dentro del Anexo 1.

3.5 Corriente de proyecto

Es la que circula normalmente por un circuito determinado dependiendo de la carga que alimenta y que debe ser soportada por el conductor. La misma se determinó utilizando la siguiente expresión:

$$Ib = \frac{Ps}{K * \text{Cos}(\varphi) * V} \quad (3)$$

Donde:

- Ps: Potencia simultánea del circuito.
- K: Factor que depende del tipo de circuito. Para monofásicos es igual a 1 y para trifásicos $\sqrt{3}$.
- Cos(φ): Factor de potencia igual a 0,9 en circuitos de iluminación y 0,85 para los restantes.
- V: Nivel de tensión.

En la planilla de cargas mencionada anteriormente pueden verse los valores de corriente de proyecto calculadas.

3.6 Canalizaciones

Se utilizó cañería embutida en pared, caño enterrado o conductor directamente enterrado según el sector en el cual se encontraba la carga a alimentar. El área total ocupada

por los conductores cargados, incluyendo su aislación, no fue mayor al 35% de la sección interna de la cañería, tal como lo indica la norma AEA 90364-7-771 – Sección 12.

Una vez definido el tipo de canalización y la cantidad de conductores que lo atraviesan se determinó la corriente máxima que es capaz de transmitir. Esto se hizo al afectar el valor de corriente admisible del conductor indicado por el fabricante mediante factores de agrupamiento y temperatura, tal como puede verse en la planilla de cargas.

3.6.1 Cañería embutida en pared

Fue utilizada en el edificio principal y en la garita de seguridad. Se implementaron caños de acero semipesado de diámetro interno mínimo de 15mm (RS 19) y se siguió lo dispuesto por la normativa AEA 90364-7-771 en la Tabla 771.12.IX, mostrada en el Anexo 4.

Como caso particular, se utilizó cañería a la vista en los circuitos de iluminación principal y decorativa del salón siguiendo las vigas pertenecientes al techo.

En los Planos N°7, N°13 y N°15, dentro del Anexo 1, se muestran los circuitos correspondientes a la iluminación del edificio principal y la garita de seguridad, mientras que en los Planos N°12, N°14 y N°16 se pueden observar los circuitos de tomacorrientes, fuerza motriz y bombeo de los mismos sectores utilizando cañería embutida en pared.

3.6.2 Caño enterrado

Fue utilizada en la distribución de los circuitos exteriores para vincular los tableros seccionales con el tablero seccional general, y unir este, junto con el gabinete exterior de iluminación, al tablero principal como puede verse en el Plano N°11 (ver Anexo 1).

Los caños proyectados y la disposición de los mismos cumplen las siguientes características:

- Caños de PVC de diámetro 110 mm, espesor 3,2 mm en paquetes de 2x2 o 1x2, según se indica en Plano N°11, atados con alambre.
- En todos los casos se dejó como mínimo un caño de reserva con un alambre galvanizado F11 en su interior, que será utilizado para pasar la cinta flexible “pasa cable” en el momento del tendido de futuros conductores.

- Las trazas que, por la ubicación de las cargas, debieron atravesar las calzadas internas del complejo, se proyectaron con una malla de armadura superior e inferior con cuadrículas de 150x150 mm y alambres de 4,2 mm. En estos casos el dado de hormigón fue de resistencia H13 como se indica en el apartado 2 de la Especificación Técnica de Cámaras y Cañeros Para Redes Subterráneas de BT y MT de CALF.
- Los caños se colocaron sobre apoyos o suplementos de al menos 50 mm de espesor y a una distancia no mayor de 3 m, para permitir que el hormigón constituya un macizo de protección
- El nivel de tapada del caño se proyectó a 0,7 m dejando una cinta indicadora de traza a 0,3 m por encima del cañero.
- La colocación de los caños de PVC sin dado de hormigón se realizó sobre material fino (arena asentada) cubriéndose con tierra zarandeada o arena y compactada a mano por capas.
- Los caños deben quedar perfectamente alineados sin ovalizaciones y nivelados en la zanja.

En la Tabla 19 (ver Anexo 4) se muestran los conductores proyectados en cada segmento de la distribución del complejo, indicando con la letra “C” y un número a continuación, entre que cámaras se encuentra cada tramo.

3.6.3 Conductor directamente enterrado

Se utilizó en la distribución de conductores destinados a alimentar las luminarias de exterior. Sin embargo, en los casos que requirieron atravesar calzadas se recurrió a la disposición del apartado anterior.

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para la colocación del conductor:

- Previo a su tendido, se verificó que el fondo de la zanja se encuentre firme, nivelado, libre de agua y de materiales con puntas que puedan dañar la cubierta exterior de los cables.
- Sobre el fondo de la zanja se colocó una capa compacta de arena fina de espesor no inferior a 0,10 m, la cual actúa como cuna.

- Se dispusieron respetando los radios de curvatura mínimos correspondientes, que para estos casos no debe ser superior a 10 veces el diámetro exterior del conductor según se indica en la norma AEA 95101-Líneas Subterráneas apartado 11.10.
- La profundidad mínima se proyectó a 0,7 m respecto de la superficie del terreno.
- Como protección contra el deterioro mecánico, se colocaron ladrillos o cubiertas según lo indica la normativa AEA 90364-7-771 en el punto 12. En la figura 26 se observan las clases de recubrimiento de los conductores.
- Se dejó una cinta de advertencia a 20 cm de la superficie en todo el desarrollo longitudinal de la zanja.

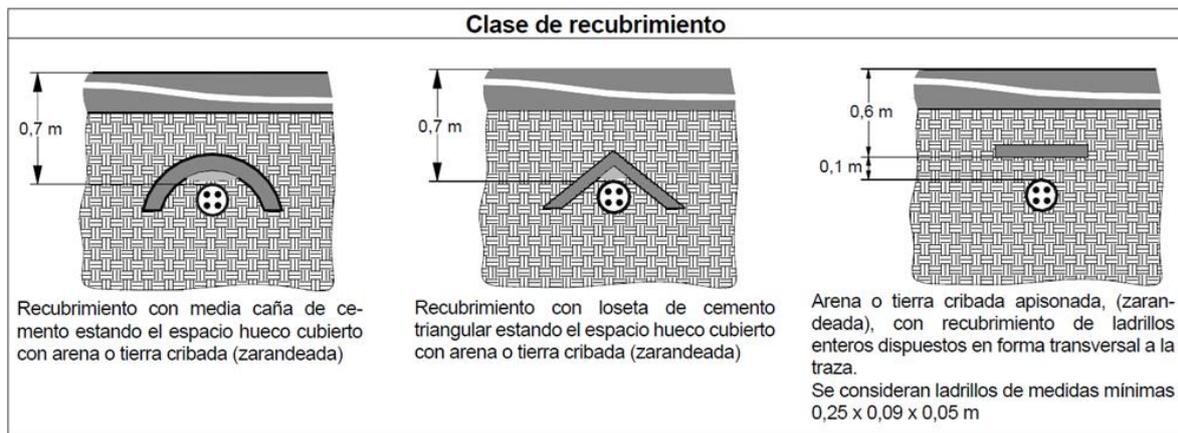


Figura 26. Protecciones contra el deterioro mecánico Figura 771.12.H AEA 90364-7-771.

3.7 Cámaras de inspección y paso

Se proyectaron 43 cámaras de 2 tamaños como se indica en el Plano N°11 y se distribuyeron según su función como cámara de paso, de cambio de dirección o como base de las columnas de iluminación o gabinetes.

Sus tamaños se determinaron de acuerdo al radio de curvatura de los conductores que pasan por ellas, ya que se debe dejar un rizo de revancha en cada cámara siguiendo lo indicado en la Tabla 20.

| Cable | Aislados en papel aceite | | Cables con Aislación Sintética | | |
|----------|---|----------------------------|--------------------------------|-----------|----------------------------------|
| | Con vaina de plomo o aluminio ondulado. | Con vaina de aluminio lisa | U ₀ = 1 kV | | U ₀ > 1 kV <=33 kV |
| | | | Rígidos | Flexibles | |
| Unipolar | 25 d | 30 d | 15 d | 12 d | 15 d |
| Tripolar | 15 d | 25 d | 12 d | 10 d | 15 d |

Tabla 20. Radios de curvatura según Tabla 11 AEA 95101.

Por lo tanto, considerando el diámetro exterior del conductor de alimentación principal de 70 mm² de sección se tiene que:

$$Rc = 10 * d \quad (4)$$

$$Rc = 10 * 37 \text{ mm} = 370 \text{ mm}$$

Al tratarse de conductores tendidos en ductos el radio de curvatura mínimo se incrementó un 20%, obteniendo así un Rc=444 mm. Este valor limitó las dimensiones de la cámara de menor tamaño.

En los Planos N°17 y N°18, dentro del Anexo 1, se pueden observar las características de las cámaras utilizadas.

Las cámaras cumplen las siguientes características:

- Cámaras para cambios de dirección, se proyectaron de 0,9x0,9x1,1 m medidas internas.
- Cámaras de paso o al pie de las columnas de iluminación vial se proyectaron de 0,6x0,6x1,1 m medidas internas.
- Material de hormigón con resistencia H17.
- Cámaras estancas debido a que la zona es inundable.

3.8 Dimensionamiento de conductores y protecciones

Para el dimensionado de los conductores se realizaron las verificaciones pertinentes para que sean capaces de soportar la corriente de proyecto, las corrientes de cortocircuito y sobrecarga durante un tiempo definido y cumplan con una caída de tensión adecuada.

3.8.1 Corriente de cortocircuito

El cálculo de la corriente presunta de cortocircuito se realizó mediante el método de las impedancias, el cual se basa en calcular y sumar de manera separada las diferentes resistencias y reaktancias que se encuentran entre el punto de falla y la generación.

Para cortocircuitos trifásicos se utilizó la siguiente expresión:

$$I_{cc3\phi} = \frac{c * U_n}{\sqrt{3} * Z_k} = \frac{c * U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{R_k^2 * X_k^2}} \quad (5)$$

Donde:

- $I_{cc3\phi}$: Corriente presunta de cortocircuito trifásico.
- c : Factor de tensión para la tensión U_n . Se adoptó el valor de 1,05.
- U_n : Tensión nominal del sistema en el punto de defecto (380V).
- Z_k : Impedancia equivalente en el punto de falla.

Se procedió al cálculo de Z_k determinando la impedancia de la red aguas arriba de los bornes del transformador de la SET, de la cual se deriva el alimentador que llega al pilar del complejo. Según los datos proporcionados por CALF la potencia de cortocircuito es $S_{cc} = 150$ MVA.

Mediante la siguiente expresión se obtuvo la impedancia de red:

$$Z_{QT} = \frac{c_Q * U_{nQ}^2}{S''_{kQ}} * \frac{1}{t_r^2} \quad (6)$$

Donde:

- U_{nQ} : Tensión del lado de alta del transformador en kV.
- S''_{kQ} : Potencia de cortocircuito en MVA.
- t_r : Relación de transformación del transformador.
- C_Q : Factor de tensión igual a 1,1.

Para el nivel de tensión de 13,2 kV se adoptaron las siguientes relaciones para calcular la reactancia y la resistencia de la red a partir de la impedancia Z_{QT}

$$X_{QT} = 0,995 * Z_{QT} \quad (7)$$

$$R_{QT} = 0,1 * X_{QT} \quad (8)$$

Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 21 (ver Anexo 4).

Luego se calculó la impedancia interna del transformador de la SET de distribución utilizando la siguiente expresión:

$$Z_T = \frac{u_{krT}}{100\%} * \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}} \quad (9)$$

Donde:

- S_{rT} : Potencia aparente del transformador (500 kVA).
- U_{krT} : Tensión de cortocircuito asignada (4%).
- U_{rT} : Tensión de línea lado BT (400V).

Con el valor de Z_T se calcularon R_T y X_T mediante las siguientes expresiones:

$$R_T = \frac{P_{krT} * U_{rT}^2}{S_{rT}^2} \quad (10)$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} \quad (11)$$

Donde:

- P_{krT} : Potencia de pérdida (1.200W).

Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 22 dentro del Anexo 4.

Por último, se determinaron las impedancias de las líneas de BT desde los bornes del transformador hasta el tablero principal y desde este último hasta el tablero seccional general, y hasta el gabinete de iluminación exterior. Estos valores dependen de los datos del catálogo de conductores y de la distancia a los distintos tableros. En las Tablas 23, 24 y 25 ubicadas en el Anexo 4, se muestran los resultados obtenidos de corrientes de cortocircuitos calculadas utilizando la expresión (5).

3.8.2 Protecciones

Una vez determinadas las corrientes de proyecto y las corrientes máximas de cortocircuito, se seleccionaron las protecciones. Para esto, se respetaron los lineamientos

establecidos por la normativa AEA 90364-7-771 – Apartado 19.2, y se adoptaron los siguientes criterios:

- La corriente nominal de la protección debe ser mayor a la corriente de proyecto del circuito correspondiente.
- En cada tablero seccional se colocó un interruptor termomagnético de cabecera, a excepción de los tableros seccionales de los quinchos.
- En los circuitos terminales se instalaron Interruptores Diferenciales con una sensibilidad de 30mA.
- La selectividad de las protecciones se estableció de manera amperométrica, asegurando de esta manera una correcta coordinación y garantizando que la protección más cercana al punto de falla sea la primera en actuar.
- Se utilizaron en todos los casos Interruptores del tipo PIA, con curvas tipo C.
- En el tablero principal se colocó un Interruptor Diferencial selectivo con un valor máximo de 300mA.

En el Plano N°21 perteneciente al Anexo 1 se muestra el diagrama unifilar del complejo, donde pueden apreciarse todas las protecciones que se utilizaron en este proyecto.

3.8.2.1 Regla del poder de corte para dispositivos de maniobra y protección

Según lo establece la norma AEA 90364-7-771, la capacidad de ruptura de un dispositivo de protección (P_{dccc}) debe ser mayor o igual a la máxima intensidad de corriente de cortocircuito presunta (I''_k) en el punto donde se encuentra colocado, es decir:

$$P_{dccc} \geq I''_k \quad (10)$$

De acuerdo a lo calculado en el punto 3.8.1, la corriente máxima presunta de cortocircuito en el tablero principal es de 1,03kA, por lo que los interruptores que se colocaron con un poder de corte de 10kA y 6kA verifican la desigualdad. Si bien la expresión (10) se cumple con un poder de corte inferior, CALF exige como mínimo 6kA en el tablero principal (Pilar). Luego, en los tableros seccionales restantes se colocaron interruptores con un poder de corte mínimo de 3kA, ya que las corrientes de cortocircuito en el tablero seccional general y el gabinete exterior de iluminación obtenidas fueron de 0,84kA y 0,58kA respectivamente.

3.8.2.2 Protección de los circuitos frente a las corrientes de cortocircuito máximas

Tal como lo indica la AEA 60364-7-771 en el punto 19.2 para garantizar la protección de los conductores, sean de circuitos seccionales o terminales, se debe cumplir alguna de las expresiones (11) o (12) según el tipo de elemento de protección utilizado.

1. Con dispositivos limitadores de la corriente de cortocircuito, o con tiempos de apertura menores a 0,1s:

$$k^2 * S^2 \geq I^2 * t \quad (11)$$

Donde:

- I^2*t : Máxima energía específica pasante aguas abajo del elemento de protección. Es un valor garantizado por el fabricante, no es calculable.
- S : Sección nominal de los conductores en mm^2 .
- k : Factor que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor, y las temperaturas inicial y final del mismo. Para conductores aislados con materiales de uso común, los valores de k se muestran en la Tabla 26, extraída de la normativa AEA.

| k | | | | | | | |
|------------------------------|---|---------------------------|------------|------------|---------|---------|------------------------|
| Aislación de los conductores | PVC \leq 300 mm^2 | PVC $>$ 300 mm^2 | EPR / XLPE | Goma 60 °C | Mineral | | |
| | | | | | PVC | Desnudo | |
| Temperatura inicial °C | 70 | 70 | 90 | 60 | 70 | 105 | |
| Temperatura final °C | 160 | 140 | 250 | 200 | 160 | 250 | |
| Material conductor | Cobre | 115 | 103 | 143 | 141 | 115 | 135 / 115 ^a |
| | Aluminio | 76 | 68 | 94 | 93 | -- | 93 |
| | Uniones estañadas en conductor de cobre | 115 | -- | -- | -- | -- | -- |

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Tabla 26. Valores de factor k para conductores según Tabla 771.19.II AEA 90364.

Los valores máximos de energía pasante se obtuvieron de la norma AEA 90364-7-771 y se muestran en las Tablas 27 a) y 27 b).

| Poder de corte asignado [A] | Clases de limitaciones de energía | | | | |
|-------------------------------------|--|--|---------|--|--------|
| | Clase 1 | Clase 2 | | Clase 3 | |
| | $I^2 \cdot t$ máx. [A ² s] | $I^2 \cdot t$ máx. [A ² s] | | $I^2 \cdot t$ máx. [A ² s] | |
| | Tipos B y C | Tipo B | Tipo C | Tipo B | Tipo C |
| 3000 | Sin límite especificado | 31 000 | 37 000 | 15 000 | 18 000 |
| 4500 | | 60 000 | 75 000 | 25 000 | 30 000 |
| 6000 | | 100 000 | 120 000 | 35 000 | 42 000 |
| 10000 | | 240 000 | 290 000 | 70 000 | 84 000 |

Tabla 27 a). Energía pasante para PIA hasta 16 A Tabla 771-H.XI AEA 90364-7-771.

| Poder de corte asignado [A] | Clases de limitaciones de energía | | | | |
|-------------------------------------|--|--|---------|--|---------|
| | 1 | 2 | | 3 | |
| | $I^2 \cdot t$ máx. [A ² s] | $I^2 \cdot t$ máx. [A ² s] | | $I^2 \cdot t$ máx. [A ² s] | |
| | Tipos B y C | Tipo B | Tipo C | Tipo B | Tipo C |
| 3000 | Sin límite Especificado | 40 000 | 50 000 | 18 000 | 22 000 |
| 4500 | | 80 000 | 100 000 | 32 000 | 39 000 |
| 6000 | | 130 000 | 160 000 | 45 000 | 55 000 |
| 10000 | | 310 000 | 370 000 | 90 000 | 110 000 |

Tabla 27 b). Energía pasante para PIA de 16 A < In ≤ 32 A Tabla 771-H.X AEA 90364.

En los casos donde se colocaron interruptores de calibres superiores a 32 A se utilizaron las curvas de limitación térmica brindadas por el fabricante Schneider para termomagnéticas modelos IC60N y C120.

Con los datos obtenidos se realizó la verificación según lo indicado en la expresión (11) y los resultados se muestran en la Tabla 28 (ver Anexo 4).

- Utilizando dispositivos con tiempos de apertura de 0,1s y mayores, hasta 5s se debe cumplir que:

$$S \geq \frac{I * \sqrt{t}}{k} \quad (12)$$

Donde:

- I: Corriente de cortocircuito en el punto de falla.
- k: Mismo factor que en la expresión (11).

- t: Tiempo de apertura del elemento de protección.

Se realizó la verificación de la expresión (12) para los conductores de circuitos seccionales, ya que se consideró que sus protecciones actúan en un tiempo mayor a la de los circuitos terminales. Con esto se garantizó que el conductor soporte las sollicitaciones térmicas existentes en el transcurso de una falla. En la Tabla 29, dentro del Anexo 4, se muestran los resultados.

3.8.3 Protección del conductor contra corrientes de sobrecarga

Los conductores deben verificar las inecuaciones (13) y (14) para garantizar un adecuado funcionamiento frente a sobrecargas.

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (13)$$

$$I_2 \leq 1,45 * I_z \quad (14)$$

Donde:

- I_B : Corriente de proyecto en Amper.
- I_n : Corriente nominal protección termomagnética en Amper.
- I_z : Corriente admisible del conductor afectado por factor de agrupamiento.
- I_2 : Corriente de operación o disparo seguro de PIA, igual a $1,45 * I_n$.

Además, se tuvo en cuenta el tipo de canalización utilizada ya que afecta la capacidad de transmisión de corriente por el conductor, por lo que se utilizaron factores de temperatura y agrupamiento según lo indica la normativa AEA 90364-7-771 en el punto 16 que se muestran en las Tablas 30 y 31, respectivamente.

| Temperatura ambiente [°C] | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PVC | 1,4 | 1,34 | 1,29 | 1,22 | 1,15 | 1,08 | 1 | 0,91 | 0,82 | 0,7 | 0,57 | | | | |
| XLPE / EPR | 1,26 | 1,23 | 1,19 | 1,14 | 1,1 | 1,05 | 1 | 0,96 | 0,9 | 0,84 | 0,78 | 0,71 | 0,64 | 0,55 | 0,45 |

Tabla 30. Factor de corrección por temperatura ambiente distinta de 40°C Tabla 771.16.II.a AEA 90364-7-771.

| Circuitos en un mismo caño | o número de conductores cargados | Factor | Se aplica a <u>Tabla 771.16.I</u> |
|----------------------------|----------------------------------|--------|-----------------------------------|
| 2 monofásicos | Hasta 4 | 0,80 | Columna 1 |
| 3 monofásicos | Hasta 6 | 0,70 | Columna 1 |
| 2 trifásicos | Hasta 6 | 0,80 | Columna 2 |
| 3 trifásicos | Hasta 9 | 0,70 | Columna 2 |

Tabla 31. Factor de corrección por agrupamiento de circuitos en un mismo caño Tabla 771.16.b. AEA 90364-7-771.

Debido a que el fabricante proporciona los valores de corriente admisible de los conductores de acuerdo al tipo de canalización, se consideró un factor de corrección por temperatura igual a la unidad.

En la planilla de cargas puede verse la verificación de este apartado.

3.8.4 Verificación de conductores ante caída de tensión

Según lo establece la normativa AEA 90364-7-771 en el apartado 13, la máxima caída de tensión admisible entre los bornes de salida del tablero principal y cualquier punto de utilización no debe ser superior a los siguientes valores:

- Circuitos terminales, de uso general o especial y específico, para iluminación: 3%.
- Circuitos de uso específicos que alimentan sólo motores: 5% en régimen y 15% durante el arranque.

Además, en ningún caso la caída de tensión en los circuitos seccionales excedió el 1% según normativa, por lo que la máxima caída de tensión en los circuitos terminales se limitó al 2%.

Para el cálculo aproximado de la caída de tensión en los conductores se utilizó la siguiente expresión:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos(\varphi) + X * \sen(\varphi)) \quad (15)$$

Donde:

- ΔU : Caída de tensión en Volt.
- K : Constante igual a 2 para sistemas monofásicos y bifásicos. $\sqrt{3}$ para sistemas trifásicos.
- I : Corriente del circuito en Ampere.
- L : Longitud del circuito en km.
- R : Resistencia eléctrica efectiva del conductor a la temperatura de servicio en ohm/km.
- X : Reactancia de los conductores en ohm/km.
- φ : Angulo de desfase entre la tensión y la corriente.

La verificación de este ítem se puede observar en la planilla de cargas.

3.8.4.1 Verificación caída de tensión circuitos de iluminación exterior y quinchos

Como caso particular, se hizo un cálculo por tramos en los circuitos de iluminación exterior ya que la conexión se realizó en forma de guirnalda. La verificación comprende desde la Tabla 32 a la 40, dentro del Anexo 4.

En la Tabla 41 se muestran los circuitos considerados para cada quincho. De los 19 totales, 9 se conectaron a la fase R, 6 a la fase S y 4 a la fase T. Esto se hizo utilizando un conductor tetrapolar del cual se realizaron derivaciones en las cámaras correspondientes mediante conectores tipo Pfisterer. Además, se puede ver el factor de simultaneidad global utilizado y la potencia simultánea obtenida. Por último, en la Tabla 42 se muestra la verificación de caída de tensión.

3.9 Conexión de luminarias de exterior

Por cuestiones de seguridad y para prevenir el posible vandalismo debido a la zona expuesta en la que se encuentra el complejo, se optó por utilizar tableros Siegen para alumbrado público con portafusibles, colocados a 3m de altura dentro de cajas Daisa fijadas en las columnas de iluminación ornamentales y viales. Este tablero permite realizar una derivación hacia la luminaria y continuar el recorrido del conductor hacia las demás, de una manera prolija y sin empalmes ya que se utilizan borneras de conexión.

3.10 Fundación de columnas de iluminación exterior

Su tamaño se determinó de acuerdo a la Especificación Técnica de CALF, la cual se basa en el método de cálculo Sulzberger.

Debido al tipo de suelo que se encuentra en el complejo, se determinó que las fundaciones para las columnas utilizadas sean de las siguientes dimensiones:

- Ancho: 0,75m.
- Alto: 0,75m.
- Profundidad: 1,1m.

Estas son de hormigón H17, sin zapata y dejando un caño de PVC dentro de las mismas para la acometida subterránea a las columnas.

Aunque las columnas de 5,5m y 10,2m de altura libre no se incluyen en la ET de CALF, las fundaciones utilizadas fueron de las mismas dimensiones que en el resto de las columnas a modo de unificar los moldes. Además, como la distribución es de manera subterránea, los esfuerzos que pueden comprometer a la estructura son menores.

3.11 Esquema de conexión a tierra

El esquema de conexión a tierra (ECT) utilizado por la distribuidora CALF para alimentar el complejo de ingenieros es el esquema TT. Esto quiere decir que el sistema de alimentación tiene un conductor (generalmente el neutro) conectado directamente a una toma de tierra, denominada tierra de servicio, colocada por el proveedor de energía eléctrica. Existe otra toma de tierra, eléctricamente independiente de la tierra de servicio, a la cual se conectan las masas eléctricas de la instalación consumidora mediante un conductor de protección (PE por las siglas en inglés), siendo la colocación de esta responsabilidad del usuario. Para lograr la independencia eléctrica entre la PAT de servicio y de protección, se debe respetar una distancia mínima entre ellas de 10 radios equivalentes.

Tal como indica la normativa AEA 90364-7-771 en el apartado 3, la resistencia de PAT debe ser menor o igual a 40 ohm. De esta manera se garantiza la actuación de los interruptores diferenciales de sensibilidad de 30mA hasta 300mA, asegurando una tensión de contacto límite de 24V, la cual es una tensión de seguridad establecida en la Ley N°19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo decretos 351/79 y 911/96.

3.11.1 Puesta a tierra

Se realizó el cálculo de la resistencia de PAT mediante la expresión (16) del anexo 771-C de la norma AEA 90364-7-771 la cual se basa en la normativa IEEE STD 80.

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \left(\ln \frac{8 * L}{d} - 1 \right) \quad (16)$$

Donde:

- R: resistencia de una jabalina en (Ω).
- L: longitud de la jabalina (m).
- d: diámetro de la jabalina (m).
- ρ : resistividad del terreno ($\Omega * m$).

Por lo tanto, utilizando una jabalina IRAM 2309 de 3 m de longitud, diámetro de 14.6 mm y considerando una resistividad del terreno de 100 Ωm , se obtuvo que:

$$R = \frac{100 \Omega m}{2 * \pi * 3m} * \left(\ln \frac{8 * 3m}{0,0146m} - 1 \right) = 33,97 \Omega$$

Se verifica que con la jabalina utilizada se obtiene una resistencia menor a 40 Ω .

Los electrodos de PAT se colocaron en el tablero principal y en cada tablero seccional (TSG, TSH, TS-BF, TSB, TS-GS y GE-IL) ya que se encuentran a más de 100m de separación y de esta forma se garantiza que haya una vinculación a tierra.

El tablero seccional de planta alta junto con los circuitos de interior y exterior del edificio principal se vincularon mediante un conductor de PE al TSG, cuyas secciones mínimas se indican en la Tabla 32.

| Sección de los conductores de línea de la instalación S [mm ²] | Sección nominal del correspondiente conductor de protección “ S_{PE} ” [mm ²] y del conductor de puesta a tierra “ S_{PAT} ” [mm ²] | |
|---|---|--|
| | Si el conductor de protección (o el de puesta a tierra) es del mismo material que el conductor de línea | Si el conductor de protección (o el de puesta a tierra) no es del mismo material que el conductor de línea |
| $S \leq 16$ | S | $\frac{k_1}{k_2} \times S$ |
| $16 < S \leq 35$ | 16 | $\frac{k_1}{k_2} \times 16$ |
| $S > 35$ | $S/2$ | $\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$ |

Donde:
 k_1 es el valor de k para el conductor de línea, elegido de la Tabla 771.19.II, de acuerdo con los materiales del conductor y su aislación,
 k_2 es el valor de k para el conductor de protección, elegido de las tablas 771-C.III a 771-C.VII, según corresponda.

Tabla 32. Secciones mínimas de conductores de puesta a tierra y protección. AEA90364-7-771 Tabla 771-C II.

3.11.1.1 Puesta a tierra de columnas de iluminación

A fin de evitar el vandalismo, la vinculación de la columna hasta la jabalina se realizó mediante una bornera de tierra interna (solidaria a la columna) accesible desde una ventana de inspección a través de un conductor de cobre desnudo de sección mínima de 6mm² (según normas IRAM 2004 ó 2467). Se colocó una jabalina de 3/4“ de diámetro y 1,5m de longitud por cada columna de iluminación.

Cabe resaltar que el conector o soldadura exotérmica a emplear en la conexión del conductor a la jabalina debe asegurar una correcta y permanente fijación.

3.12 Diseño pilar de acometida

Debido a la potencia simultánea obtenida en el punto 3.4, el complejo se considera un usuario T2 que abarca a medianas demandas, entre 10kW hasta 50kW. Es por este motivo que se diseñó un pilar de acometida adecuado para la nueva demanda. El mismo se puede ver en el Plano N°20 dentro del Anexo 1.

Consideraciones:

- El diseño se basó en las especificaciones técnicas de CALF para Acometida y medición en BT.

- Se proyectaron 3 gabinetes en el pilar. Gabinete de barras de acometida, de medición y de protecciones del usuario. Su disposición se hizo en forma paralela, con el gabinete de protecciones del usuario a espaldas del medidor.
- El pilar se diseñó de 1,4x1,6x0,6m (Alto, ancho y profundidad) construido de ladrillo rasado, con zapata de hormigón H17 y malla electrosoldada de hierro \varnothing 4,2mm.
- Los caños de acometida son de PVC de diámetro 110mm, espesor 3,2mm, mientras que los de vinculación entre tableros son de PVC diámetro 63mm, espesor 3,2mm.

4 Energía Fotovoltaica

Con el objetivo que la instalación sea amigable, sustentable y eficiente con el ambiente, se analizó la utilización de un sistema de paneles fotovoltaicos para el edificio principal del complejo del Colegio de Ingenieros. Haciendo uso de la Ley 27.424, se analizó el sistema de generación mediante paneles fotovoltaicos, haciendo un análisis sobre la sustentabilidad económica y tecnológica del mismo.

4.1 Conexión del sistema fotovoltaico actual

El Colegio, se encuentra conectado a la red de distribución en baja tensión, lo que permite la inyección de energía a la misma cuando la demanda del complejo es menor a la generación, sistema fotovoltaico actual es del tipo “On grid híbrido”.

Para lo cual, cuenta con baterías para su almacenamiento y de esta forma abastece a las cargas en caso de una interrupción del suministro eléctrico de la red.

En la figura 27 se muestra como es el esquema de funcionamiento del sistema.

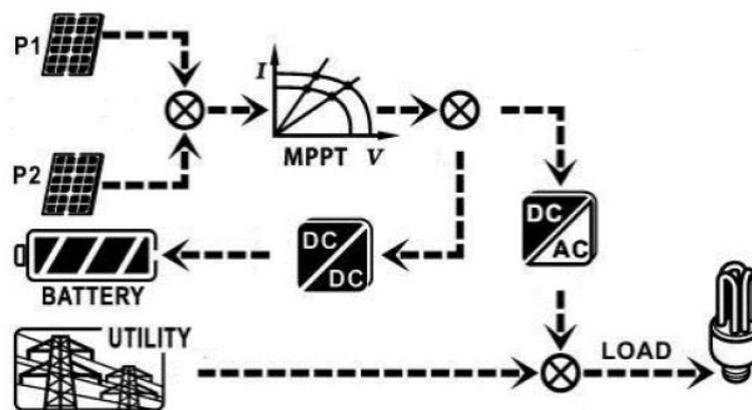


Figura 27. Esquema de funcionamiento del sistema fotovoltaico.

4.2 Escenarios de consumo anuales

Para una estimación anual de la energía consumida en el Colegio de Ingenieros se plantearon 4 posibles escenarios, los cuales a su vez están subdivididos en dos categorías “invierno” y “verano”. La primera contempla los meses entre Abril y Septiembre, mientras que la segunda los meses entre Octubre y Marzo. La diferencia radica en la cantidad de horas de uso de determinados circuitos.

4.2.1 Escenario N°1 – Evento nocturno durante un fin de semana

Para el período contemplado como “invierno”, se supuso un evento todos los sábados del mes, por lo que se computaron 24 días durante el semestre, mientras que en el período de “verano”, se consideró que se realizan eventos todos los viernes y sábados del mes, computando 48 días festivos durante el semestre.

Se consideraron activas todas las luminarias de los estacionamientos, de las calles internas y las que se encuentran antes del puente, hasta la activación del modo vigía (supone el encendido de algunas luminarias de modo tal de tener una iluminación de seguridad prescindiendo de las iluminancias medias adoptadas) programado para un horario específico de la noche. Además, se tuvieron en cuenta los consumos de los circuitos de tomacorrientes e iluminación del edificio central, exceptuando el circuito de tomacorrientes del depósito de jardinería. Por tratarse de fines de semana no se consideró el tablero seccional de planta alta (TSPA) asumiendo que el sereno solo asiste los días hábiles, y en su lugar se consideró el tablero seccional de garita de seguridad (TS-GS) donde se cuenta con la presencia de un guardia.

La diferencia en la energía computada para las distintas subdivisiones se debió a las horas de uso consideradas. En las Tablas 43 y 44, dentro del Anexo 4, se muestran las demandas para verano e invierno respectivamente.

La energía anual a satisfacer, considerando un 20% de factor de seguridad, resultó en 9.440,38kWh para este escenario.

4.2.2 Escenario N°2 – Consumo nocturno estándar

Se consideró que las luminarias de exterior quedan encendidas completamente hasta que se activa el modo vigía (01am a 05am en verano y 00am a 08am en invierno). Además, se tuvo en cuenta el consumo de algunos quinchos y el correspondiente al tablero seccional de planta alta (TSPA) debido a la presencia continua del sereno en el predio.

Tanto para las subdivisiones de “invierno” como para “verano”, la totalidad de los días que corresponden a este escenario se determinaron de la siguiente manera:

$$DV2 = DVT - DV1 \quad (17)$$

$$DI2 = DIT - DI1 \quad (18)$$

Donde

- DV2: Días de “verano” para el escenario N°2.
- DVT: Días de “verano” totales (182 días).
- DV1: Días de “verano” contemplados para el escenario N°1 (48 días).
- DI2: Días de “invierno” para el escenario N°2.
- DIT: Días de “invierno” totales (183 días).
- DI1: Días de “invierno” contemplados para el escenario N°1 (24 días).

En las Tablas 45 y 46, dentro del Anexo 4, se muestra la energía demandada para verano e invierno respectivamente.

La energía anual a satisfacerse, considerando un 20% de factor de seguridad, resultó en 30.968,23kWh para este escenario.

4.2.3 Escenario N°3 – Evento diurno semanal

Para el período contemplado como “invierno”, se supuso un evento por semana, computándose así 24 días durante el semestre, mientras que en el período de “verano” se

consideró que se realizan eventos 2 veces por semana, acumulando 48 días festivos durante el semestre.

Se consideraron los circuitos de los tableros seccionales de las bombas (TSB, TS-BF), el tablero seccional de planta alta (TSPA) y el salón a plena carga sin el circuito de iluminación decorativa. También se tuvieron en cuenta el circuito de fuerza motriz del portón de ingreso que se halla en la garita de seguridad (TS-GS) y los circuitos de tomacorrientes de algunos quinchos.

En las Tablas 47 y 48, dentro del Anexo 4, se muestra la energía demandada para verano e invierno respectivamente.

La energía anual a satisfacerse, considerando un 20% de factor de seguridad, resultó en 1.834,65 kWh para este escenario.

4.2.4 Escenario N°4 – Consumo diurno estándar

Se consideró un día de semana sin eventos, por lo que se tuvieron en cuenta los consumos de los tableros seccionales de las bombas (TSB, TS-BF), el tablero seccional de planta alta (TSPA), la iluminación perteneciente a los baños y los circuitos del depósito de jardinería que se encuentran en el edificio principal. También, se contempló el circuito de fuerza motriz del portón de ingreso que se halla en la garita de seguridad (TS-GS) y los circuitos de tomacorrientes de algunos quinchos.

Tanto para las subdivisiones de “invierno” como para “verano”, la totalidad de los días que corresponden a este escenario se determinaron utilizando las expresiones (17) y (18).

En las Tablas 49 y 50, dentro del Anexo 4, se muestra la demanda para verano e invierno respectivamente.

La energía anual a satisfacerse, considerando un 20% de factor de seguridad, resultó en 7.118,83 kWh para este escenario.

4.2.5 Consumo total anual

Teniendo en cuenta los escenarios 1 y 2 se obtuvo la energía semestral consumida durante horarios nocturnos, como se muestra a continuación:

$$E_{1+2/Invierno} = E_{1/invierno} + E_{2/Invierno} \quad (19)$$

$$\rightarrow E_{1+2/Invierno} = 3.675,86 \text{ kWh} + 20.188 \text{ kWh} = 23.863,86 \text{ kWh}$$

$$E_{1+2/verano} = E_{1/verano} + E_{2/verano} \quad (20)$$

$$\rightarrow E_{1+2/verano} = 5.764,52 \text{ kWh} + 10.780,22 \text{ kWh} = 16.544,74 \text{ kWh}$$

$$E_{1+2} = E_{1+2/invierno} + E_{1+2/verano} \quad (21)$$

$$\rightarrow E_{1+2} = 23.863,86 \text{ kWh} + 16.544,74 \text{ kWh} = 40.408,61 \text{ kWh}$$

En la Tabla 51 (ver Anexo 4) se muestran los valores obtenidos para el consumo de energía durante la noche. Análogamente se realizó el cálculo para estimar el consumo de energía durante el día, obteniendo los valores indicados en la Tabla 52 (ver Anexo 4).

Por lo tanto, la energía que debiera generarse para abastecer el consumo total anual del complejo resultó en:

$$E_{Total} = E_{1+2} + E_{3+4} \quad (22)$$

$$\rightarrow E_{Total} = 40.408,61 \text{ kWh} + 8.953,48 \text{ kWh} = 49.362,09 \text{ kWh}$$

4.3 Generación de energía mediante paneles solares

Se plantearon 3 casos para determinar la forma óptima de realizar la instalación del sistema fotovoltaico en el complejo, teniendo en cuenta las limitaciones de espacio, de potencia y buscando una amortización dentro de un plazo de tiempo acorde a la tecnología utilizada.

4.3.1 Caso 1: 10 paneles policristalinos de 340Wp (Instalación Existente)

Como se mencionó anteriormente, el complejo cuenta con un sistema fotovoltaico instalado el cual se relevó, y se compone por los elementos que se describen en los siguientes ítems. Para los componentes del sistema actual que no pudieron ser relevados se realizaron los cálculos correspondientes para su determinación.

4.3.1.1 Paneles solares

Son los encargados de captar la energía solar, la cual se transmite a través de fotones en forma de onda electromagnética, y transformarla en energía eléctrica mediante el uso de materiales semiconductores que conforman una célula fotovoltaica, cuya agrupación hace a un panel fotovoltaico o panel solar.

Debido a una relación de eficiencia-costo, el material con el que se fabrican los paneles es el Silicio, el cual es dopado mediante otro material (Boro, Fósforo, Arsénico, Antimonio y Bismuto) para obtener los semiconductores tipo p o n, necesarios para la unión p-n, y así proporcionarle al silicio una mejora en su capacidad de conducción.

Dentro de los paneles de Silicio existen 3 tipos:

- Amorfos o de capa fina: Son paneles ligeros y flexibles, cuyas ventajas son su bajo costo y la capacidad de funcionar con menor luz. Las desventajas que presentan son su baja eficiencia, la cual se encuentra en el rango de 7% a 10% y su corta vida útil.
- Monocristalinos: Tienen el mayor grado de pureza ya que están formados por un único cristal de silicio y se pueden identificar por su color azul oscuro. Su eficiencia es superior al anterior, comprendiendo un rango entre 15% y 20%, aunque presentan una caída en su rendimiento con altas temperaturas y un costo elevado.
- Policristalinos: Poseen un rendimiento inferior a los monocristalinos, situándose entre un 14% y 16%, pero son más económicos. Además, tienen un funcionamiento superior en altas temperaturas.

El complejo cuenta con 10 paneles solares de silicio policristalino del fabricante Amerisolar, modelo AS-6P, con una potencia de 340Wp. En el Anexo 5 se pueden ver sus ET. Dichos paneles se encuentran montados sobre una parte del techo del edificio principal, con una inclinación aproximada de 15° y orientados al norte (ángulo de azimut de 0°).

4.3.1.2 Inversor

Es el encargado de transformar la energía en corriente continua, proveniente de las baterías o de los paneles solares, en corriente alterna. Además, modifica el valor de la tensión para que se adapte a los valores requeridos por las cargas. Si se realiza inyección a la red, el inversor debe proveer valores adecuados de amplitud de onda y frecuencia, entre otras características específicas que se requieran por el distribuidor de la zona.

Actualmente se tiene un inversor trifásico modelo Voltronic InfiniSolar 3P de 15kW de potencia nominal de salida con un rendimiento del 95% y dos canales de "MPPT". Este último término se refiere a "Maximum Power Point Tracking" (seguimiento del punto de máxima potencia). Esto significa que el inversor ajustará automáticamente la tensión y corriente de entrada para obtener la mayor cantidad de energía posible de los paneles solares.

4.3.1.3 Medidor bidireccional

En el caso que la producción de energía eléctrica por medio de los paneles sea mayor a la requerida por la carga, el excedente se inyecta a la red de distribución eléctrica de Baja Tensión de CALF (Ley de Generación Distribuida 27.424). En estas condiciones el complejo toma el rol de generador es decir que el usuario puede vender la energía excedente a la distribuidora y el balance final entre lo consumido y lo generado se obtiene de un medidor bidireccional. Este es instalado por CALF en reemplazo del medidor tradicional.

4.3.1.4 Conductores y protecciones

Dado que los cables entre los paneles y el inversor se encuentran a la intemperie, estos conductores deben tener doble aislación y cubierta externa resistente a la radiación UV y al ozono, al igual que los conectores y uniones. Todos los elementos se tienen que resguardar contra las diferentes fallas o imprevistos que puedan generarse por medio de protecciones contra cortocircuitos, sobrecargas y descargas atmosféricas.

4.3.1.4.1 Selección de conductores

Fueron seleccionados de manera tal que cumplan con dos condiciones esenciales:

- Soportar correctamente la corriente ante un cortocircuito.

- Presentar una caída de tensión menor al 3%.

Cuando un cortocircuito se genera en una de las cadenas de paneles, dos corrientes circulan hacia la falla. Por un lado, se encuentra la corriente de cortocircuito de la propia cadena que es la de un solo panel (I_{SC1}) y por el otro se hallan las corrientes de las demás cadenas que aportan en conjunto a la falla (I_{SC2}). Esto a modo general se describe mediante la siguiente ecuación:

$$I_{SC2} = I_{SC1} * (n - 1) \quad (23)$$

Donde:

- I_{SC2} : Corriente de cortocircuito de las cadenas que no fallaron, en Ampere.
- I_{SC1} : Corriente de cortocircuito de la cadena en falla en Ampere.
- n : Cantidad de cadenas del sistema fotovoltaico.

En el caso que se utilice un sistema con una sola cadena, la corriente de cortocircuito corresponde a la que se indica en las especificaciones técnicas del panel.

Uno de los datos aportados por el fabricante es la caída de tensión dado en unidades de $[V/(A*km)]$ que varía en función de la sección escogida. El cálculo de la caída de tensión se determinó según la siguiente ecuación:

$$\Delta U = \frac{GDC * I_{SC1} * L}{S} \quad (24)$$

Donde:

- L : Longitud del circuito en km.
- S : Sección nominal de los conductores en mm^2 .
- GDC/S : Caída de tensión por Ampere transportado y unidad de longitud del conductor en $V/A*km$.

Debido a que se cuenta con una sola cadena en funcionamiento (ver figura 28) se deduce que la corriente máxima a soportar por el conductor sometido a una falla es $I_{sc1}=9,5A$.

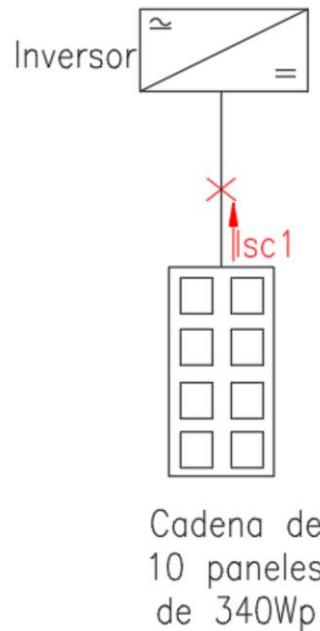


Figura 28. Esquema sistema fotovoltaico – Corrientes de falla. Caso 1.

Finalmente, el dimensionamiento del cable se realizó en base a esta corriente y se adoptó un conductor de la marca Prysmian, modelo TECSUN H1Z2Z2-K. Para más detalle, las especificaciones técnicas del mismo pueden verse en el Anexo 5.

El cálculo de caída de tensión para el string se determinó según la expresión (24).

$$\Delta U_{String1} = \frac{GDC * I_{SC1} * L_1}{S} = 16,42[V/(A * km)] * 9,5A * 0,03km = 4,68V$$

Estos valores representan un porcentaje respecto a la tensión propia del string que se calcula según la expresión (25).

$$\Delta U\%_{String1} = \frac{\Delta U_{String1}}{U_{String1}} * 100\% = \frac{\Delta U_{String1}}{N1 * V_{mp}} * 100\% \quad (25)$$

$$\Delta U\%_{String1} = \frac{4,68V}{10 * 37,5V} * 100\% = 1,25\%$$

Donde:

- $\Delta U_{String1}$: Caída de tensión del String 1 en Volts.
- N1: Número de paneles pertenecientes al String 1.
- V_{mp} : Tensión del panel policristalino de 340Wp a potencia máxima en Volts.

La mínima sección que cumple con las dos imposiciones descritas anteriormente es de $2,5 \text{ mm}^2$, y la verificación puede verse en la Tabla 53, dentro del Anexo 4.

4.3.1.4.2 Selección de protecciones

Para las protecciones ante cortocircuitos y corrientes inversas (debido a sombras o en horarios nocturnos donde los paneles se pueden volver pasivos y consumen energía en vez de generar) se utilizaron fusibles. Para su selección se tuvieron en cuenta dos parámetros, tensión nominal y corriente nominal.

La tensión nominal de funcionamiento del fusible debe ser superior a la diferencia de potencial de la cadena de paneles en circuito abierto, es decir, string sin carga, por lo que deben cumplirse las expresiones (26) y (27).

$$V_{nf} > V_{OCstring} \quad (26)$$

$$V_{OCstring} = C_s * N_p * V_{OC} \quad (27)$$

Donde:

- V_{nf} : Tensión nominal del fusible elegido en Volts.
- $V_{OCstring}$: Tensión a circuito abierto del string completo en Volts.
- C_s : Coeficiente de seguridad (1,2).
- N_p : Cantidad de paneles que conforman al string.
- V_{oc} : Tensión a circuito abierto de un solo panel en Volts.

En cuanto a la corriente nominal del fusible para cada string, se debe cumplir la expresión (28).

$$I_{nf} > I_{SCstring} = I_{SC} * C_s \quad (28)$$

Donde:

- I_{nf} : Corriente nominal de funcionamiento del fusible.
- $I_{SCstring}$: Corriente de cortocircuito de la cadena de paneles a proteger.
- C_s : Coeficiente de seguridad (igual a 1,25).

Además, se deberá cumplir que la corriente nominal del fusible no sea superior a la corriente de fusible serie máxima, indicada por el fabricante en las ET de los paneles solares.

Por tanto:

$$I_{nf} < I_{fSM} \quad (29)$$

Donde:

- I_{fSM} : Corriente de fusible serie máxima.

Como se tienen paneles de iguales características, las tensiones de circuito abierto y las corrientes de cortocircuito son idénticas. En las Tablas 54 y 55 (ver Anexo 4) se muestran los valores de corriente y tensión para la cadena de 10 paneles de 340Wp.

Los fusibles elegidos fueron de la marca ABB de 15A y 1.000V, aptos para instalaciones fotovoltaicas.

Se seleccionó un interruptor termomagnético bipolar de corriente continua de 16A y 500V.

Para la selección de la protección contra sobretensiones se deben conocer los tipos que existen con el fin de determinar el óptimo para la instalación:

- TIPO 1: Son utilizados cuando existe un sistema de protección contra rayos instalado (pararrayos, cable de guardia, etc.) y una instalación a tierra. Son capaces de descargar corrientes debidas a contacto directo.
- TIPO 2: Son utilizados cuando no existe un sistema de protección contra rayos y son capaces de descargar corrientes generadas por contactos indirectos, las cuales inducen sobretensiones.
- TIPO 3: Es una combinación de ambos, pero su capacidad de descarga es limitada por lo que debe tenerse cuidado dónde usarlos.

Para la protección frente a descarga, se escogió un descargador TIPO 2 marca SUNTREE modelo SUP2H1-PV, debido a que no existe un sistema de protección contra rayos.

Para las protecciones del lado de corriente alterna se seleccionó un interruptor termomagnético, un interruptor diferencial y un descargador de sobretensión TIPO 2 marca SUNTREE, modelo SUP2-30.

El dato de potencia nominal del inversor utilizado es de 15 kW, lo que da una corriente de 23A aproximadamente. El inversor es capaz de entregar hasta 21,7A máximos por fase, por lo que es necesario protegerlo contra sobrecorrientes mediante una termomagnética tetrapolar de 25A como mínimo, con un poder de corte de 4,5kA teniendo en cuenta los cálculos de cortocircuito desarrollados en la sección 3.8.1.

Respecto al interruptor diferencial tetrapolar, es necesario que cumpla con la condición de tener una corriente nominal igual o mayor a la del interruptor termomagnético. Por lo tanto, su calibre es de $I_n=40A$ con una corriente diferencial de 30mA.

4.3.1.5 Cálculo de energía generada

En el presente caso se consideraron 10 paneles solares Amerisolar policristalinos AS-6P de 340 Wp, cuya conexión se realizó utilizando un puerto MPPT del inversor.

Para poder realizar un correcto dimensionamiento de la energía, fue necesario definir una hora solar pico (HSP) la cual es la energía por unidad de superficie que se recibiría con una irradiancia solar de 1.000 W/m² constantes durante una hora, que depende de la localización geográfica (latitud) y del período del año. Esto puede observarse en la Figura 29.

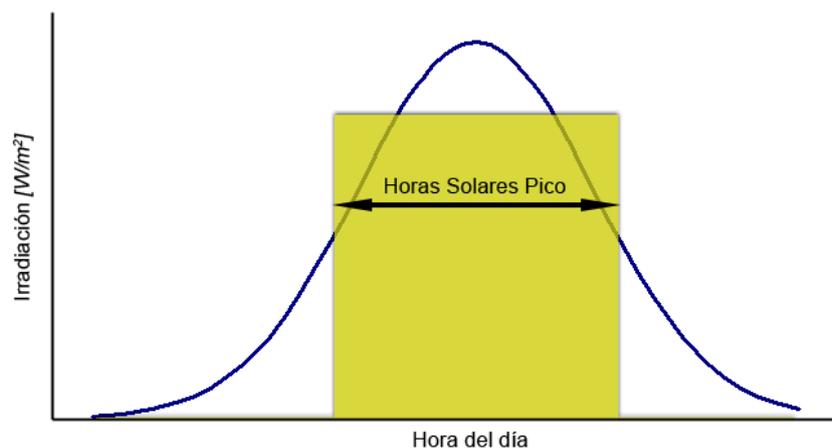


Figura 29: Curva de Irradiación vs Horas del día

La información de las HSP mensuales sobre el plano horizontal se obtuvo del software PVsyst con datos meteorológicos importados desde la plataforma “Meteonorm 8.1” (ver figura 30) y fue verificada con los mapas de irradiancia global de la “Guía del Recurso Solar” que provee la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética, los cuales pueden verse en el Anexo 5.

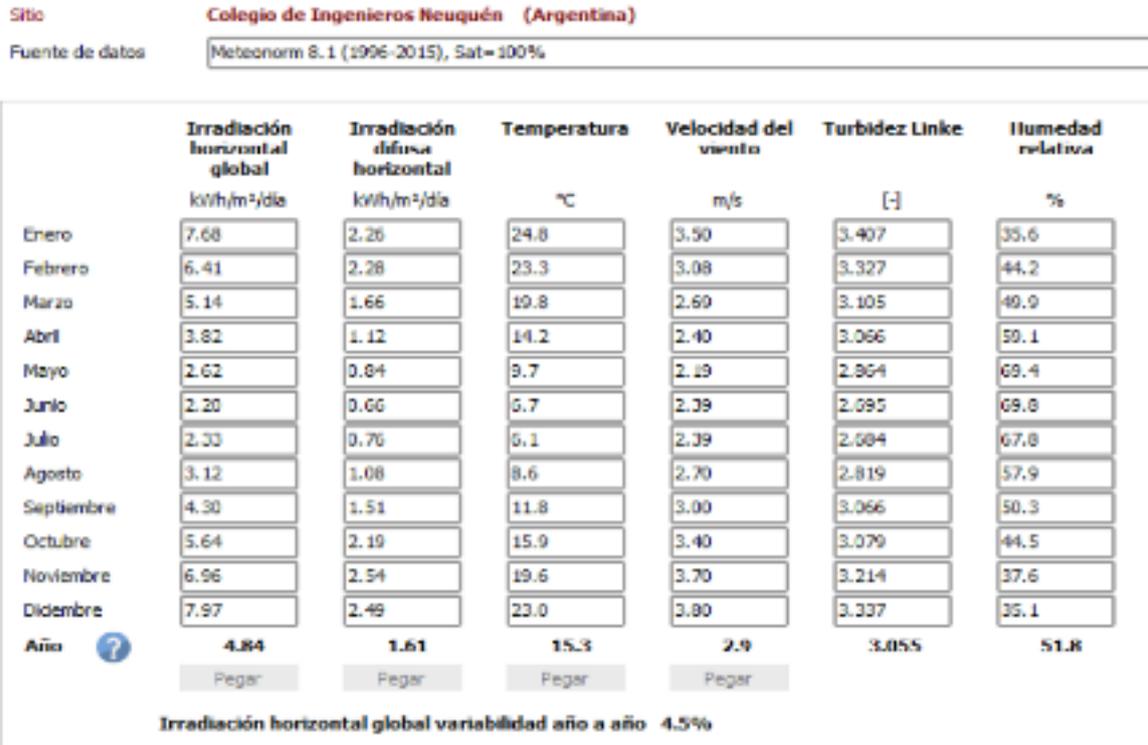


Figura 30: Información de HSP mensuales.

Una vez obtenidas las HSP mensuales sobre el plano horizontal, se las afectó por un conjunto de coeficientes que tienen en cuenta la orientación, la inclinación del panel y los efectos atmosféricos para obtener la $HSP_{\text{corregida}}$ según la siguiente ecuación:

$$HSP_{\text{Corregida}} = HSP * k * k' * k'' \quad (30)$$

Donde:

- $HSP_{\text{Corregida}}$: Irradiación corregida.
- k : Factor de corrección para la inclinación del panel.
- k' : Factor de corrección por efectos atmosféricos.
- k'' : Factor de corrección por orientación.

Debido a que los soportes escogidos donde se montan los paneles no son ajustables y no se dispone de un sistema de seguimiento solar, el factor k se determinó utilizando la Tabla 56 (ver Anexo 4), obtenida de la “Guía del Recurso Solar” para un ángulo de azimut de 0° . La fila correspondiente a un ángulo de inclinación $\beta=15^\circ$ muestra los factores k mensuales utilizados.

El factor k' se determina en cada sitio en el que se va a realizar la instalación y su valor puede variar entre 0,75 y 1,20. Para este dimensionamiento se tomó el valor $k'=1$.

El factor k'' se introduce debido a las sombras que pueden generarse sobre los paneles y a su orientación, lo que provoca normalmente una disminución en la irradiación recibida. Como los paneles están orientados al norte el factor de corrección es igual a 1.

Las $HSP_{Corregida}$ y los factores utilizados para cada mes, se especifican en la Tabla 57, dentro del Anexo 4.

Luego, la energía generada mensual por cada panel se determinó con la expresión (31) y la anual con la expresión (32).

$$E_{mes} = HSP_{corregida} * P_{m\acute{a}x} * D \quad (31)$$

Donde:

- E_{mes} : Energía mensual generada.
- $HSP_{corregida}$: Irradiación corregida.
- $P_{m\acute{a}x}$: Potencia nominal de un solo panel.
- D : Cantidad de días de cada mes.

$$E_{anual} = \sum_{n=12} E_{imes} \quad (32)$$

Por último, la energía total generada por el conjunto de 10 paneles se obtuvo con la expresión (33).

$$E_{npaneles} = n * E_{anual} \quad (33)$$

Donde n representa la cantidad de paneles fotovoltaicos.

En la Tabla 58 dentro del Anexo 4 se pueden ver los valores de energía generada mensual y anual, resultando esta última para el conjunto de 10 paneles en 6.494,19 kWh.

4.3.1.6 Amortización

La determinación de los años de amortización monetaria de la instalación fotovoltaica, se hizo mediante una relación entre la inversión inicial y el ahorro económico

anual. Este último resulta de la diferencia entre el importe a pagar debido al consumo energético de una instalación sin paneles solares y una que si los posea. Para esto fue necesario disponer del cuadro tarifario de la cooperativa CALF con vigencia hasta Septiembre 2023. Los valores de cargo fijo y variable, tanto para usuario normal como para el caso de generación distribuida, y los valores de los impuestos (aportes de capitalización, tasa de alumbrado público, canon municipal y fondo municipal) se muestran en las figuras 31, 32 y 33, respectivamente.

| T2 - MEDIANAS DEMANDAS - MAYORES A 10 HASTA 50 KW | | | |
|---|----------------|-----------|----------|
| | CARGO FIJO | \$/kW-Mes | 6262,799 |
| | CARGO VARIABLE | \$/kWh | 28,259 |

Figura 31. Cuadro tarifario vigencia Septiembre 2023.

| T2 - MEDIANAS DEMANDAS - MAYORES A 10 HASTA 50 KW | | | |
|---|--|-----------|--------|
| T2 - MD | MEDIANAS DEMANDAS (MAYORES DE 10 KW Y HASTA 50 KW) | | |
| | CARGO FIJO | \$/kW-Mes | 0,000 |
| | CARGO VARIABLE | \$/kWh | 19,329 |

Figura 32. Cuadro tarifario generación distribuida vigencia Septiembre 2023.

NOTAS

| | | | |
|--------------------------|------------------------|-----------|------------------|
| APORTE DE CAPITALIZACIÓN | T1 - PEQUEÑAS DEMANDAS | 1096,38 | \$/SUMINISTRO |
| | T2 Y T3 | 1543,89 | \$/KW POT. CONT. |
| TASA DE ALUM, PÚBLICO | T1 - T2 Y T3 | 1148,59 | \$/SUMINISTRO |
| CANON MUNICIPAL | T1 | 887,55 | \$/SUMINISTRO |
| | T2 | 16947,32 | \$/SUMINISTRO |
| | T3 | 125442,70 | \$/SUMINISTRO |
| FONDO MUNICIPAL | T1 | 149,17 | \$/SUMINISTRO |
| | T2 | 2796,90 | \$/SUMINISTRO |
| | T3 | 20794,00 | \$/SUMINISTRO |

Figura 33. Valores varios incluidos en tarifa de CALF.

La diferencia entre poseer o no una instalación fotovoltaica radica en los cargos fijos y variables de la tarifa. Para la primera situación, no se abona un cargo fijo por mes y el precio por cada kWh inyectado a la red está dado por el cargo variable (ver figura 32). Esto es así considerando que no se consumirá energía y que toda la generación será suficiente para cubrir la demanda del complejo y entregar el excedente a la red. Sin embargo, como esto no

sucede, el cargo fijo y variable de las figuras 31 y 32 se combinan. Luego, el redito económico de tener una instalación fotovoltaica estará dado por dos factores:

- El importe percibido debido a la energía inyectada hacia la red de distribución
- El ahorro monetario de la energía que no es consumida de la red y que es cubierta por el sistema fotovoltaico.

A lo expuesto en el párrafo anterior, se le agregan los valores indicados en la figura 33, los cuales se multiplicaron por los 12 meses del año.

El cálculo del cargo fijo y variable que componen la tarifa anual para el caso de no tener paneles solares, se realizó como sigue:

$$\text{Cargo fijo} = 12 * 6.262,799 \frac{\$}{kW * mes} * 26 kW = \$ 1.953.993,288 \quad (34)$$

$$\text{Cargo variable} = 28,259 \$/kWh * 49.362,09 kWh = \$1.394.923,26 \quad (35)$$

En la Tabla 59 se muestra el valor que se debería abonar anualmente si no se tuviera una instalación fotovoltaica.

Como en este caso el sistema fotovoltaico genera 6.494,19 kWh, resulta suficiente para abastecer la energía demandada durante el día por el complejo anualmente (mostrada en Tabla 52). Por lo tanto, el costo del consumo resulta en lo respectivo a horarios nocturnos.

$$\text{Cargo variable} = 28,259 \$/kWh * 42.867,9kWh = \$1.211.403,93 \quad (36)$$

Como la generación (6.494,19 kWh) no supera el consumo anual durante el día (8.953,48 kWh), en este caso no se tiene una compensación por usuario generador. Teniendo en cuenta estos valores, se puede afirmar también que las baterías existentes bajo las condiciones planteadas en este proyecto, no reciben energía para cargarse y por lo tanto su aplicación no se justifica.

Luego, en la Tabla 60 (ver Anexo 4) se muestra el valor de tarifa que se debería abonar anualmente si se tuviera una instalación fotovoltaica.

Con el fin de fomentar el régimen de Generación Distribuida de Energías Renovables, la Secretaría de Energía de la nación, a través de la Ley 27.424, establece un beneficio

promocional que consiste en un Certificado de Crédito Fiscal (CCF), que puede ser utilizado para el pago de impuestos nacionales tales como el impuesto al valor agregado, el impuesto a las ganancias e impuestos internos, con una vigencia de 5 años. Esto aplica para sistemas de generación distribuida de todas las escalas, hasta los 2 MW de potencia, otorgándose un monto de \$120.000 por cada kW instalado.

El beneficio se otorgará sobre la menor de las dos potencias del Certificado de Usuario-Generador, es decir, entre la potencia del generador de fuente renovable o la potencia de acople a la red (potencia del inversor). En este caso la potencia de generación es de 3,4kW y la potencia de acople es de 15 kW, por lo que la bonificación se calculó para los 3,4 kW de potencia de generación.

El gasto inicial para adquirir el sistema fotovoltaico se muestra en la Tabla 61 dentro del Anexo 4. La potencia instalada es de 3,4kWp resultando en \$12.422.476,85 lo que se traduce en \$USD 5.005,03 por kWp (Dólar Blue 01/09/2023 \$730).

El ahorro económico anual se obtuvo con la expresión (37), y los años de amortización mediante la expresión (38).

$$\text{Ahorro económico anual} = \text{Factura sin paneles} - \text{Factura con paneles} \quad (37)$$

$$\text{Ahorro económico anual} = 4.081.323,95 \frac{\$}{\text{año}} - 3.897.804,62 \frac{\$}{\text{año}} = 183.519,34 \frac{\$}{\text{año}}$$

$$\text{Tiempo de amortización} = \frac{\text{Inversión inicial sistema fotovoltaico}}{\text{Ahorro económico anual}} \quad (38)$$

$$\text{Tiempo de amortización} = \frac{\$12.422.476,85}{183.519,34 \frac{\$}{\text{año}}} = 67,69 \text{ años}$$

Por lo tanto, para el caso planteado se deberían esperar aproximadamente 68 años para amortizar la inversión inicial.

4.3.2 Caso 2: 15 paneles monocristalinos de 600Wp

4.3.2.1 Paneles Solares

En el presente caso se consideró modificar la cantidad y tecnología de los paneles fotovoltaicos, colocando 15 paneles monocristalinos de 600Wp del fabricante Amerisolar, modelo AS-8M120-HC, con la misma orientación e inclinación que en el caso anterior.

4.3.2.2 Inversor

Se decidió utilizar un sistema “On Grid”, es decir, sin la utilización de baterías bajo los siguientes criterios:

- El complejo no posee cargas críticas que necesiten de energía eléctrica ininterrumpida durante cualquier etapa del año.
- La red de la distribuidora CALF es confiable y en la zona donde se encuentra el complejo se registran pocos cortes durante el año.
- El costo monetario del proyecto se eleva considerablemente al utilizar baterías, prolongando su tiempo de amortización.

Por lo tanto, se reemplazó el inversor actual por uno del fabricante Growatt modelo MID 15KTL3-X trifásico de 15kW con dos canales MPPT que no posee un canal de alimentación para baterías de respaldo, lo que lo hace más económico y óptimo para el funcionamiento de un sistema fotovoltaico On Grid.

4.3.2.3 Conductores y protecciones

4.3.2.3.1 Selección de conductores

Debido a que se cuenta con una sola cadena en funcionamiento (ver figura 34) se deduce que la corriente máxima a soportar por el conductor sometido a una falla es $I_{sc2}=18,45A$.

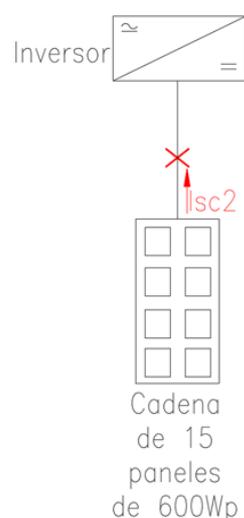


Figura 34. Esquema sistema fotovoltaico – Corrientes de falla. Caso 2.

El dimensionamiento del cable se realizó en base a esta corriente y se adoptó un conductor de la marca Prysmian, modelo TECSUN H1Z2Z2-K. Para más detalle, las especificaciones técnicas del mismo pueden verse en el Anexo 5.

El cálculo de caída de tensión se realizó según las expresiones (24) y (25) del apartado 4.3.1.4.1.

La mínima sección que cumple con las dos imposiciones descritas anteriormente es 4 mm^2 y la verificación puede verse en la Tabla 62, dentro del Anexo 4.

4.3.2.3.2 Selección de protecciones

Se calcularon los valores de corriente y tensión para la selección de fusibles, termomagnéticas y descargadores. Como se tienen paneles de iguales características, las tensiones de circuito abierto y las corrientes de cortocircuito son idénticas. En las Tablas 63 y 64 (ver Anexo 4) se muestran los valores de corriente y tensión para la cadena de 15 paneles de 600Wp.

Los fusibles elegidos de la marca ABB de 25A y 1000V, aptos para instalaciones fotovoltaicas.

Se seleccionó un interruptor termomagnético bipolar de corriente continua de 25A y 800V.

Para la protección frente a descarga, se escogió un descargador TIPO 2 marca SUNTREE modelo SUP2H1-PV.

El dato de potencia nominal del inversor utilizado es de 15 kW, lo que da una corriente de 23A aproximadamente. El inversor es capaz de entregar hasta 24,2A máximos por fase, por lo que es necesario protegerlo contra sobre corrientes mediante una termomagnética tetrapolar de 25A con un poder de corte de 4,5kA teniendo en cuenta los cálculos de cortocircuito desarrollados en la sección 3.8.1.

Respecto al interruptor diferencial tetrapolar, es necesario que cumpla con la condición de tener una corriente nominal igual o mayor a la del interruptor termomagnético. Por lo tanto, su calibre es de $I_n=40\text{A}$ con una corriente diferencial de 30mA.

4.3.2.4 Cálculo de energía generada

En la Tabla 65 dentro del Anexo 4 se pueden ver los valores de energía generada mensual y anual, resultando esta última para el conjunto de 15 paneles en 17.190,5 kWh.

4.3.2.5 Amortización

El Total a pagar anualmente de tarifa sin tener instalación fotovoltaica puede verse en la Tabla 59.

El sistema fotovoltaico genera 17.190,5 kWh anuales que son suficientes para abastecer la energía demandada durante el día anualmente por el complejo (mostrada en Tabla 52). Por lo tanto, el costo del consumo resulta en lo respectivo a horarios nocturnos, mostrado en la expresión (39).

$$\text{Cargo variable} = 28,259 \text{ \$/kWh} * 40.408,61\text{kWh} = \$1.141.906,78 \quad (39)$$

Como la generación supera al consumo anual durante el día, parte de esa energía se inyecta a la red de distribución, obteniendo así una compensación por usuario generador de:

$$\text{Compensación UGE} = 19,329 \text{ \$/kWh} * (17.190,5 \text{ kWh} - 8.953,48 \text{ kWh}) = \$159.213,39 \quad (40)$$

Luego, en la Tabla 66 (ver Anexo 4) se muestra el valor de tarifa que debería abonarse anualmente si se tuviera una instalación fotovoltaica con 15 paneles monocristalinos de 600Wp.

El gasto inicial para adquirir la instalación fotovoltaica se muestra en la Tabla 67 (ver Anexo 4). La potencia instalada es de 9 kWp resultando en \$8.326.008,234 lo que se traduce en \$USD 1267,28 por kWp (Dólar Blue 01/09/2023 \$730).

El ahorro económico anual se obtuvo con la expresión (37), y los años de amortización mediante la expresión (38).

$$\text{Ahorro economico anual} = 4.081.323,95 \frac{\$}{\text{año}} - 3.669.094,08 \frac{\$}{\text{año}} = 412.229,87 \frac{\$}{\text{año}}$$

$$\text{Tiempo de amortización} = \frac{\$8.326.008,234}{412.229,87 \frac{\$}{\text{año}}} = 20,2 \text{ años}$$

Por lo tanto, para el caso planteado se deberían esperar aproximadamente 20 años para amortizar la inversión inicial.

4.3.3 Caso 3: 25 paneles monocristalinos de 600Wp

4.3.3.1 Paneles solares

Para el presente caso, se consideró aumentar la cantidad de paneles fotovoltaicos de la instalación actual del complejo, pero a diferencia del caso anterior, se contemplaron 15 paneles monocristalinos de 600Wp orientados al Norte, más 5 al Este y 5 al Oeste. Estos 2 últimos grupos conmutan según un horario determinado del día de modo que funcione una tira de 5 paneles por vez.

Los paneles mencionados son del fabricante Amerisolar, modelo AS-8M120-HC.

4.3.3.2 Inversor

Por las razones expuestas en el caso 2, se utilizó el mismo inversor.

4.3.3.3 Conductores y protecciones

4.3.3.3.1 Selección de conductores

Debido a que el sistema fotovoltaico cuenta con 2 cadenas en funcionamiento (ver figura 35) y ambas poseen paneles de iguales características, las corrientes de falla son idénticas. Por lo tanto, la corriente máxima a soportar por el tramo de conductor sometido a falla es $I_{sc2}=I_{sc1}=18,45A$.

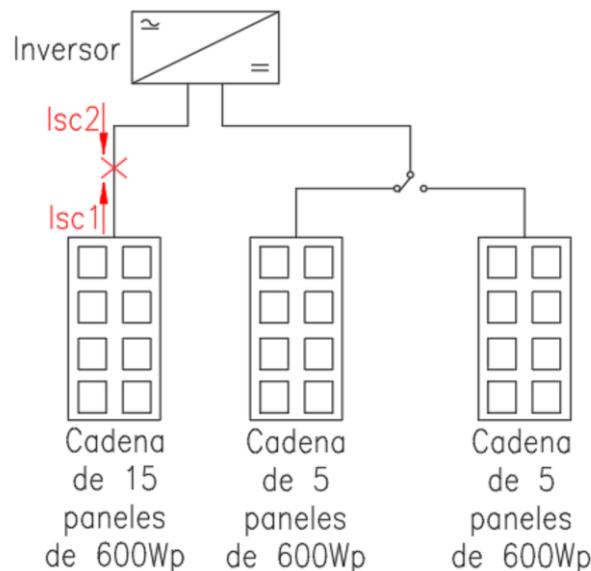


Figura 35. Esquema sistema fotovoltaico – Corrientes de falla. Caso 3.

El dimensionamiento del cable se realizó en base a esta corriente y se adoptó un conductor de la marca Prysmian, modelo TECSUN H1Z2Z2-K. Para más detalle, las especificaciones técnicas del mismo pueden verse en el Anexo 5.

Los cálculos de caída de tensión para ambos strings se realizaron según las expresiones (24) y (25) del apartado 4.3.1.4.1.

La mínima sección que cumple con las dos imposiciones descritas anteriormente para las dos cadenas es 6 mm^2 , y la verificación puede verse en la Tabla 68, dentro del Anexo 4.

4.3.3.3.2 Selección de protecciones

Se calcularon los valores de corriente y tensión para la selección de fusibles, termomagnéticas y descargadores. Como se tienen paneles de iguales características las corrientes de cortocircuito son idénticas, pero las tensiones de circuito abierto difieren debido a la cantidad de paneles por cada cadena. En la Tabla 69 (ver Anexo 4) se muestran los valores de corriente para el string de 15 paneles de 600Wp, mientras que en las Tablas 70 y 71 (ver Anexo 4) se pueden ver los valores de tensiones para las cadenas de 15 y 5, respectivamente. Cabe recordar que se plantea un string de 10 paneles, subdividido en 2 tiras de 5 cada una que nunca funcionan en simultáneo por lo que se calcularon las protecciones para una de ellas.

Por lo tanto, los fusibles elegidos son de la marca ABB de 25A y 1.000V, aptos para instalaciones fotovoltaicas.

Se seleccionó un interruptor termomagnético bipolar de corriente continua de 25A y 800V para la cadena de 15 paneles, y otro de 25A y 800V para la de 10.

Se escogieron 2 descargadores TIPO 2 de la marca SUNTREE, modelo SUP2H1-PV.

Aguas arriba del inversor se colocó una termomagnética tetrapolar de 25A con un poder de corte de 4,5kA teniendo en cuenta los cálculos de cortocircuito desarrollados en la sección 3.8.1. Además, se instaló un interruptor diferencial tetrapolar de 40A con una I_d de 30mA.

4.3.3.4 Cálculo de energía generada

La energía generada anualmente por los 15 paneles orientados al Norte es la misma que la calculada en el caso 2 (17.190,5 kWh/año), y de forma análoga se determinó la energía generada por los paneles orientados al Este y al Oeste considerando las HSP corregidas por los factores correspondientes (ver Tabla 72 en Anexo 4). Para estos últimos, el cálculo se realizó considerando una orientación al Norte con una inclinación de 45° y luego se les aplicó un factor de corrección por orientación, como se muestra en la Tabla 73, dentro del Anexo 4, resultando en una energía generada anual de 4.306,12 kWh/año. Como los 10 paneles que no se encuentran orientados al Norte funcionan en grupos de 5 por vez, los cálculos se hicieron para determinar la energía que generarían 5 paneles anualmente.

Por lo tanto, la energía total generada por los 20 paneles es:

$$\text{Energía total anual generada} = 17.190,5 \text{ kWh/año} + 4.306,12 \text{ kWh/año} = 21.496,62 \text{ kWh/año} \quad (41)$$

4.3.3.5 Amortización

El total a pagar anualmente de tarifa sin tener instalación fotovoltaica por el complejo, puede verse en la Tabla 59.

Para este caso el sistema fotovoltaico genera 21.496,62 kWh anuales que son suficientes para abastecer la energía demandada durante el día anualmente (ver Tabla 52). Por

lo tanto, el costo del consumo resulta en lo respectivo a horarios nocturnos, mostrado en la expresión (39).

Como la generación supera al consumo anual durante el día, parte de esa energía es inyectada a la red de distribución, obteniendo así una compensación por usuario generador de:

$$\text{Compensación UGE} = 19,329 \text{ \$/kWh} * (21.496,62 \text{ kWh} - 8.953,48 \text{ kWh}) = \$ 242.446,32 \quad (42)$$

Luego, en la Tabla 74 (ver Anexo 4) se muestra el valor de tarifa que debería abonarse anualmente si se tuviera una instalación fotovoltaica con 25 paneles monocristalinos de 600Wp.

El gasto inicial para adquirir el sistema se muestra en la Tabla 75 (ver Anexo 4). La potencia instalada es de 15 kWp resultando en \$11.925.916,97 lo que se traduce en \$USD 1.089,12 por kWp (Dólar Blue 01/09/2023 \$730).

El ahorro económico anual se obtuvo con la expresión (37), y los años de amortización mediante la expresión (38).

$$\begin{aligned} \text{Ahorro economico anual} &= 4.081.323,95 \frac{\$}{\text{año}} - 3.585.861,15 \frac{\$}{\text{año}} = 495.462,8 \frac{\$}{\text{año}} \\ \text{Tiempo de amortización} &= \frac{\$11.925.916,97}{495.462,8 \frac{\$}{\text{año}}} = 24,07 \text{ años} \end{aligned}$$

Por lo tanto, para este caso se deberían esperar aproximadamente 24 años para amortizar la inversión inicial de la instalación fotovoltaica.

5 Unidad de Generación de Energía Autónoma

Se contempló el cálculo e instalación de un grupo electrógeno como respaldo ante interrupciones en el suministro eléctrico del edificio principal, ya que como se mencionó anteriormente, no se dispuso de un sistema de almacenamiento de energía que haga frente a este tipo de contingencias. Para esto se determinaron las siguientes cargas como esenciales:

- Iluminación interior: Circuitos I1 a I6 inclusive.
- Tomacorrientes: T1 a T3 inclusive.

En la Hoja 2 del Plano N°22 (ver Anexo 1) se puede observar el esquema funcional del Tablero de Transferencia y en la Hoja 1 del mismo plano se puede ver su simbología.

5.1 Cálculo

Se determinó la potencia simultánea crítica mediante la expresión (43) y considerando un factor de potencia (FDP) igual a 0,8 se obtuvo el valor de potencia simultánea crítica aparente, mostrada en la expresión (44).

Cabe resaltar que en los circuitos que involucraron motores (Circuito T3) se tuvo en cuenta un factor de arranque igual a 3 veces la potencia nominal del dispositivo.

$$\text{Potencia Simultánea Crítica } [W] = \sum_{i=1}^{n=6} P_{Si} + \sum_{i=1}^{n=3} P_{Ti} \quad (43)$$

$$\text{Potencia Simultánea Crítica } [W] = 857 + 1.800 + 1.600 + (3 * 750) = 6.507$$

$$\text{Potencia Simultánea Crítica Aparente } [VA] = \frac{\text{Potencia Simultánea Crítica } [W]}{FDP} \quad (44)$$

$$\text{Potencia Simultánea Crítica Aparente } [VA] = \frac{6.507 \text{ W}}{0,8} = 8.133,75 \text{ VA}$$

Al resultado anterior se le aplicó un margen de seguridad de un 15% para evitar que el equipo trabaje al 100% en todo momento y para poder conectar otro artefacto si fuera necesario, según se indica en la expresión (45).

$$\text{Potencia Simultánea Crítica Aparente final } [VA] = 1,15 * \text{Potencia Simultánea Crítica Aparente} \quad (45)$$

$$\text{Potencia Simultánea Crítica Aparente final } [VA] = 1,15 * 8.133,75 \text{ VA} = 9.353,81$$

Luego, se seleccionó un generador de la marca HESSEN HSN-HA 9000 de 8 kW de potencia máxima que equivale a 10KVA, siendo superior a la potencia requerida calculada anteriormente.

6 Conclusión

Tanto para la instalación interior como exterior del Colegio de Ingenieros del Neuquén, se ha proyectado una iluminación sustentable y eficiente mediante luminarias LED, que han permitido satisfacer los requerimientos de iluminancia mínima, regularidades y seguridad eléctrica, establecidos dentro de las normas mencionadas en el apartado 1.2.

Los objetivos, planteados para el desarrollo del presente proyecto se cumplieron al utilizar distintos tipos de luminarias LED (algunas de ellas con tecnología RGB e inteligente) de fabricantes nacionales, con las cuales se pudieron lograr ambientes adecuados y adaptables para cada situación. Además, se cumplió el enfoque en el uso racional y eficiente de la energía, planteando y haciendo hincapié en un modo de iluminación vigía para las farolas de exterior, de manera de reducir consumos innecesarios en determinadas horas de la noche y sin dejar de atender a la seguridad del establecimiento.

Por otra parte, en lo que respecta al uso de energía eléctrica sustentable y amigable con el ambiente, contando a su vez con el incentivo de las leyes 27.191 y 27.424 se analizó la utilización de un sistema de generación fotovoltaico (generación distribuida), y se pudo evaluar su factibilidad mediante 3 casos. En el primero de ellos se observó que la instalación actual no es viable económicamente para el consumo de potencia simultánea proyectada, ya que su tiempo de amortización es muy elevado (68 años). Si bien para los casos restantes el tiempo mínimo de amortización más favorable resultó en 20 años, concluimos que para este proyecto la implementación del sistema no es rentable en las condiciones actuales del mercado. Esto es así debido a los siguientes aspectos:

- Precio de la energía en Argentina.
- Garantía de los paneles fotovoltaicos.
- Vida útil de los paneles
- Rendimiento – eficiencia de los paneles

Respecto al primero, ésta depende de la situación política y económica que atraviesa en estos momentos el país (energía subsidiada). Si la energía en un futuro toma el valor real, podría inferirse que en un determinado momento la implementación del sistema fotovoltaico resulte viable, ya que el tiempo de amortización sería menor a la vida útil de los elementos que la componen. Por el contrario, si toma valores menores a los actuales o hay un congelamiento de las tarifas, el tiempo de amortización se elevará por encima de la vida útil de los elementos constitutivos de la instalación y la implantación del sistema dejará de ser factible.

Respecto al segundo, debido a que los fabricantes generalmente ofrecen una garantía de producto de 20 años, y que los paneles poseen una curva de decaimiento en su eficiencia que recae al 80% luego de 25 años de uso, existe la posibilidad o no de que los paneles dejen de funcionar al finalizar su garantía.

Teniendo estos aspectos en cuenta el Colegio de Ingenieros deberá evaluar si decide aceptar el riesgo que conlleva la inversión inicial de un nuevo sistema fotovoltaico o la ampliación del actual (tema que puede ser analizado en una nueva tesis). Sin embargo, esto no quita que se pueda tener un sistema de generación de energía renovable con el fin de hacer un aporte al cuidado del medio ambiente o a modo de estudio.

7 Bibliografía

- Norma IRAM AADL J 2006.
- Norma IRAM AADL J 2022-2.
- Norma IRAM AADL J 2027.
- Ley 19.587 Decreto 351/79.
- Norma AEA 90364-7-771 “Reglamentación Para La Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles”.
- Norma AEA 95703 Ejecución de Instalaciones Eléctricas Alumbrado-Público 2009.
- AEA 95101 Reglamentación sobre Líneas Subterráneas Exteriores de Energía y Telecomunicaciones.
- Ley nacional 27.424 Generación de Energía Eléctrica de Origen Renovable.



Proyecto Integrador Profesional
Facultad de Ingeniería

- Diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica aislada – Universidad Politécnica de Madrid - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
Autor: Jorge Alvarado Ladrón de Guevara.
- Guía del recurso solar – Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética.
- Guía de aplicaciones fotovoltaicas de Bussmann – Protección de circuitos solares completa y fiable.
- Sizing Fuses For Photovoltaic Systems Per The National Electrical Code – Mersen.
- Datos de Partida: Planimetría, catálogos, autorizaciones del órgano de control Municipal de Neuquén y de CALF, certificaciones de conformidad de productos.



8 ANEXO 0 Plan aprobado

Proyecto Integrador Profesional



Universidad Nacional del Comahue

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Eléctrica

Año: 2022

Título del Trabajo:

**PROYECTO DE ILUMINACIÓN SUSTENTABLE E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL
SALÓN DE EVENTOS ING. RUBÉN SEBASTIÁN DI NENNO.**

| Alumnos | Legajo | E-mail |
|------------------------|------------|--|
| Leiva, Lucas Ezequiel | ING – 3946 | Lucasleivaa@gmail.com |
| Medina, Lucas Federico | ING - 3075 | lucamedina11@hotmail.com |

| Tutor Académico | E-mail |
|--------------------|--|
| Ing. Miguel Maduri | madurimiguel@gmail.com |

Fecha: Diciembre 2022.

OBJETIVOS

Realizar un proyecto de instalación eléctrica e iluminación sustentable y eficiente en el interior del salón de eventos Ing. Rubén Sebastián Di Nenno ubicado en el predio del Club de los Ingenieros, acorde a la Reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA), la Asociación Argentina de Luminotecnia (AADL) y el programa nacional de uso racional de la energía (PRONURE).

FUNDAMENTACIÓN

En el presente plan de trabajo, del Proyecto Integrador Profesional (PIP), se propone realizar la instalación eléctrica del salón de eventos Ing. Rubén Sebastián Di Nenno, involucrando la utilización de energía renovable apuntando a una instalación amigable con el medio ambiente. Además, se realizará la iluminación en el interior del complejo.



Para el proyecto, se realizará un estudio de la situación actual del complejo, mediante un relevamiento de las instalaciones existentes. El mismo implica analizar la parte eléctrica para poder proyectar desde cero una instalación nueva, teniendo en cuenta la seguridad de los trabajadores, visitantes, la comodidad en la operación, costos y la reglamentación correspondiente, involucrando la estética necesaria, y demás factores que surjan en el dinamismo del relevamiento.

Es sabido que la iluminación para un salón de eventos, es afectada por varios factores como: tipo de eventos a realizarse (desde conferencias, actividades culturales, recreativas, asambleas, fiestas, etc.), el tipo de mantenimiento, el resto de sectores (habitaciones) que posibilitan el uso del salón (sala central, terraza, cocina, almacenes, baños, etc.), altura del edificio, horarios para su uso, ubicación geográfica, techo de madera a dos aguas, etc. Todos los factores mencionados serán determinantes en los parámetros a tener en cuenta para lograr una iluminación acorde, reproducción cromática de colores, eficiencia lumínica, ahorro energético y regularidades de iluminación. Estos parámetros serán controlados mediante el tipo de luminaria a utilizar, potencia de las lámparas, altura de instalación, distribución, encendido de las luminarias, iluminación de emergencia, entre otros. Los mismos serán consecuentes a las reglas del buen arte, a la Norma IRAM AADL J2006, la cual rige los niveles de iluminancia y regularidades mínimos a tener en cuenta en zonas de interior, y a la Norma IRAM AADL j2022-2 para iluminación en exteriores.

El presente proyecto fue puesto en conocimiento por el Colegio de Ingenieros, por lo que será realizado en el ámbito de la Universidad Nacional del Comahue, y por lo expuesto en párrafos anteriores, también se harán trabajos en el mismo complejo.

El Club de los Ingenieros tiene como objetivo que no solo los más de 2000 matriculados (Ingenieros) puedan disfrutar de un espacio recreativo exclusivo, sino también la comunidad de la provincia del Neuquén y alrededores. Dicho complejo se puso en marcha en abril del año 2016, desde la sanción de la ley 2990, el cual se encuentra en la localidad de Neuquén, sobre calle Ignacio Rivas 4080, en proximidades de la costa del río Limay.

El presente PIP se ejecutará respetando las siguientes normativas vigentes:

- Norma IRAM AADL J 2006.
- Norma IRAM AADL J 2022-2.
- Ley 19587 (Higiene y Seguridad en el Trabajo).

Dentro del marco de las normas de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) se utilizarán las siguientes:

- Norma AEA 90364 (Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles).

- Norma AEA 92559-3-1 (Sistemas de generación de energía mediante fuentes renovables, conectadas a la red de distribución de BT).
- Norma AEA 90364-7-712 (Lugares y locales especiales-Sistemas de suministro de energía mediante paneles solares fotovoltaicos).

Se tendrá en cuenta además los lineamientos de la Municipalidad de Neuquén y La Ordenanza de Seguridad Eléctrica de la ciudad. Además, de ser necesario un aumento de la potencia a demandar y/o adecuación de la acometida al complejo, se considerarán las Especificaciones Técnicas de Pilares y Acometida de la Cooperativa de Agua, Luz y Fuerza (CALF).

METODOLOGÍA

Se determinarán los requisitos eléctricos y luminotécnicos a implementar respetando tanto las normativas vigentes como las solicitudes del Colegio de Ingenieros de la Provincia del Neuquén.

Para la ejecución del trabajo se deberá contar con información respecto de las cargas pertenecientes a baja tensión, los principales consumos, así como también el tipo, modalidad y cantidad de horas de funcionamiento del complejo recreativo. Por otra parte, se necesitarán el/los Planos civiles y de detalle del Club. Además, se analizará el uso de energía renovables y su adecuación a la Ley de Generación Distribuida (Ley 27424)

La utilización de paneles solares brinda la posibilidad de inyectar energía al sistema de distribución en el caso de que ésta sea superior a la requerida por el complejo, por lo que se analizará si es factible el uso de paneles en el predio y la forma de inyectarla a la red.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

1. Requerimientos del propietario y/o del estudio de Arquitectura que lleva adelante el proyecto del complejo para el proyecto eléctrico a desarrollar, en cuanto al uso, exigencias y destino que tendrá el mismo.
2. Pedido de información técnica necesaria (plano civil, dimensiones, potencias de bombas, etc.).
3. Estudio del Complejo-Relevamiento de sectores a iluminar, instalaciones respecto a circuitos y tableros eléctricos existentes.
4. Estudio y análisis de las normativas vigentes.

5. Determinación de características y requerimientos de la iluminación a implementar.
6. Estudio de tecnologías y materiales existentes en el mercado para la ejecución de una instalación eléctrica y lumínica sustentable.
7. Diseño de la iluminación en base a los valores obtenidos y parámetros establecidos inicialmente por las normativas vigentes.
8. Simulación mediante software RELUX, verificando los resultados obtenidos.
9. Determinación de los consumos eléctricos (Potencia Instalada, Potencia Absorbida simultanea y demanda de potencia a contratar).
10. Determinación de circuitos – Puntos de alimentación de la instalación en BT – encendido y apagado de luminarias.
11. Elección de conductores.
12. Elección de protecciones.
13. Elección de paneles solares y cálculo de la potencia a generar.
14. Cálculo y elección del esquema a tierra a adoptar.
15. Análisis económico.
16. Diseño de plan de mantenimiento.
17. Redacción del informe final y conclusiones.

CRONOGRAMA TENTATIVO

| Meses | Tarea | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| Horas | 10 | 10 | 15 | 10 | 15 | 20 | 25 | 15 | 50 | 20 | 15 | 15 | 15 | 10 | 10 |
| TOTAL | 255 | | | | | | | | | | | | | | |

Referencias – Bibliografía:

- (1) Ley 19587 – Higiene y Seguridad.
- (2) Leyes de Energías Renovables 27191.



- (3) Ley de Generación Distribuida.
- (4) Norma IRAM AADL J 2006 y AADL J 2022 – 2.
- (5) Norma AEA 90364, 90364 – 7 -718, 22559-3-1, 92559-3-1, 90364-7-712 y 95703.
- (6) Especificación Técnica de la Cooperativa CALF – Acometidas y Pilares.
- (7) Código de Edificación de la Municipalidad de Neuquén.
- (8) Manual de Buenas Prácticas SRT.
- (9) Catálogos varios de Luminarias – Lámparas Led.
- (10) Catálogos varios de materiales Eléctricos – Conductores – Protecciones – Tableros.



9 ANEXO 1 Planos



10 ANEXO 2 Resultados Colores falsos – Tabla de Puntos



11 ANEXO 3 Especificaciones Técnicas CALF

12 ANEXO 4 Tablas

| Sector | Marca Luminaria | Modelo Luminaria | Cant. | P [W] | Ø [Lm] | T° [K] |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------|-------|-------|---------|--------|
| Baño Discapacitados | Lucciola | Plasma PAL 153 | 1 | 12 | 960 | 4000 |
| Baño Damas | Lucciola | Plasma PAL 154 | 2 | 18 | 1440 | 4000 |
| Baño Caballeros | Lucciola | Plasma PAL 154 | 2 | 18 | 1440 | 4000 |
| Pasillo Sanitarios | Lucciola | Plasma PAL 153 | 2 | 12 | 960 | 4000 |
| Cocina | Lucciola | Plasma PAL 156 | 4 | 24 | 1920 | 4000 |
| Sector Frío y Guardado | Lucciola | MARE X301 (2x9W) | 1 | - | - | - |
| | Philips | Ecofit Mains LED 600mm | 2 | 8 | 800 (*) | 4000 |
| Depósitos de Jardinería | Lucciola | MARE X303 (2x18W) | 1 | - | - | - |
| | Philips | Ecofit Mains LEDTube 1200mm | 2 | 16 | 1600 | 4000 |
| Depósito de Elementos de Limpieza | Lucciola | MARE X300 (1x9W) | 2 | - | - | - |
| | Philips | Ecofit Mains LED 600mm | 2 | 8 | 800 (*) | 4000 |
| Sala de Calefacción | Lucciola | MARE X300 (1x9W) | 2 | - | - | - |
| | Philips | Ecofit Mains LED 600mm | 2 | 8 | 800 (*) | 4000 |
| Salón de Fiestas | Lucciola | Evo Line | 22 | 25 | 4400 | 4000 |
| | Lucciola | Look | 2 | 12 | 1400 | 3000 |
| | Philips | HUE GU10 RGB | 9 | 5.2 | 340 | RGB |
| | BAEL | Plutón UNI | 9 | - | - | - |
| | Philips | HUE GU10 RGB | 12 | 5.2 | 340 | RGB |
| | - | Globo Esfera Opal Ø30cm | 12 | - | - | - |
| Sector Vajilla | Lucciola | MARE X303 (2x18W) | 1 | - | - | - |
| | Philips | Ecofit Mains LEDTube 1200mm | 2 | 16 | 1600 | 4000 |
| Cocina/Comedor - Sereno | Lucciola | Plasma PAL 153 | 4 | 12 | 960 | 4000 |
| Baño Sereno | Lucciola | Plasma PAL 156 | 1 | 24 | 1920 | 4000 |
| Habitación Sereno | Lucciola | Plasma PAL 154 | 2 | 18 | 1440 | 4000 |
| Balcón Sereno | Lucciola | Proa PRL760 | 1 | 10 | 900 | 4000 |
| Exterior | Philips | HUE GU10 RGB | 9 | 5.2 | 340 | RGB |
| | BAEL | Plutón UNI | 7 | - | - | - |
| | BAEL | Plutón BI | 2 | - | - | - |
| Garita de Seguridad | Lucciola | MARE X303 (2x18W) | 2 | - | - | - |
| | Philips | Ecofit Mains LEDTube 1200mm | 4 | 16 | 1600 | 4000 |
| Baño de Garita de Seguridad | Lucciola | MARE X302 (1x18W) | 1 | - | - | - |
| | Philips | Ecofit Mains LEDTube 1200mm | 1 | 16 | 1600 | 4000 |

OBSERVACIÓN: (*) El flujo luminoso corresponde a cada tubo por separado

Tabla 3: Cantidad y características de luminarias utilizadas en ambientes interiores.

| Sector | Marca Luminaria | Modelo Luminaria | Cant. | P [W] | Ø [Lm] | T° Color [K] | Em (Lux) Norma | Em (Lux) Calc. | Uo Norma | Uo Calc. | Ud Norma | Ud Calc. |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------|-------|-------|---------|--------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|
| Baño Disc. | Lucciola | Plasma PAL 153 | 1 | 12 | 960 | 4000 | 100 | 100 | 0,5 | 0,92 | 0,33 | 0,86 |
| Baño Damas | Lucciola | Plasma PAL 154 | 2 | 18 | 1440 | 4000 | 200 | 280 | 0,5 | 0,54 | 0,33 | 0,39 |
| Baño Caballeros | Lucciola | Plasma PAL 154 | 2 | 18 | 1440 | 4000 | 200 | 264 | 0,5 | 0,56 | 0,33 | 0,39 |
| Pasillo Sanitarios | Lucciola | Plasma PAL 153 | 2 | 12 | 960 | 4000 | 100 | 101 | 0,5 | 0,62 | 0,33 | 0,46 |
| Cocina | Lucciola | Plasma PAL 156 | 4 | 24 | 1920 | 4000 | 300 | 303 | 0,5 | 0,57 | 0,33 | 0,43 |
| Sector Frío y Guardado | Lucciola | MARE X301 (2x9W) | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Philips | Ecofit Mains LED 600mm | 2 | 8 | 800 (*) | 4000 | 50 | 100 | 0,5 | 0,54 | 0,33 | 0,42 |
| Depósitos de Jardinería | Lucciola | MARE X303 (2x18W) | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Philips | Ecofit Mains LEDTube 1200mm | 2 | 16 | 1600 | 4000 | 100 | 123 | 0,5 | 0,63 | 0,33 | 0,45 |
| Depósito de Elementos de Limpieza | Lucciola | MARE X300 (1x9W) | 2 | - | - | - | 100 | 141 | 0,5 | 0,89 | 0,33 | 0,79 |
| | Philips | Ecofit Mains LED 600mm | 2 | 8 | 800 (*) | 4000 | | | | | | |
| Sala de Calefacción | Lucciola | MARE X300 (1x9W) | 2 | - | - | - | 100 | 127 | 0,5 | 0,85 | 0,33 | 0,79 |
| | Philips | Ecofit Mains LED 600mm | 2 | 9 | 800 (*) | 4000 | | | | | | |
| Salón de Fiestas | Lucciola | Evo Line | 22 | 25 | 4400 | 4000 | 300 | 360 | 0,5 | 0,55 | 0,33 | 0,35 |
| | Lucciola | Look | 2 | 12 | 1400 | 3000 | - | - | - | - | - | - |
| | Philips | HUE GU10 RGB | 9 | 5,2 | 340 | RGB | - | - | - | - | - | - |
| | BAEL | Plutón UNI | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Philips | HUE GU10 RGB | 12 | 5,2 | 340 | RGB | - | - | - | - | - | - |
| | - | Globo Esfera Opal Ø30cm | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Garita de Seguridad | Lucciola | MARE X303 (2x18W) | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Philips | Ecofit Mains LEDTube 1200mm | 4 | 16 | 1600 | 4000 | 200 | 245 | 0,5 | 0,79 | 0,33 | 0,68 |
| Baño de Garita de Seguridad | Lucciola | MARE X302 (1x18W) | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Philips | Ecofit Mains LEDTube 1200mm | 1 | 16 | 1600 | 4000 | 200 | 264 | 0,5 | 0,84 | 0,33 | 0,78 |
| Sector Vajilla | Lucciola | MARE X303 (2x18W) | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Philips | Ecofit Mains LEDTube 1200mm | 2 | 16 | 1600 | 4000 | 100 | 125 | 0,5 | 0,69 | 0,33 | 0,5 |
| Habitación Sereno | Lucciola | Plasma PAL 154 | 2 | 18 | 1440 | 4000 | 200 | 213 | 0,5 | 0,7 | 0,33 | 0,53 |
| Cocina/Comedor - Sereno | Lucciola | Plasma PAL 153 | 4 | 12 | 960 | 4000 | 200 | 229 | 0,5 | 0,79 | 0,33 | 0,66 |
| Baño Sereno | Lucciola | Plasma PAL 156 | 1 | 24 | 1920 | 4000 | 100 | 119 | 0,5 | 0,67 | 0,33 | 0,5 |
| Balcón Sereno | Lucciola | Proa PRL760 | 1 | 10 | 900 | 4000 | - | - | - | - | - | - |
| Exterior | Philips | HUE GU10 RGB | 9 | 5,2 | 340 | RGB | - | - | - | - | - | - |
| | BAEL | Plutón UNI | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | BAEL | Plutón BI | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

(*) El flujo luminoso corresponde a cada tubo por separado

Tabla 4. Resultados obtenidos mediante el software ReluxPro.

| CALLES (CAL) | | | | | |
|------------------------|-------|------|------|------|-------|
| Superficie de Medición | Emed | Uo | Ud | Emín | Emáx |
| CAL 1 | 11,4 | 0,5 | 0,12 | 5,7 | 49 |
| CAL 2 | 15,4 | 0,4 | 0,13 | 6,2 | 47,5 |
| CAL 3 | 14,8 | 0,35 | 0,12 | 5,2 | 41,3 |
| Promedio | 13,87 | 0,42 | 0,12 | 5,70 | 45,93 |

Tabla 7. Resultados Calles Internas ReluxPro.

| ESPACIOS VERDES (EV) | | | | | |
|------------------------|------------|------|------|------------|------------|
| Superficie de Medición | Emed [Lux] | Uo | Ud | Emín [Lux] | Emáx [Lux] |
| EV 1 | 35,6 | 0,39 | 0,19 | 13,9 | 71,7 |
| EV 2 | 36,2 | 0,33 | 0,16 | 12 | 74,7 |
| EV 3 | 34,8 | 0,34 | 0,16 | 11,8 | 74,3 |
| EV 4 | 32,1 | 0,42 | 0,17 | 13,5 | 79,6 |
| EV 5 | 33,4 | 0,34 | 0,16 | 11,5 | 73 |
| EV 6 | 30,2 | 0,37 | 0,17 | 11,3 | 67,3 |
| EV 7 | 34,8 | 0,33 | 0,16 | 11,4 | 71,7 |
| EV 8 | 31,8 | 0,37 | 0,17 | 11,8 | 70,2 |
| EV 9 | 30,6 | 0,39 | 0,16 | 11,8 | 73,3 |
| EV 10 | 37 | 0,34 | 0,17 | 12,7 | 74 |
| EV 11 | 33,2 | 0,36 | 0,17 | 12,1 | 72 |
| EV 12 | 33,3 | 0,34 | 0,17 | 11,4 | 67,9 |
| EV 13 | 38,5 | 0,35 | 0,17 | 13,4 | 80,8 |
| Promedio | 33,96 | 0,36 | 0,17 | 12,20 | 73,12 |

Tabla 9. Resultados Espacios Verdes ReluxPro.

| CAMINERÍAS (CAM) | | | | | |
|------------------------|------------|------|------|------------|------------|
| Superficie de Medición | Emed [Lux] | Uo | Ud | Emín [Lux] | Emáx [Lux] |
| CAM 1 | 14 | 0,56 | 0,25 | 7,8 | 30,9 |
| CAM 2 | 16,9 | 0,45 | 0,12 | 7,6 | 65,5 |
| CAM 3 | 17 | 0,43 | 0,19 | 7,4 | 38,6 |
| CAM 4 | 12,9 | 0,55 | 0,24 | 7,1 | 29,6 |
| CAM 5 | 13 | 0,53 | 0,24 | 6,9 | 28,7 |
| CAM 6 | 15,8 | 0,53 | 0,25 | 8,3 | 33,7 |
| CAM 7 | 14,6 | 0,33 | 0,13 | 4,8 | 37 |
| CAM 8 | 15,5 | 0,35 | 0,13 | 5,4 | 40,1 |
| CAM 9 | 10,4 | 0,57 | 0,24 | 5,9 | 24,8 |
| CAM 10 | 16,6 | 0,47 | 0,25 | 7,8 | 31,2 |
| CAM 11 | 12,6 | 0,45 | 0,21 | 5,7 | 27,1 |
| CAM 12 | 16,3 | 0,35 | 0,13 | 5,7 | 44,5 |
| CAM 13 | 17,6 | 0,33 | 0,13 | 5,8 | 43,6 |
| CAM 14 | 18,4 | 0,36 | 0,14 | 6,6 | 47,7 |
| CAM 15 | 18 | 0,32 | 0,12 | 5,8 | 49,5 |
| CAM 16 | 12,7 | 0,51 | 0,23 | 6,5 | 28 |
| Promedio | 15,14 | 0,44 | 0,19 | 6,57 | 37,53 |

Tabla 11. Resultados Caminerías ReluxPro.

| ESTACIONAMIENTO (EST) | | | | | |
|------------------------|-------|------|------|-------|-------|
| Superficie de Medición | Emed | Uo | Ud | Emín | Emáx |
| EST 1 | 55,3 | 0,32 | 0,22 | 17,8 | 80,9 |
| EST 2 | 51,6 | 0,5 | 0,34 | 25,8 | 74,7 |
| EST 3 | 51,1 | 0,49 | 0,28 | 24,8 | 87,3 |
| EST 4 | 55,9 | 0,55 | 0,35 | 31 | 88,9 |
| Promedio | 53,48 | 0,47 | 0,30 | 24,85 | 82,95 |

Tabla 13. Resultados Estacionamientos ReluxPro.

| Sector | Marca Luminaria | Modelo | Cant. | P [W] | Ø [Lm] | Tº Color [K] | Em (Lux) Norma | Em (Lux) Calc. | Uo Norma | Uo Calc. | Ud Norma | Ud Calc. |
|---------------|-----------------|----------|-------|-------|--------|--------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|
| Cancha Hockey | Lumenac | Mega 900 | 16 | 900 | 117000 | 5000 | 200 | 228 | 0,33 | 0,36 | 0,16 | 0,17 |

Tabla 15. Resultado Cancha Hockey ReluxPro.

| Complejo del Colegio de Ingenieros | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|------------------|-------|-------|--------|--------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|--|
| Sector | Marca Luminaria | Modelo Luminaria | Cant. | P [W] | Ø [Lm] | Tº Color [K] | Em (Lux) Norma | Em (Lux) Calc. | Uo Norma | Uo Calc. | Ud Norma | Ud Calc. | |
| Calles | Artelum | Arlight | 5 | 20 | 1800 | 5000 | 10 | 13,87 | 0,25 | 0,42 | 0,125 | 0,12 | |
| Caminerías | - | - | - | - | - | - | 10 | 15,12 | 0,25 | 0,45 | 0,125 | 0,19 | |
| Espacios Verdes | Lucciola | PERLA LED | 51 | 60 | 4500 | 4000 | 30 | 34,05 | 0,33 | 0,36 | 0,167 | 0,17 | |
| | | KALI | 110 | 80 | 6000 | 4000 | | | | | | | |
| Estacionamiento | Lucciola | YOLO STREET | 24 | 120 | 14400 | 4000 | 50 | 53,48 | 0,33 | 0,47 | 0,167 | 0,30 | |
| | Lucciola | PROA PRL763 | 2 | 100 | 9000 | 4000 | | | | | | | |
| Cancha Hockey | Lumenac | Mega 900 | 16 | 900 | 117000 | 5000 | 200 | 228 | 0,33 | 0,36 | 0,16 | 0,17 | |
| Quinchos | Lucciola | Inoxa | 19 | 20 | 1440 | 4000 | - | - | - | - | - | - | |

Tabla 16. Resumen de artefactos y resultados obtenidos en simulación.

| Tablero | Circ. | Tipo circ. | Bocas IL | Tomacorriente | | | F.M. | | | Ambiente / destino |
|---------|-------|------------|----------|---------------|-------|---------|-------|-------|---------------------------------------|---|
| | | | Cant. | Cant. | I [A] | P [W] | Cant. | P [W] | P [HP] | |
| TSG | I1 | IUG | 8 | - | - | - | - | - | - | Cocina - Sector Frío - Depósito de Jardinería - Pasillo |
| | I2 | IUG | 9 | - | - | - | - | - | - | Baños - Depósito de Limpieza - Sala de Calefacción |
| | I3 | IUG | 10 | - | - | - | - | - | - | Salón Principal (Evo Line 3 filas inferiores) |
| | I4 | IUG | 13 | - | - | - | - | - | - | Salón Principal (Evo Line superior) |
| | I5 | IUG | 12 | - | - | - | - | - | - | Salón Principal (Decorativas Globo - RGB) |
| | I6 | IUG | 9 | - | - | - | - | - | - | Salón Principal (Decorativas GU10 de Pared internas) |
| | I7 | IUG | 9 | - | - | - | - | - | - | Exterior Salón Principal (Decorativas GU10 de Pared externas) |
| | I8 | IE | 31 | - | - | - | - | - | - | EV 5 |
| | I9 | IE | 33 | - | - | - | - | - | - | EV 4 - EV 3 - EV 2 - EV 1 |
| | I10 | IE | 14 | - | - | - | - | - | - | EST 2 |
| | I11 | IE | 10 | - | - | - | - | - | - | EST 3 - EST 4 - EST 5 |
| | I12 | IE | 11 | - | - | - | - | - | - | CAL 1 - EST 1 |
| | T1 | TUG | - | 10 | 10,00 | 1870,00 | - | - | - | Salon Principal |
| | T2 | TUG | - | 5 | 10,00 | 1870,00 | - | - | - | Cocina |
| | T3 | TUG | - | 3 | 10,00 | 1870,00 | - | - | - | Sector Frío |
| | T4 | TUG | - | 4 | 10,00 | 1870,00 | - | - | - | Pasillo Baños - Baño Caballeros - Baño Damas - Exterior Baño Discapacitados |
| | T5 | TUG | - | 1 | 10,00 | 1870,00 | - | - | - | Depósito Jardinería |
| | C1 | ACU | - | - | - | - | 1 | 640 | - | Bomba Motormech |
| | C2 | ACU | - | - | - | - | 1 | 640 | - | Bomba Motormech |
| | TSPA | - | 9 | 8 | - | - | - | - | - | Tablero seccional planta alta edificio principal |
| TS-BF | - | - | - | - | - | - | - | - | Tablero seccional bomba fresnos | |
| TS-B | - | - | 4 | - | - | - | - | - | Tablero seccional bombeo | |
| TS-GS | - | 3 | 3 | - | - | - | - | - | Tablero seccional garita de seguridad | |
| TSH | - | 16 | - | - | - | - | - | - | Tablero seccional hockey | |
| 19 TSQ | - | 19 | 19 | - | - | - | - | - | Tableros seccionales quinchos | |
| TSPA | I1 | IUG | 0 | - | - | - | - | - | - | Depósito Vajillas - Casa Sereno |
| | T1 | TUG | - | 8 | 10,00 | 1870,00 | - | - | - | Depósito Vajillas - Casa Sereno |
| TS-BF | C1 | ACU | - | - | - | - | 1 | 746 | 1 | Bomba Fresnos |
| TS-B | C1 | ACU | - | - | - | - | 1 | 5595 | 7,5 | Bomba 1 |
| | C2 | ACU | - | - | - | - | 1 | 5595 | 7,5 | Bomba 2 RESPALDO |
| | C3 | TUE | - | 2 | 32,00 | 0,00 | - | - | - | TUE 32A |
| | C4 | TUE | - | 2 | 16,00 | 0,00 | - | - | - | TUE 16A |
| TS-GS | I1 | IUG | 0 | - | - | - | - | - | - | Recepcion - Baño |
| | T1 | TUG | - | 3 | 10,00 | 1870,00 | - | - | - | Recepcion - Baño |
| | FM1 | ACU | - | - | - | - | 1 | 187 | 0,25 | Fuerza motriz portón |
| TSH | I1 | IE | 0 | - | - | - | - | - | - | Cancha Hockey |
| | I2 | IE | 6 | - | - | - | - | - | - | |
| | I3 | IE | 4 | - | - | - | - | - | - | |
| 19 | I1 | IUG | 1 | - | - | - | - | - | Luminaria Quincho | |
| TSQ | T1 | TUG | - | 1 | 10 | 1870 | - | - | - | Tomacorriente Quincho |

Tabla 17 a). Circuitos proyectados complejo TSG.

| Tablero | Circ. | Tipo circ. | Bocas IL | Tomacorriente | | | F.M. | | | Ambiente / Destino |
|---------|-------|------------|----------|---------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------------------|
| | | | Cant. | Cant. | I [A] | P [W] | CANT. | P [W] | P [HP] | |
| GE-IL | I1 | IE | 25 | - | - | - | - | - | - | Luminarias Orilla canal |
| | I2 | IE | 31 | - | - | - | - | - | - | Luminarias Orilla Limay |
| | I3 | IE | 40 | - | - | - | - | - | - | Luminarias Centrales |

Tabla 17 b). Circuitos proyectados complejo GE-IL.

| Sección conductor | mm ² | 1,50 | 2,50 | 4,00 | 6,00 | 10,00 |
|--|----------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Diámetro exterior máximo | mm | 3,50 | 4,20 | 4,80 | 6,30 | 7,60 |
| Sección total | mm ² | 9,62 | 13,85 | 18,10 | 31,17 | 45,36 |
| Caños según IRAM (RL: acero liviano, RS: acero semipesado) | Sección mm ² | Cantidad de conductores | | | | |
| | | | | | | |
| RS 16 | 132 | 4+PE | 2+PE | - | - | - |
| RL 16 | 154 | 5+PE | 3+PE | 2+PE | - | - |
| RS 19 | 177 | 6+PE | 4+PE | 3+PE | - | - |
| RL 19 | 227 | 7+PE | 5+PE | 4+PE | 2+PE | - |
| RS 22 | 255 | 9+PE | 6+PE | 4+PE | 2+PE | - |
| RL 22 | 314 | 11+PE | 7+PE | 5+PE | 3+PE | 2+PE |
| RS 25 | 346 | 13+PE | 9+PE | 6+PE | 3+PE | 2+PE |
| RL 25 | 416 | | 10+PE | 7+PE | 4+PE | 2+PE |
| RS 32 | 616 | | 15+PE | 11+PE | 6+PE | 4+PE |
| RL 32 | 661 | | | 12+PE | 7+PE | 4+PE |
| RS 38 | 908 | | | | 9+PE | 6+PE |
| RL 38 | 962 | | | | 10+PE | 7+PE |
| RS 51 | 1662 | | | | 18+PE | 12+PE |
| RL 51 | 1810 | | | | | |

Tabla 18. Máxima cantidad de conductores por canalización Tabla 771.12.IX AEA 90364-7-771.

| Tramo | Ocupación [%] | <35% | CIRCUITO |
|---------|---------------|------|---|
| TP - C1 | 11,31 | V | AL. GRAL |
| | 4,00 | V | GE-IL |
| | 15,28 | V | AL. GRAL + GE-IL |
| C1 - C2 | 11,31 | V | AL. GRAL |
| | 6,48 | V | TSB |
| | 9,00 | V | GE-IL |
| | 17,79 | V | AL. GRAL + TSB + GE-IL |
| C2 - C3 | 11,31 | V | AL. GRAL. |
| | 6,48 | V | TSB |
| | 17,79 | V | AL. GRAL + TSB |
| C3 - C5 | 3,31 | V | TBF |
| | 1,86 | V | CAL1-EST 1 |
| | 7,44 | V | EV 4 |
| | 6,71 | V | EST 2 |
| | 2,39 | V | 2 QUINCHOS |
| | 2,68 | V | 12 QUINCHOS |
| | 2,39 | V | 5 QUINCHOS |
| | 6,71 | V | TS-GS |
| | 11,31 | V | TSH |
| | 23,72 | V | TSH + TBF + EST 2 + 5 QUINCHOS |
| | 21,08 | V | TS-GS + CAL 1-EST1 + 2 QUINCHOS + 12 QUINCHOS + EV4 |
| C5 - C6 | 3,31 | V | TBF |
| | 1,86 | V | CAL1-EST 1 |
| | 7,44 | V | EV 4 |
| | 6,71 | V | EST 2 |
| | 2,39 | V | 2 QUINCHOS |
| | 2,68 | V | 12 QUINCHOS |
| | 6,71 | V | TS-GS |
| | 11,31 | V | TSH |
| | 21,33 | V | TSH + TBF + EST 2 |
| | 21,08 | V | TS-GS + CAL 1-EST1 + 2 QUINCHOS + 12 QUINCHOS + EV4 |
| | C6 - C9 | 3,31 | V |
| 1,86 | | V | CAL1-EST 1 |
| 6,71 | | V | EST 2 |
| 2,39 | | V | 2 QUINCHOS |
| 2,68 | | V | 12 QUINCHOS |
| 6,71 | | V | TS-GS |
| 11,31 | | V | TSH |
| 21,33 | | V | TSH + TBF + EST 2 |
| 13,64 | | V | TS-GS + CAL 1-EST1 + 2 QUINCHOS + 12 QUINCHOS |
| C25-C26 | 7,44 | V | LUMINARIAS HOCKEY 192-193-194 |
| | 7,44 | V | LUMINARIAS HOCKEY 195-196 |
| | 7,44 | V | LUMINARIAS HOCKEY 197-198-199 |
| | 7,44 | V | LUMINARIAS HOCKEY 200-201-202 |
| | 7,44 | V | LUMINARIAS HOCKEY 203-204 |
| | 7,44 | V | LUMINARIAS HOCKEY 205-206-207 |
| | 22,31 | V | LUMINARIAS HOCKEY 192-199 |
| | 22,31 | V | LUMINARIAS HOCKEY 200-207 |

Tabla 19. Distribución de conductores en cañeros.

| | | | |
|-------------------------------------|----------|---------|-----|
| Factor de tensión | $cq=$ | 1,05 | |
| Tensión de línea asignada lado AT | $Unq=$ | 13,2 | kV |
| Tensión de línea asignada lado BT | $Urt=$ | 0,4 | kV |
| Potencia de Cortocircuito | $S''kq=$ | 125 | MVA |
| Relación de transformación asignada | $tr=$ | 33 | |
| Impedancia de red de alimentación | $Zqt=$ | 0,0013 | Ohm |
| Resistencia red de alimentación | $Xqt=$ | 0,0013 | Ohm |
| Reactancia red de alimentación | $Rqt=$ | 0,00013 | Ohm |

Tabla 21. Impedancia de red.

| | | | |
|--|---------|---------|-----|
| Potencia aparente asignada Transformador | $Srt=$ | 500 | kVA |
| Tensión de cortocircuito asignada | $ukr=$ | 4 | % |
| Tensión de asignada del transformador BT | $Urt=$ | 0,4 | kV |
| Impedancia interna del transformador | $Zt=$ | 0,013 | Ohm |
| Potencia de Pérdida | $Pkrt=$ | 1200 | W |
| Resistencia interna del transformador | $Rt=$ | 0,00077 | Ohm |
| Reactancia interna del transformador | $Xt=$ | 0,013 | Ohm |

Tabla 22. Impedancia Interna Transformador.

| | | | | |
|----|--|----------|-------|-----------------|
| TP | Sección Conductor | $S=$ | 4x25 | mm ² |
| | Resistencia del conductor catalogo | $Rcond=$ | 0,933 | Ohm/km |
| | Reactancia del conductor catalogo | $Xcond=$ | 0,078 | Ohm/km |
| | Distancia | $L=$ | 0,25 | km |
| | Resistencia de línea | $RI=$ | 0,233 | Ohm |
| | Reactancia de línea | $XI=$ | 0,020 | Ohm |
| | Impedancia de cortocircuito hasta el punto de falla (TP) | $Zk=$ | 0,237 | Ohm |
| | Corriente máxima presunta de CC en bornes de entrada al TP | $Ik''=$ | 1,03 | kA |

Tabla 23. Corriente máxima presunta de CC en TP.

| | | | | |
|-----|---|----------|--------|-----------------|
| TSG | Sección Conductor | $S=$ | 4x70 | mm ² |
| | Resistencia del conductor catalogo | $Rcond=$ | 0,321 | Ohm/km |
| | Reactancia del conductor catalogo | $Xcond=$ | 0,0736 | Ohm/km |
| | Distancia | $L=$ | 0,161 | km |
| | Resistencia de línea | $RI=$ | 0,052 | Ohm |
| | Reactancia de línea | $XI=$ | 0,012 | Ohm |
| | Impedancia de cortocircuito hasta el punto de falla (TSG) | $Zk=$ | 0,289 | Ohm |
| | Corriente máxima presunta de CC en bornes de entrada al TSG | $Ik''=$ | 0,84 | kA |

Tabla 24. Corriente máxima presunta de CC en TSG.

| | | | | |
|-------|---|----------|--------|-----------------|
| GE-IL | Sección Conductor | $S=$ | 4x16 | mm ² |
| | Resistencia del conductor catalogo | $Rcond=$ | 1,45 | Ohm/km |
| | Reactancia del conductor catalogo | $Xcond=$ | 0,0813 | Ohm/km |
| | Distancia | $L=$ | 0,087 | km |
| | Resistencia de línea | $RI=$ | 0,126 | Ohm |
| | Reactancia de línea | $XI=$ | 0,007 | Ohm |
| | Impedancia de cortocircuito hasta el punto de falla (TSG) | $Zk=$ | 0,415 | Ohm |
| | Corriente máxima presunta de CC en bornes de entrada al TSG | $Ik''=$ | 0,58 | kA |

Tabla 25. Corriente máxima presunta de CC en GE-IL.

| Tablero | Circ. | Calibre Termomagnetica [A] | P_{dCcc} [A] | Sección Cond. [mm ²] | Factor K | Tiempo [s] | Energía pasante I ² *t | K ² *S ² | Verificación |
|----------------------------|-----------|----------------------------|----------------|----------------------------------|----------|------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------|
| TSG | I1 | 10 | 3000 | 1,5 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 29756,25 | V |
| | I2 | 10 | 3000 | 1,5 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 29756,25 | V |
| | I3 | 10 | 3000 | 1,5 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 29756,25 | V |
| | I4 | 10 | 3000 | 1,5 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 29756,25 | V |
| | I5 | 10 | 3000 | 1,5 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 29756,25 | V |
| | I6 | 10 | 3000 | 1,5 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 29756,25 | V |
| | I7 | 10 | 3000 | 1,5 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 29756,25 | V |
| | I8 | 16 | 3000 | 50 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 33062500,0 | V |
| | I9 | 16 | 3000 | 50 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 33062500,0 | V |
| | I10 | 10 | 3000 | 35 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 16200625,0 | V |
| | I11 | 10 | 3000 | 10 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 1322500,00 | V |
| | I12 | 10 | 3000 | 6 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 476100,00 | V |
| | T1 | 20 | 3000 | 4 | 115 | <0,1 | 22000,00 | 211600,00 | V |
| | T2 | 16 | 3000 | 2,5 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 82656,25 | V |
| | T3 | 16 | 3000 | 2,5 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 82656,25 | V |
| | T4 | 16 | 3000 | 2,5 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 82656,25 | V |
| | T5 | 16 | 3000 | 2,5 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 82656,25 | V |
| | C1 | 10 | 3000 | 2,5 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 82656,25 | V |
| | C2 | 10 | 3000 | 2,5 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 82656,25 | V |
| | TS-BF | 16 | 3000 | 16 | 143 | <0,1 | 18000,00 | 5234944,00 | V |
| TS-B | 50 | 6000 | 25 | 143 | <0,1 | 5000,00 | 12780625,0 | V | |
| TS-GS | 20 | 3000 | 35 | 115 | <0,1 | 22000,00 | 16200625,0 | V | |
| TSH | 40 | 6000 | 70 | 115 | <0,1 | 4000,00 | 64802500,0 | V | |
| 19 TSQ | 16 | 3000 | 16 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 3385600,00 | V | |
| PROTECCIÓN PRINCIPAL TSG | | 63 | 6000 | 25 | 115 | <0,1 | 5000,00 | 8265625,00 | V |
| GE-IL | I1 | 10 | 4500 | 35 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 16200625,0 | V |
| | I2 | 16 | 4500 | 70 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 64802500,0 | V |
| | I3 | 16 | 4500 | 70 | 115 | <0,1 | 18000,00 | 64802500,0 | V |
| PROTECCIÓN PRINCIPAL GE-IL | | 20 | 4500 | 16 | 115 | <0,1 | 22000,00 | 3385600,00 | V |
| TP | Principal | 100 | 10000 | 50 | 115 | <0,1 | >9000 | 33062500,0 | V |
| | TSG | 80 | 10000 | 70 | 115 | <0,1 | 9000 | 64802500,0 | V |
| | GE-IL | 25 | 6000 | 16 | 115 | <0,1 | 110000,00 | 3385600,00 | V |

Tabla 28. Verificación de protección del conductor frente a la máxima energía pasante.

| Tablero | Tablero Seccional | Calibre Termomagnetica [A] | Sección Cond. [mm ²] | Factor K | Tiempo [s] | I _{cc} [A] | Sección mínima Admisible [mm ²] | Verificación |
|----------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------------|----------|------------|---------------------|---|--------------|
| TP | Principal | 100 | 50 | 115 | 0,5 | 1025,09 | 6,30 | V |
| | TSG | 80 | 70 | 115 | 0,5 | 1025,09 | 6,30 | V |
| | GE-IL | 25 | 16 | 115 | 0,5 | 1025,09 | 6,30 | V |
| TSG | TS-BF | 16 | 16 | 143 | 0,5 | 837,82 | 4,14 | V |
| | TS-B | 50 | 25 | 143 | 0,5 | 837,82 | 4,14 | V |
| | TS-GS | 20 | 35 | 115 | 0,5 | 837,82 | 5,15 | V |
| | TSH | 40 | 70 | 115 | 0,5 | 837,82 | 5,15 | V |
| | 19 TSQ | 16 | 16 | 115 | 0,5 | 837,82 | 5,15 | V |
| PROTECCIÓN PRINCIPAL TSG | | 63 | 25 | 115 | 0,5 | 837,82 | 5,15 | V |
| GE-IL | I1 | 10 | 35 | 115 | 0,5 | 583,86 | 3,59 | V |
| | I2 | 16 | 70 | 115 | 0,5 | 583,86 | 3,59 | V |
| | I3 | 16 | 70 | 115 | 0,5 | 583,86 | 3,59 | V |
| PROTECCIÓN PRINCIPAL GE-IL | | 20 | 16 | 115 | 0,5 | 583,86 | 3,59 | V |

Tabla 29. Verificación de protección del conductor para $0,1s \leq t < 5s$.

| Desde | Hasta | Long. [km] | P. dem. [W] | I [A] | Sección nominal [mm ²] | FP | R | X | K | ΔU calculada [V] | ΔU acumulada [%] | Tensión en el punto [V] |
|----------------|----------------|------------|-------------|-------|------------------------------------|------|-------|--------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| TP | GE-IL | 0,096 | 6780,00 | 12,1 | 16 | 0,85 | 1,45 | 0,0813 | 1,73 | 2,56 | 0,67 | 377,4 |
| GE-IL | Luminaria N°1 | 0,042 | 1520,00 | 7,7 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,40 | 1,13 | 217,51 |
| Luminaria N°1 | Luminaria N°2 | 0,032 | 1440,00 | 7,3 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,30 | 1,27 | 217,21 |
| Luminaria N°2 | Luminaria N°3 | 0,024 | 1380,00 | 7,0 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,21 | 1,36 | 217,00 |
| Luminaria N°3 | Luminaria N°4 | 0,024 | 1320,00 | 6,7 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,20 | 1,45 | 216,81 |
| Luminaria N°4 | Luminaria N°5 | 0,023 | 1260,00 | 6,4 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,18 | 1,53 | 216,63 |
| Luminaria N°5 | Luminaria N°6 | 0,026 | 1200,00 | 6,1 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,20 | 1,62 | 216,43 |
| Luminaria N°6 | Luminaria N°7 | 0,023 | 1140,00 | 5,8 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,16 | 1,70 | 216,26 |
| Luminaria N°7 | Luminaria N°8 | 0,024 | 1080,00 | 5,5 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,17 | 1,77 | 216,10 |
| Luminaria N°8 | Luminaria N°9 | 0,029 | 1020,00 | 5,2 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,19 | 1,86 | 215,91 |
| Luminaria N°9 | Luminaria N°10 | 0,027 | 960,00 | 4,8 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,16 | 1,93 | 215,75 |
| Luminaria N°10 | Luminaria N°11 | 0,028 | 900,00 | 4,5 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,16 | 2,00 | 215,59 |
| Luminaria N°11 | Luminaria N°12 | 0,026 | 840,00 | 4,2 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,14 | 2,07 | 215,45 |
| Luminaria N°12 | Luminaria N°13 | 0,036 | 780,00 | 3,9 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,18 | 2,15 | 215,27 |
| Luminaria N°13 | Luminaria N°14 | 0,036 | 720,00 | 3,6 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,16 | 2,22 | 215,11 |
| Luminaria N°14 | Luminaria N°15 | 0,034 | 660,00 | 3,3 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,14 | 2,29 | 214,96 |
| Luminaria N°15 | Luminaria N°16 | 0,024 | 600,00 | 3,0 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,09 | 2,33 | 214,87 |
| Luminaria N°16 | Luminaria N°17 | 0,034 | 540,00 | 2,7 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,12 | 2,38 | 214,76 |
| Luminaria N°17 | Luminaria N°18 | 0,025 | 480,00 | 2,4 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,08 | 2,42 | 214,68 |
| Luminaria N°18 | Luminaria N°19 | 0,028 | 420,00 | 2,1 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,07 | 2,45 | 214,61 |
| Luminaria N°19 | Luminaria N°20 | 0,028 | 360,00 | 1,8 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,06 | 2,48 | 214,54 |
| Luminaria N°20 | Luminaria N°21 | 0,028 | 300,00 | 1,5 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,05 | 2,50 | 214,49 |
| Luminaria N°21 | Luminaria N°22 | 0,028 | 240,00 | 1,2 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,04 | 2,52 | 214,45 |
| Luminaria N°22 | Luminaria N°23 | 0,030 | 180,00 | 0,9 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,03 | 2,54 | 214,42 |
| Luminaria N°23 | Luminaria N°24 | 0,029 | 120,00 | 0,6 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,02 | 2,55 | 214,39 |
| Luminaria N°24 | Luminaria N°25 | 0,025 | 60,00 | 0,3 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,01 | 2,55 | 214,38 |

Tabla 32. Verificación Caída de tensión Circuito I1 de GE-IL.

| Desde | Hasta | Long. [km] | P. dem. [W] | I [A] | Sección nominal [mm ²] | FP | R | X | K | ΔU calculada [V] | ΔU acumulada [%] | Tensión en el punto [V] |
|----------------|----------------|------------|-------------|-------|------------------------------------|------|-------|--------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| TP | GE-IL | 0,096 | 6780,00 | 12,1 | 16 | 0,85 | 1,45 | 0,081 | 1,73 | 2,56 | 0,67 | 377,4 |
| GE-IL | Luminaria N°26 | 0,054 | 2340,00 | 11,8 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,41 | 1,13 | 217,51 |
| Luminaria N°26 | Luminaria N°27 | 0,028 | 2260,00 | 11,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,20 | 1,23 | 217,30 |
| Luminaria N°27 | Luminaria N°28 | 0,030 | 2180,00 | 11,0 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,21 | 1,32 | 217,09 |
| Luminaria N°28 | Luminaria N°29 | 0,030 | 2100,00 | 10,6 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,20 | 1,41 | 216,89 |
| Luminaria N°29 | Luminaria N°30 | 0,030 | 2020,00 | 10,2 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,20 | 1,50 | 216,69 |
| Luminaria N°30 | Luminaria N°31 | 0,030 | 1940,00 | 9,8 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,19 | 1,59 | 216,51 |
| Luminaria N°31 | Luminaria N°32 | 0,027 | 1860,00 | 9,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,16 | 1,66 | 216,34 |
| Luminaria N°32 | Luminaria N°33 | 0,029 | 1780,00 | 9,0 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,17 | 1,74 | 216,18 |
| Luminaria N°33 | Luminaria N°34 | 0,026 | 1700,00 | 8,6 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,14 | 1,80 | 216,03 |
| Luminaria N°34 | Luminaria N°35 | 0,025 | 1620,00 | 8,2 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,13 | 1,86 | 215,90 |
| Luminaria N°35 | Luminaria N°36 | 0,027 | 1540,00 | 7,8 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,13 | 1,92 | 215,77 |
| Luminaria N°36 | Luminaria N°37 | 0,030 | 1460,00 | 7,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,14 | 1,99 | 215,63 |
| Luminaria N°37 | Luminaria N°38 | 0,031 | 1380,00 | 7,0 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,14 | 2,05 | 215,49 |
| Luminaria N°38 | Luminaria N°39 | 0,030 | 1300,00 | 6,6 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,13 | 2,11 | 215,36 |
| Luminaria N°39 | Luminaria N°40 | 0,030 | 1220,00 | 6,2 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,12 | 2,16 | 215,24 |
| Luminaria N°40 | Luminaria N°41 | 0,026 | 80,00 | 0,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,01 | 2,17 | 215,24 |
| Luminaria N°40 | Luminaria N°42 | 0,027 | 1060,00 | 5,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,09 | 2,20 | 215,15 |
| Luminaria N°42 | Luminaria N°43 | 0,024 | 980,00 | 4,9 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,08 | 2,24 | 215,08 |
| Luminaria N°43 | Luminaria N°44 | 0,024 | 140,00 | 0,7 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,01 | 2,24 | 215,06 |
| Luminaria N°44 | Luminaria N°45 | 0,025 | 80,00 | 0,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,01 | 2,25 | 215,06 |
| Luminaria N°43 | Luminaria N°46 | 0,023 | 780,00 | 3,9 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,06 | 2,27 | 215,02 |
| Luminaria N°46 | Luminaria N°47 | 0,021 | 720,00 | 3,6 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,05 | 2,29 | 214,97 |
| Luminaria N°47 | Luminaria N°48 | 0,026 | 660,00 | 3,3 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,06 | 2,31 | 214,91 |
| Luminaria N°48 | Luminaria N°49 | 0,028 | 580,00 | 2,9 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,05 | 2,34 | 214,86 |
| Luminaria N°49 | Luminaria N°50 | 0,029 | 500,00 | 2,5 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,05 | 2,36 | 214,81 |
| Luminaria N°50 | Luminaria N°51 | 0,029 | 420,00 | 2,1 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,04 | 2,38 | 214,77 |
| Luminaria N°51 | Luminaria N°52 | 0,026 | 340,00 | 1,7 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,03 | 2,39 | 214,75 |
| Luminaria N°52 | Luminaria N°53 | 0,026 | 280,00 | 1,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,02 | 2,40 | 214,72 |
| Luminaria N°53 | Luminaria N°54 | 0,028 | 220,00 | 1,1 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,02 | 2,41 | 214,70 |
| Luminaria N°54 | Luminaria N°55 | 0,024 | 140,00 | 0,7 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,01 | 2,41 | 214,69 |
| Luminaria N°55 | Luminaria N°56 | 0,023 | 60,00 | 0,3 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,00 | 2,42 | 214,69 |

Tabla 33. Verificación Caída de tensión Circuito I2 de GE-IL.

| Desde | Hasta | Long. [km] | P. dem. [W] | I [A] | Sección nominal [mm ²] | FP | R | X | K | ΔU calculada [V] | ΔU acumulada [%] | Tensión en el punto [V] |
|----------------|----------------|------------|-------------|-------|------------------------------------|------|-------|--------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| TP | GE-IL | 0,096 | 6780,00 | 12,1 | 16 | 0,85 | 1,45 | 0,081 | 1,73 | 2,56 | 0,67 | 377,4 |
| GE-IL | Luminaria N°57 | 0,051 | 2920,00 | 14,7 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,48 | 1,17 | 217,43 |
| Luminaria N°57 | Luminaria N°58 | 0,030 | 2840,00 | 14,3 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,27 | 1,29 | 217,16 |
| Luminaria N°58 | Luminaria N°59 | 0,029 | 2760,00 | 13,9 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,26 | 1,41 | 216,90 |
| Luminaria N°59 | Luminaria N°60 | 0,026 | 2680,00 | 13,5 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,23 | 1,51 | 216,67 |
| Luminaria N°60 | Luminaria N°61 | 0,032 | 2600,00 | 13,1 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,27 | 1,63 | 216,40 |
| Luminaria N°61 | Luminaria N°62 | 0,028 | 2520,00 | 12,7 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,23 | 1,74 | 216,18 |
| Luminaria N°62 | Luminaria N°63 | 0,025 | 2440,00 | 12,3 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,19 | 1,83 | 215,98 |
| Luminaria N°63 | Luminaria N°64 | 0,025 | 2360,00 | 11,9 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,19 | 1,91 | 215,79 |
| Luminaria N°64 | Luminaria N°65 | 0,025 | 2280,00 | 11,5 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,18 | 1,99 | 215,61 |
| Luminaria N°65 | Luminaria N°66 | 0,025 | 2200,00 | 11,1 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,17 | 2,07 | 215,44 |
| Luminaria N°66 | Luminaria N°67 | 0,029 | 160,00 | 0,8 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,02 | 2,08 | 215,42 |
| Luminaria N°67 | Luminaria N°68 | 0,027 | 80,00 | 0,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,01 | 2,08 | 215,42 |
| Luminaria N°66 | Luminaria N°69 | 0,024 | 1960,00 | 9,9 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,15 | 2,14 | 215,28 |
| Luminaria N°69 | Luminaria N°70 | 0,027 | 1880,00 | 9,5 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,17 | 2,22 | 215,12 |
| Luminaria N°70 | Luminaria N°71 | 0,032 | 1800,00 | 9,1 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,18 | 2,30 | 214,93 |
| Luminaria N°71 | Luminaria N°72 | 0,024 | 1720,00 | 8,7 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,13 | 2,36 | 214,80 |
| Luminaria N°72 | Luminaria N°73 | 0,026 | 740,00 | 3,7 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,06 | 2,39 | 214,74 |
| Luminaria N°73 | Luminaria N°74 | 0,024 | 680,00 | 3,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,05 | 2,42 | 214,69 |
| Luminaria N°74 | Luminaria N°75 | 0,025 | 60,00 | 0,3 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,00 | 2,42 | 214,68 |
| Luminaria N°74 | Luminaria N°76 | 0,028 | 560,00 | 2,8 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,05 | 2,44 | 214,64 |
| Luminaria N°76 | Luminaria N°77 | 0,027 | 80,00 | 0,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,01 | 2,44 | 214,63 |
| Luminaria N°76 | Luminaria N°78 | 0,028 | 420,00 | 2,1 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,04 | 2,46 | 214,60 |
| Luminaria N°78 | Luminaria N°79 | 0,026 | 340,00 | 1,7 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,03 | 2,47 | 214,57 |
| Luminaria N°79 | Luminaria N°80 | 0,026 | 260,00 | 1,3 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,02 | 2,48 | 214,55 |
| Luminaria N°80 | Luminaria N°81 | 0,024 | 200,00 | 1,0 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,02 | 2,49 | 214,53 |
| Luminaria N°81 | Luminaria N°82 | 0,019 | 140,00 | 0,7 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,01 | 2,49 | 214,52 |
| Luminaria N°82 | Luminaria N°83 | 0,023 | 80,00 | 0,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,01 | 2,49 | 214,52 |
| Luminaria N°72 | Luminaria N°84 | 0,027 | 900,00 | 4,5 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,08 | 2,40 | 214,72 |
| Luminaria N°84 | Luminaria N°85 | 0,023 | 840,00 | 4,2 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,06 | 2,43 | 214,66 |
| Luminaria N°85 | Luminaria N°86 | 0,022 | 120,00 | 0,6 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,01 | 2,43 | 214,65 |
| Luminaria N°86 | Luminaria N°87 | 0,022 | 60,00 | 0,3 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,00 | 2,43 | 214,65 |
| Luminaria N°85 | Luminaria N°88 | 0,027 | 640,00 | 3,2 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,06 | 2,45 | 214,60 |
| Luminaria N°88 | Luminaria N°89 | 0,025 | 560,00 | 2,8 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,05 | 2,47 | 214,56 |
| Luminaria N°89 | Luminaria N°90 | 0,027 | 480,00 | 2,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,04 | 2,49 | 214,51 |
| Luminaria N°90 | Luminaria N°91 | 0,025 | 420,00 | 2,1 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,03 | 2,51 | 214,48 |
| Luminaria N°91 | Luminaria N°92 | 0,023 | 340,00 | 1,7 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,02 | 2,52 | 214,46 |
| Luminaria N°92 | Luminaria N°93 | 0,019 | 280,00 | 1,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,02 | 2,53 | 214,44 |
| Luminaria N°93 | Luminaria N°94 | 0,024 | 220,00 | 1,1 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,02 | 2,54 | 214,42 |
| Luminaria N°94 | Luminaria N°95 | 0,029 | 160,00 | 0,8 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,01 | 2,54 | 214,41 |
| Luminaria N°95 | Luminaria N°96 | 0,027 | 80,00 | 0,4 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,01 | 2,55 | 214,40 |

Tabla 34. Verificación Caída de tensión Circuito I3 de GE-IL.

| Desde | Hasta | Long. [km] | P. dem. [W] | I [A] | Sección nominal [mm ²] | FP | R | X | K | ΔU calculada [V] | ΔU acumulada [%] | Tensión en el punto [V] |
|-----------------|-----------------|------------|-------------|-------|------------------------------------|------|-------|--------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| TP | TSG | 0,161 | 19233,13 | 34,4 | 70 | 0,85 | 0,321 | 0,074 | 1,73 | 2,98 | 0,78 | 377,0 |
| TSG | Luminaria N°114 | 0,035 | 2460,00 | 12,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,39 | 1,24 | 217,28 |
| Luminaria N°114 | Luminaria N°115 | 0,028 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 1,24 | 217,27 |
| Luminaria N°114 | Luminaria N°113 | 0,024 | 2300,00 | 11,6 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,25 | 1,36 | 217,01 |
| Luminaria N°113 | Luminaria N°111 | 0,027 | 2220,00 | 11,2 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,27 | 1,48 | 216,74 |
| Luminaria N°111 | Luminaria N°112 | 0,028 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 1,49 | 216,73 |
| Luminaria N°111 | Luminaria N°107 | 0,026 | 2060,00 | 10,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,24 | 1,59 | 216,50 |
| Luminaria N°107 | Luminaria N°104 | 0,030 | 1980,00 | 10,0 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,27 | 1,72 | 216,22 |
| Luminaria N°104 | Luminaria N°102 | 0,027 | 1900,00 | 9,6 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,23 | 1,82 | 215,99 |
| Luminaria N°102 | Luminaria N°97 | 0,028 | 1820,00 | 9,2 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,23 | 1,93 | 215,76 |
| Luminaria N°97 | Luminaria N°98 | 0,026 | 1740,00 | 8,8 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,21 | 2,02 | 215,55 |
| Luminaria N°98 | Luminaria N°99 | 0,025 | 1660,00 | 8,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,19 | 2,11 | 215,36 |
| Luminaria N°99 | Luminaria N°100 | 0,025 | 1580,00 | 8,0 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,18 | 2,19 | 215,18 |
| Luminaria N°100 | Luminaria N°101 | 0,025 | 160,00 | 0,8 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,02 | 2,20 | 215,16 |
| Luminaria N°101 | Luminaria N°103 | 0,025 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 2,20 | 215,15 |
| Luminaria N°100 | Luminaria N°105 | 0,032 | 1340,00 | 6,8 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,19 | 2,28 | 214,98 |
| Luminaria N°105 | Luminaria N°106 | 0,024 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 2,28 | 214,98 |
| Luminaria N°105 | Luminaria N°108 | 0,028 | 1180,00 | 6,0 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,15 | 2,35 | 214,83 |
| Luminaria N°108 | Luminaria N°110 | 0,026 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 2,35 | 214,82 |
| Luminaria N°108 | Luminaria N°109 | 0,025 | 1020,00 | 5,2 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,12 | 2,40 | 214,72 |
| Luminaria N°109 | Luminaria N°116 | 0,025 | 940,00 | 4,7 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,11 | 2,45 | 214,61 |
| Luminaria N°116 | Luminaria N°117 | 0,026 | 860,00 | 4,3 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,10 | 2,50 | 214,51 |
| Luminaria N°117 | Luminaria N°119 | 0,029 | 380,00 | 1,9 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,05 | 2,52 | 214,46 |
| Luminaria N°119 | Luminaria N°124 | 0,028 | 300,00 | 1,5 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,04 | 2,54 | 214,42 |
| Luminaria N°124 | Luminaria N°125 | 0,027 | 60,00 | 0,3 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 2,54 | 214,41 |
| Luminaria N°124 | Luminaria N°126 | 0,034 | 160,00 | 0,8 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,02 | 2,55 | 214,39 |
| Luminaria N°126 | Luminaria N°127 | 0,033 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 2,55 | 214,38 |
| Luminaria N°117 | Luminaria N°118 | 0,024 | 400,00 | 2,0 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,04 | 2,52 | 214,46 |
| Luminaria N°118 | Luminaria N°120 | 0,025 | 320,00 | 1,6 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,04 | 2,53 | 214,43 |
| Luminaria N°120 | Luminaria N°121 | 0,025 | 240,00 | 1,2 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,03 | 2,55 | 214,40 |
| Luminaria N°121 | Luminaria N°122 | 0,026 | 160,00 | 0,8 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,02 | 2,56 | 214,38 |
| Luminaria N°122 | Luminaria N°123 | 0,023 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 2,56 | 214,37 |

Tabla 35. Verificación Caída de tensión Circuito I8 de TSG.

| Desde | Hasta | Long. [km] | P. dem. [W] | I [A] | Sección nominal [mm ²] | FP | R | X | K | ΔU calculada [V] | ΔU acumulada [%] | Tensión en el punto [V] |
|-----------------|-----------------|------------|-------------|-------|------------------------------------|------|-------|--------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| TP | TSG | 0,161 | 19233,13 | 34,4 | 70 | 0,85 | 0,321 | 0,074 | 1,73 | 2,98 | 0,78 | 377,0 |
| TSG | Luminaria N°128 | 0,112 | 2520,00 | 12,7 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 1,29 | 1,64 | 216,38 |
| Luminaria N°128 | Luminaria N°130 | 0,030 | 220,00 | 1,1 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,03 | 1,66 | 216,35 |
| Luminaria N°130 | Luminaria N°133 | 0,030 | 140,00 | 0,7 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,02 | 1,67 | 216,33 |
| Luminaria N°133 | Luminaria N°135 | 0,029 | 60,00 | 0,3 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 1,67 | 216,33 |
| Luminaria N°128 | Luminaria N°129 | 0,024 | 2220,00 | 11,2 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,24 | 1,76 | 216,14 |
| Luminaria N°129 | Luminaria N°132 | 0,034 | 2140,00 | 10,8 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,33 | 1,90 | 215,81 |
| Luminaria N°132 | Luminaria N°131 | 0,024 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 1,91 | 215,80 |
| Luminaria N°132 | Luminaria N°134 | 0,025 | 2000,00 | 10,1 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,23 | 2,01 | 215,59 |
| Luminaria N°134 | Luminaria N°136 | 0,029 | 1940,00 | 9,8 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,25 | 2,12 | 215,33 |
| Luminaria N°136 | Luminaria N°137 | 0,029 | 1860,00 | 9,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,25 | 2,23 | 215,08 |
| Luminaria N°137 | Luminaria N°140 | 0,033 | 1780,00 | 9,0 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,27 | 2,36 | 214,82 |
| Luminaria N°140 | Luminaria N°139 | 0,023 | 160,00 | 0,8 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,02 | 2,36 | 214,80 |
| Luminaria N°139 | Luminaria N°138 | 0,032 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 2,37 | 214,79 |
| Luminaria N°140 | Luminaria N°141 | 0,028 | 1540,00 | 7,8 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,20 | 2,45 | 214,62 |
| Luminaria N°141 | Luminaria N°142 | 0,024 | 1460,00 | 7,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,16 | 2,52 | 214,46 |
| Luminaria N°142 | Luminaria N°144 | 0,026 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 2,52 | 214,45 |
| Luminaria N°142 | Luminaria N°143 | 0,025 | 1300,00 | 6,6 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,15 | 2,58 | 214,32 |
| Luminaria N°143 | Luminaria N°146 | 0,026 | 1220,00 | 6,2 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,14 | 2,65 | 214,17 |
| Luminaria N°146 | Luminaria N°148 | 0,028 | 1140,00 | 5,8 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,15 | 2,72 | 214,03 |
| Luminaria N°148 | Luminaria N°147 | 0,028 | 580,00 | 2,9 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,07 | 2,75 | 213,95 |
| Luminaria N°147 | Luminaria N°149 | 0,024 | 160,00 | 0,8 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,02 | 2,76 | 213,93 |
| Luminaria N°149 | Luminaria N°152 | 0,030 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 2,76 | 213,92 |
| Luminaria N°148 | Luminaria N°151 | 0,030 | 480,00 | 2,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,07 | 2,75 | 213,96 |
| Luminaria N°151 | Luminaria N°156 | 0,032 | 400,00 | 2,0 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,06 | 2,77 | 213,90 |
| Luminaria N°156 | Luminaria N°157 | 0,028 | 320,00 | 1,6 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,04 | 2,79 | 213,86 |
| Luminaria N°157 | Luminaria N°159 | 0,028 | 240,00 | 1,2 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,03 | 2,80 | 213,83 |
| Luminaria N°159 | Luminaria N°160 | 0,026 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 2,81 | 213,82 |
| Luminaria N°159 | Luminaria N°158 | 0,024 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 2,81 | 213,82 |
| Luminaria N°147 | Luminaria N°145 | 0,028 | 340,00 | 1,7 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,04 | 2,77 | 213,91 |
| Luminaria N°145 | Luminaria N°150 | 0,034 | 280,00 | 1,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,04 | 2,79 | 213,86 |
| Luminaria N°150 | Luminaria N°153 | 0,035 | 220,00 | 1,1 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,03 | 2,80 | 213,83 |
| Luminaria N°153 | Luminaria N°154 | 0,024 | 160,00 | 0,8 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,02 | 2,81 | 213,81 |
| Luminaria N°154 | Luminaria N°155 | 0,031 | 80,00 | 0,4 | 50 | 0,9 | 0,464 | 0,0777 | 2,00 | 0,01 | 2,82 | 213,80 |

Tabla 36. Verificación Caída de tensión Circuito I9 de TSG.

| Desde | Hasta | Long. [km] | P. dem. [W] | I [A] | Sección nominal [mm ²] | FP | R | X | K | ΔU calculada [V] | ΔU acumulada [%] | Tensión en el punto [V] |
|-----------------|-----------------|------------|-------------|-------|------------------------------------|------|-------|--------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| TP | TSG | 0,161 | 19233,13 | 34,4 | 70 | 0,85 | 0,321 | 0,074 | 1,73 | 2,98 | 0,78 | 377,0 |
| TSG | Luminaria N°184 | 0,213 | 1680,00 | 8,5 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 2,28 | 2,09 | 215,39 |
| Luminaria N°184 | Luminaria N°183 | 0,046 | 1560,00 | 7,9 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,45 | 2,30 | 214,94 |
| Luminaria N°183 | Luminaria N°182 | 0,046 | 600,00 | 3,0 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,17 | 2,38 | 214,76 |
| Luminaria N°182 | Luminaria N°181 | 0,046 | 480,00 | 2,4 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,14 | 2,44 | 214,63 |
| Luminaria N°181 | Luminaria N°180 | 0,046 | 360,00 | 1,8 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,10 | 2,49 | 214,52 |
| Luminaria N°180 | Luminaria N°179 | 0,046 | 240,00 | 1,2 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,07 | 2,52 | 214,45 |
| Luminaria N°179 | Luminaria N°178 | 0,046 | 120,00 | 0,6 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,03 | 2,54 | 214,42 |
| Luminaria N°183 | Luminaria N°171 | 0,066 | 840,00 | 4,2 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,35 | 2,46 | 214,59 |
| Luminaria N°171 | Luminaria N°172 | 0,046 | 720,00 | 3,6 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,21 | 2,56 | 214,38 |
| Luminaria N°172 | Luminaria N°173 | 0,046 | 600,00 | 3,0 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,17 | 2,64 | 214,20 |
| Luminaria N°173 | Luminaria N°174 | 0,046 | 480,00 | 2,4 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,14 | 2,70 | 214,06 |
| Luminaria N°174 | Luminaria N°175 | 0,046 | 360,00 | 1,8 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,10 | 2,75 | 213,96 |
| Luminaria N°175 | Luminaria N°176 | 0,046 | 240,00 | 1,2 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,07 | 2,78 | 213,89 |
| Luminaria N°176 | Luminaria N°177 | 0,046 | 120,00 | 0,6 | 35 | 0,9 | 0,663 | 0,0760 | 2,00 | 0,03 | 2,79 | 213,85 |

Tabla 37. Verificación Caída de tensión Circuito I10 de TSG.

| Desde | Hasta | Long. [km] | P. dem. [W] | I [A] | Sección nominal [mm ²] | FP | R | X | K | ΔU calculada [V] | ΔU acumulada [%] | Tensión en el punto [V] |
|-----------------|-----------------|------------|-------------|-------|------------------------------------|------|-------|--------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| TP | TSG | 0,161 | 19233,13 | 34,4 | 70 | 0,85 | 0,321 | 0,074 | 1,73 | 2,98 | 0,78 | 377,0 |
| TSG | Luminaria N°162 | 0,066 | 1180,00 | 6,0 | 10 | 0,9 | 2,29 | 0,0860 | 2,00 | 1,65 | 1,81 | 216,02 |
| Luminaria N°162 | Luminaria N°163 | 0,039 | 1060,00 | 5,4 | 10 | 0,9 | 2,29 | 0,0860 | 2,00 | 0,87 | 2,20 | 215,16 |
| Luminaria N°162 | Luminaria N°161 | 0,045 | 940,00 | 4,7 | 10 | 0,9 | 2,29 | 0,0860 | 2,00 | 0,90 | 2,22 | 215,12 |
| Luminaria N°161 | Luminaria N°164 | 0,055 | 820,00 | 4,1 | 10 | 0,9 | 2,29 | 0,0860 | 2,00 | 0,96 | 2,65 | 214,17 |
| Luminaria N°164 | Luminaria N°165 | 0,043 | 360,00 | 1,8 | 10 | 0,9 | 2,29 | 0,0860 | 2,00 | 0,33 | 2,80 | 213,84 |
| Luminaria N°165 | Luminaria N°166 | 0,020 | 240,00 | 1,2 | 10 | 0,9 | 2,29 | 0,0860 | 2,00 | 0,10 | 2,85 | 213,73 |
| Luminaria N°166 | Luminaria N°167 | 0,041 | 120,00 | 0,6 | 10 | 0,9 | 2,29 | 0,0860 | 2,00 | 0,10 | 2,89 | 213,63 |
| Luminaria N°164 | Luminaria N°168 | 0,047 | 340,00 | 1,7 | 10 | 0,9 | 2,29 | 0,0860 | 2,00 | 0,34 | 2,81 | 213,83 |
| Luminaria N°168 | Luminaria N°169 | 0,042 | 220,00 | 1,1 | 10 | 0,9 | 2,29 | 0,0860 | 2,00 | 0,19 | 2,89 | 213,63 |
| Luminaria N°169 | Luminaria N°170 | 0,042 | 100,00 | 0,5 | 10 | 0,9 | 2,29 | 0,0860 | 2,00 | 0,09 | 2,94 | 213,54 |

Tabla 38. Verificación Caída de tensión Circuito I11 de TSG.

| Desde | Hasta | Long. [km] | P. dem. [W] | I [A] | Sección nominal [mm ²] | FP | R | X | K | ΔU calculada [V] | ΔU acumulada [%] | Tensión en el punto [V] |
|-----------------|-----------------|------------|-------------|-------|------------------------------------|------|-------|--------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| TP | TSG | 0,161 | 19233,13 | 34,4 | 70 | 0,85 | 0,321 | 0,074 | 1,73 | 2,98 | 0,78 | 377,0 |
| TSG | Luminaria N°185 | 0,174 | 320,00 | 1,6 | 6 | 0,9 | 3,95 | 0,0901 | 2,00 | 2,02 | 1,98 | 215,65 |
| Luminaria N°185 | Luminaria N°186 | 0,064 | 120,00 | 0,6 | 6 | 0,9 | 3,95 | 0,0901 | 2,00 | 0,28 | 2,10 | 215,38 |
| Luminaria N°185 | Luminaria N°187 | 0,100 | 180,00 | 0,9 | 6 | 0,9 | 3,95 | 0,0901 | 2,00 | 0,65 | 2,27 | 215,00 |
| Luminaria N°187 | Luminaria N°188 | 0,039 | 80,00 | 0,4 | 6 | 0,9 | 3,95 | 0,0901 | 2,00 | 0,11 | 2,32 | 214,89 |
| Luminaria N°188 | Luminaria N°189 | 0,063 | 60,00 | 0,3 | 6 | 0,9 | 3,95 | 0,0901 | 2,00 | 0,14 | 2,39 | 214,75 |
| Luminaria N°189 | Luminaria N°190 | 0,048 | 40,00 | 0,2 | 6 | 0,9 | 3,95 | 0,0901 | 2,00 | 0,07 | 2,42 | 214,68 |
| Luminaria N°190 | Luminaria N°191 | 0,050 | 20,00 | 0,1 | 6 | 0,9 | 3,95 | 0,0901 | 2,00 | 0,04 | 2,43 | 214,64 |

Tabla 39. Verificación Caída de tensión Circuito I12 de TSG.

| Desde | Hasta | Long. [km] | P. dem. [W] | I [A] | Sección nominal [mm ²] | FP | R | X | K | ΔU calculada [V] | ΔU acumulada [%] | Tensión en el punto [V] |
|-------------------|----------------------|------------|-------------|-------|------------------------------------|------|-------|--------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| TP | TSG | 0,161 | 19233,13 | 34,4 | 70 | 0,85 | 0,321 | 0,074 | 1,73 | 2,98 | 0,78 | 377,0 |
| TSG | TS-QUINCHO HOCKEY | 0,270 | 14400,00 | 24,3 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 1,73 | 3,64 | 1,74 | 373,38 |
| TS-QUINCHO HOCKEY | Luminarias N°200-202 | 0,075 | 2700,00 | 13,6 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,65 | 2,31 | 214,91 |
| TS-QUINCHO HOCKEY | Luminarias N°203-204 | 0,105 | 1800,00 | 9,1 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 0,61 | 2,29 | 214,96 |
| TS-QUINCHO HOCKEY | Luminarias N°205-207 | 0,134 | 2700,00 | 13,6 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 1,17 | 2,55 | 214,39 |
| TS-QUINCHO HOCKEY | Luminarias N°197-199 | 0,135 | 2700,00 | 13,6 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 1,18 | 2,55 | 214,39 |
| TS-QUINCHO HOCKEY | Luminarias N°195-196 | 0,171 | 1800,00 | 9,1 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 1,00 | 2,47 | 214,57 |
| TS-QUINCHO HOCKEY | Luminarias N°192-194 | 0,200 | 2700,00 | 13,6 | 70 | 0,9 | 0,321 | 0,0736 | 2,00 | 1,75 | 2,81 | 213,82 |

Tabla 40. Verificación Caída de tensión Circuito iluminación de TSG.

| Tablero | Circ. | Tipo circ. | Bocas il | Tomacorriente | | | F.M. | | | V | I simultanea [a] | | | Ss [VA] | P inst. [W] | FU | FS | PS [W] | Conductor | | | | | | | Prot. [A] | I2 [A] | I2* [A] | I2> |
|--|-------|------------|---------------------------------|---------------|-------|--------------|-------|--------------|---------------|-----|------------------|------|------|---------|-------------|-----|----|--------|-----------|--------|-------------|--------|----|-----|---------|-----------|--------|---------|-----|
| | | | Cant. | Cant. | I [A] | Pot. Un. [W] | Cant. | Pot. Un. [W] | Pot. Un. [HP] | | R | S | T | | | | | | L [m] | DU [%] | Secc. [mm2] | Iz [A] | FT | FA | Iz* [A] | | | | |
| TSQ 1 | II | IUG | 1 | | | | | | | 220 | 0,10 | | | 22 | 20 | 1 | 1 | 20 | 7,00 | 0,01 | 1,5 | 14 | 1 | 0,8 | 11,2 | 10 | 14,5 | 16,24 | V |
| | TI | TUG | | 1 | 10,00 | 1870 | | | | 220 | 1,00 | | | 220 | 1870 | 0,1 | 1 | 187 | 7,00 | 0,05 | 2,5 | 20 | 1 | 0,8 | 16 | 10 | 14,5 | 23,2 | V |
| OBS: Los circuitos de los 19 quinchos son iguales por lo que se muestra únicamente el correspondiente al primer quincho. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUBTOTAL | | | 19 | 19 | | | | | | | 9,91 | 6,61 | 4,40 | | 35910 | | | | 3933 | | | | | | | | | | |
| FSG | | | FACTOR DE SIMULTANEIDAD GENERAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,47 | | |
| PTS | | | POTENCIA TOTAL SIMULTANEA | | | | | | | | | | 3,33 | 3,33 | 3,33 | - | | | | | | | | | | 1863 | | | |

Tabla 41. Planilla de cargas circuitos quinchos.

| Desde | Hasta | Long. [km] | P. dem. [W] | I [A] | Sección nominal [mm2] | FP | R | X | K | ΔU calculada [V] | ΔU acumulada [%] | Tensión en el punto [V] |
|--------|-----------------|------------|-------------|-------|-----------------------|------|-------|--------|------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| TP | TSG | 0,161 | 19233,13 | 34,4 | 70 | 0,85 | 0,321 | 0,074 | 1,73 | 2,98 | 0,78 | 377,0 |
| TSG | TS-QUINCHO N°5 | 0,129 | 1035,00 | 5,5 | 10 | 0,85 | 2,29 | 0,0860 | 2,00 | 2,84 | 2,35 | 214,83 |
| TSG | TS-QUINCHO N°7 | 0,243 | 414,00 | 2,2 | 6 | 0,85 | 3,95 | 0,0901 | 2,00 | 3,67 | 2,72 | 214,01 |
| TSG | CAMARA | 0,267 | 2484,00 | 4,4 | 10 | 0,85 | 2,29 | 0,0860 | 1,73 | 4,09 | 1,86 | 372,93 |
| CAMARA | TS-QUINCHO N°19 | 0,081 | 828,00 | 4,4 | 10 | 0,85 | 2,29 | 0,0860 | 2,00 | 1,44 | 2,79 | 213,87 |

Tabla 42. Verificación Caída de tensión Circuito quinchos.

| Tabla Verano (Octubre a Marzo 182 días) | | | | | |
|---|-------------------------|-----------|----------------------|---------|-------|
| Elemento | Potencia Simultánea [W] | Horas/Día | Energía/Día [Wh/Día] | Ah | A |
| Circuito I1 | 147 | 7 | 1029 | 5,20 | 0,74 |
| Circuito I2 | 51,6 | 6 | 309,33 | 1,56 | 0,26 |
| Circuito I3 | 250 | 5 | 1250 | 6,31 | 1,26 |
| Circuito I4 | 299,08 | 5 | 1495,38 | 7,55 | 1,51 |
| Circuito I5 | 62,4 | 6 | 374,4 | 1,89 | 0,32 |
| Circuito I6 | 47 | 6 | 280,8 | 1,42 | 0,24 |
| Circuito I7 | 47 | 9 | 421,2 | 2,13 | 0,24 |
| Circuito I8 | 2460 | 4 | 9840 | 49,70 | 12,42 |
| | 1660 | 4 | 6640 | 33,54 | 8,38 |
| | | Promedio= | 8240 | 41,62 | 10,40 |
| Circuito I9 | 2520 | 4 | 10080 | 50,91 | 12,73 |
| | 1400 | 4 | 5600 | 28,28 | 7,07 |
| | | Promedio= | 7840 | 39,60 | 9,90 |
| Circuito I10 | 1680 | 8 | 13440 | 67,88 | 8,48 |
| Circuito I11 | 1180 | 8 | 9440 | 47,68 | 5,96 |
| Circuito I12 | 320 | 8 | 2560 | 12,93 | 1,62 |
| Circuito T1 | 1800 | 9 | 16200 | 86,63 | 9,63 |
| Circuito T2 | 1600 | 4 | 6400 | 34,22 | 8,56 |
| Circuito T3 | 750 | 24 | 18000 | 96,26 | 4,01 |
| Circuito T4 | 400 | 1 | 400 | 2,14 | 2,14 |
| Circuito TS-GS | 1240 | 10 | 12398,33 | 66,30 | 6,63 |
| Total | 17913 | - | 100078,45 | 521,31 | 76,74 |
| Factor de simultaneidad (en este caso en una determinada hora se puede dar que este todo prendido - entre las 00Hs o 00:30Hs) | | | | | 1 |
| Total | 17913,47 | - | 100078,45 | 521,31 | 76,74 |
| Energía diaria a producirse según el 20% de factor de seguridad | | | 120094,14 | | |
| Energía anual demandada (semestre veraniego 48 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 4803765,66 | 4803,77 | |
| Energía anual a producirse según el 20% de factor de seguridad (semestre veraniego 48 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 5764518,79 | 5764,52 | |

Tabla 43. Escenario 1: Demanda energética verano.

| Tabla Invierno (Abril a Septiembre - 183 días) | | | | | |
|---|-------------------------|-----------|----------------------|---------|-------|
| Elemento | Potencia Simultánea [W] | Horas/Día | Energía/Día [Wh/Día] | Ah | A |
| Circuito I1 | 147 | 7 | 1029 | 5,20 | 0,74 |
| Circuito I2 | 51,6 | 6 | 309,33 | 1,56 | 0,26 |
| Circuito I3 | 250 | 5 | 1250 | 6,31 | 1,26 |
| Circuito I4 | 299,08 | 5 | 1495,38 | 7,55 | 1,51 |
| Circuito I5 | 62,4 | 6 | 374,4 | 1,89 | 0,32 |
| Circuito I6 | 47 | 6 | 280,8 | 1,42 | 0,24 |
| Circuito I7 | 47 | 13,5 | 631,8 | 3,19 | 0,24 |
| Circuito I8 | 2460 | 5,5 | 13530 | 68,33 | 12,42 |
| | 1660 | 8 | 13280 | 67,07 | 8,38 |
| | | Promedio= | 13405 | 67,70 | 10,40 |
| Circuito I9 | 2520 | 5,5 | 13860 | 70 | 12,73 |
| | 1400 | 8 | 11200 | 56,57 | 7,07 |
| | | Promedio= | 12530 | 63,28 | 9,90 |
| Circuito I10 | 1680 | 13,5 | 22680 | 114,55 | 8,48 |
| Circuito I11 | 1180 | 13,5 | 15930 | 80,45 | 5,96 |
| Circuito I12 | 320 | 13,5 | 4320 | 21,82 | 1,62 |
| Circuito T1 | 1800 | 9 | 16200 | 86,63 | 9,63 |
| Circuito T2 | 1600 | 4 | 6400 | 34,22 | 8,56 |
| Circuito T3 | 750 | 24 | 18000 | 96,26 | 4,01 |
| Circuito T4 | 400 | 1 | 400 | 2,14 | 2,14 |
| Circuito TS-GS | 1240 | 10 | 12398,33 | 66,30 | 6,63 |
| Total | 17913 | - | 127634,05 | 660,48 | 76,74 |
| Factor de simultaneidad (en este caso en una determinada hora se puede dar que este todo prendido - cerca de las 00Hs) | | | | | 1 |
| Total | 17913,47 | - | 127634,05 | 660,48 | 76,74 |
| Energía diaria a producirse según el 20% de factor de seguridad | | | 153160,86 | | |
| Energía anual demandada / calculada (semestre invernal 24 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 3063217,231 | 3063,22 | |
| Energía anual a producirse según el 20% de factor de seguridad (semestre invernal 24 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 3675860,677 | 3675,86 | |

Tabla 44. Escenario 1: Demanda energética invierno.

| Tabla Verano (Octubre a Marzo 182 días) | | | | | |
|---|-------------------------|-----------|----------------------|----------|-------|
| Elemento | Potencia Simultánea [W] | Horas/Día | Energía/Día [Wh/Día] | Ah | A |
| Circuito I7 | 47 | 9 | 421,2 | 2,13 | 0,24 |
| Circuito I8 | 2460 | 4 | 9840 | 49,70 | 12,42 |
| | 1660 | 4 | 6640 | 33,54 | 8,38 |
| | | Promedio= | 8240 | 41,62 | 10,40 |
| Circuito I9 | 2520 | 4 | 10080 | 50,91 | 12,73 |
| | 1400 | 4 | 5600 | 28,28 | 7,07 |
| | | Promedio= | 7840 | 39,60 | 9,90 |
| Circuito I10 | 1680 | 8 | 13440 | 67,88 | 8,48 |
| Circuito I11 | 1180 | 8 | 9440 | 47,68 | 5,96 |
| Circuito I12 | 320 | 8 | 2560 | 12,93 | 1,62 |
| Circuito TSPA | 2517 | 3 | 7550,00 | 40,37 | 13,46 |
| Circuito 4-TSQ | 414 | 5 | 2070 | 11,07 | 2,21 |
| Circuito GE-IL | 6780 | 4 | 27120 | 136,97 | 34,24 |
| Circuito Vigía GE-IL (13Lum) | 960 | 4 | 3840 | 19,39 | 4,85 |
| | | Promedio= | 15480 | 78,18 | 19,55 |
| Total | 21937 | - | 67041,20 | 341,45 | 91,36 |
| Factor de simultaneidad (en este caso en una determinada hora se puede dar que este todo prendido - cerca de las 22Hs) | | | | | 1 |
| Total | 21937,47 | - | 67041,20 | 341,45 | 91,36 |
| Energía diaria a producirse según el 20% de factor de seguridad | | | 80449,44 | | |
| Energía anual demandada / calculada (semestre invernal 134 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 8983520,8 | 8983,52 | |
| Energía anual a producirse según el 20% de factor de seguridad (semestre veraniego 134 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 10780224,96 | 10780,22 | |

Tabla 45. Escenario 2: Demanda energética verano.

| Tabla Invierno (Abril a Septiembre - 183 días) | | | | | |
|--|-------------------------|-----------|----------------------|----------|-------|
| Elemento | Potencia Simultánea [W] | Horas/Día | Energía/Día [Wh/Día] | Ah | A |
| Circuito I7 | 47 | 13,5 | 631,8 | 3,19 | 0,24 |
| Circuito I8 | 2460 | 5,5 | 13530 | 68,33 | 12,42 |
| | 1660 | 8 | 13280 | 67,07 | 8,38 |
| | | Promedio= | 13405 | 67,70 | 10,40 |
| Circuito I9 | 2520 | 5,5 | 13860 | 70 | 12,73 |
| | 1400 | 8 | 11200 | 56,57 | 7,07 |
| | | Promedio= | 12530 | 63,28 | 9,90 |
| Circuito I10 | 1680 | 13,5 | 22680 | 114,55 | 8,48 |
| Circuito I11 | 1180 | 13,5 | 15930 | 80,45 | 5,96 |
| Circuito I12 | 320 | 13,5 | 4320 | 21,82 | 1,62 |
| Circuito TSPA | 2517 | 5 | 12583,33 | 67,29 | 13,46 |
| Circuito 2-TSQ | 207 | 6 | 1242 | 6,64 | 1,11 |
| Circuito GE-IL | 6780 | 5,5 | 37290 | 188,33 | 34,24 |
| Circuito Vigía GE-IL (13Lum) | 960 | 8 | 7680 | 38,79 | 4,85 |
| | | Promedio= | 22485 | 113,56 | 19,55 |
| Total | 21730 | - | 105807,13 | 538,49 | 90,26 |
| Factor de simultaneidad (en este caso en una determinada hora se puede dar que este todo prendido - cerca de las 00Hs) | | | | | 1 |
| Total | 21730,47 | - | 105807,13 | 538,49 | 90,26 |
| Energía diaria a producirse según el 20% de factor de seguridad | | | 126968,56 | | |
| Energía anual demandada / calculada (semestre invernal 159 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 16823334,2 | 16823,33 | |
| Energía anual a producirse según el 20% de factor de seguridad (semestre invernal 159 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 20188001,04 | 20188,00 | |

Tabla 46. Escenario 2: Demanda energética invierno.

| Tabla Verano (Octubre a Marzo 182 días) | | | | | |
|---|-------------------------|-----------|----------------------|---------|-------|
| Elemento | Potencia Simultánea [W] | Horas/Día | Energía/Día [Wh/Día] | Ah | A |
| Circuito I1 | 147 | 1 | 147 | 0,74 | 0,74 |
| Circuito I2 | 52 | 1 | 52 | 0,26 | 0,26 |
| Circuito I3 | 250 | 3 | 750 | 3,79 | 1,26 |
| Circuito I4 | 299,08 | 3 | 897,23 | 4,53 | 1,51 |
| Circuito T1 | 1800 | 3 | 5400 | 28,88 | 9,63 |
| Circuito T2 | 1600 | 1 | 1600 | 8,56 | 8,56 |
| Circuito T3 | 750 | 5 | 3750 | 20,05 | 4,01 |
| Circuito T5 | 900 | 1 | 900 | 4,81 | 4,81 |
| Circuito C1 | 640 | 1 | 640 | 3,42 | 3,42 |
| Circuito TSPA | 2517 | 2 | 5033,33 | 26,92 | 13,46 |
| Circuito TS-BF | 746 | 2 | 1492 | 7,98 | 3,99 |
| Circuito TS-B | 5595 | 2 | 11190 | 59,84 | 29,92 |
| Circuito TS-GS | 187 | 1 | 187 | 1,00 | 1,00 |
| Circuito 7-TSQ (Solo Tomas) | 1309 | 5 | 6545 | 35,00 | 7,00 |
| Total | 16791 | - | 38582,62 | 205,78 | 89,57 |
| Factor de simultaneidad (en este caso en una determinada hora se puede dar que este todo prendido excepto las bombas de riego TS-BF, TS-B y T5 - cerca de las 16Hs) | | | | | 0,57 |
| Total | 9549,80 | - | 21943,94 | 117,04 | 50,94 |
| Energía diaria a producirse según el 20% de factor de seguridad | | | 26332,73 | | |
| Energía anual demandada / calculada (semestre veraniego 48 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 1053309,06 | 1053,31 | |
| Energía anual a producirse según el 20% de factor de seguridad (semestre veraniego 48 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 1263970,87 | 1263,97 | |

Tabla 47. Escenario 3: Demanda energética verano.

| Tabla Invierno (Abril a Septiembre - 183 días) | | | | | |
|---|-------------------------|-----------|----------------------|--------|-------|
| Elemento | Potencia Simultánea [W] | Horas/Día | Energía/Día [Wh/Día] | Ah | A |
| Circuito I1 | 147 | 1 | 147 | 0,74 | 0,74 |
| Circuito I2 | 52 | 1 | 51,56 | 0,26 | 0,26 |
| Circuito I3 | 250 | 3 | 750 | 3,79 | 1,26 |
| Circuito I4 | 299,08 | 3 | 897,23 | 4,53 | 1,51 |
| Circuito T1 | 1800 | 3 | 5400 | 28,88 | 9,63 |
| Circuito T2 | 1600 | 1 | 1600 | 8,56 | 8,56 |
| Circuito T3 | 750 | 5 | 3750 | 20,05 | 4,01 |
| Circuito T5 | 900 | 1 | 900 | 4,81 | 4,81 |
| Circuito C1 | 640 | 1 | 640 | 3,42 | 3,42 |
| Circuito TSPA | 2517 | 2 | 5033,33 | 26,92 | 13,46 |
| Circuito TS-BF | 746 | 2 | 1492 | 7,98 | 3,99 |
| Circuito TS-B | 5595 | 2 | 11190 | 59,84 | 29,92 |
| Circuito TS-GS | 187 | 1 | 187 | 1,00 | 1,00 |
| Circuito 4-TSQ (Solo Tomas) | 748 | 5 | 3740 | 20,00 | 4,00 |
| Total | 16230 | - | 35777,62 | 190,78 | 86,57 |
| Factor de simultaneidad (en este caso en una determinada hora se puede dar que este todo prendido excepto las bombas de riego TS-BF, TS-B y T5 - cerca de las 15Hs) | | | | | 0,55 |
| Total | 8988,80 | - | 19815,27 | 105,66 | 47,95 |
| Energía diaria a producirse según el 20% de factor de seguridad | | | 23778,32 | | |
| Energía anual demandada / calculada (semestre invernal 24 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 475566,46 | 475,57 | |
| Energía anual a producirse según el 20% de factor de seguridad (semestre invernal 24 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 570679,75 | 570,68 | |

Tabla 48. Escenario 3: Demanda energética invierno.

| Tabla Verano (Octubre a Marzo 182 días) | | | | | |
|---|-------------------------|-----------|----------------------|---------|-------|
| Elemento | Potencia Simultánea [W] | Horas/Día | Energía/Día [Wh/Día] | Ah | A |
| Circuito I1 | 147 | 1 | 147 | 0,74 | 0,74 |
| Circuito I2 | 52 | 1 | 51,56 | 0,26 | 0,26 |
| Circuito T5 | 900 | 1 | 900 | 4,81 | 4,81 |
| Circuito C1 | 640 | 1 | 640 | 3,42 | 3,42 |
| Circuito TSPA | 2517 | 2 | 5033,33 | 26,92 | 13,46 |
| Circuito TS-BF | 746 | 2 | 1492 | 7,98 | 3,99 |
| Circuito TS-B | 5595 | 2 | 11190 | 59,84 | 29,92 |
| Circuito TS-GS | 187 | 1 | 186,50 | 1,00 | 1,00 |
| Circuito 7-TSQ (Solo Tomas) | 1309 | 5 | 6545 | 35,00 | 7,00 |
| Total | 12092 | - | 26185,39 | 139,97 | 64,60 |
| Factor de simultaneidad (en este caso en una determinada hora se puede dar que este todo prendido excepto los quinchos, I1, I2 y T5 - cerca de las 19:30Hs o 08:30Hs) | | | | | 0,80 |
| Total | 9684,17 | - | 20971,68 | 112,10 | 51,74 |
| Energía diaria a producirse según el 20% de factor de seguridad | | | 25166,01 | | |
| Energía anual demandada / calculada (semestre veraniego 134 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 2810204,47 | 2810,20 | |
| Energía anual a producirse según el 20% de factor de seguridad (semestre veraniego 134 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 3372245,36 | 3372,25 | |

Tabla 49. Escenario 4: Demanda energética verano.

| Tabla Invierno (Abril a Septiembre - 183 días) | | | | | |
|---|-------------------------|-----------|----------------------|---------|-------|
| Elemento | Potencia Simultánea [W] | Horas/Día | Energía/Día [Wh/Día] | Ah | A |
| Circuito I1 | 147 | 1 | 147 | 0,74 | 0,74 |
| Circuito I2 | 52 | 1 | 51,56 | 0,26 | 0,26 |
| Circuito T5 | 900 | 1 | 900 | 4,81 | 4,81 |
| Circuito C1 | 640 | 1 | 640 | 3,42 | 3,42 |
| Circuito TSPA | 2517 | 2 | 5033,33 | 26,92 | 13,46 |
| Circuito TS-BF | 746 | 2 | 1492 | 7,98 | 3,99 |
| Circuito TS-B | 5595 | 2 | 11190 | 59,84 | 29,92 |
| Circuito TS-GS | 187 | 1 | 186,50 | 1,00 | 1,00 |
| Circuito 4-TSQ (Solo Tomas) | 748 | 5 | 3740 | 20,00 | 4,00 |
| Total | 11531 | - | 23380,39 | 124,97 | 61,60 |
| Factor de simultaneidad (en este caso en una determinada hora se puede dar que este todo prendido excepto los quinchos, I1, I2 y T5 - cerca de las 19:30Hs o 08:30Hs) | | | | | 0,84 |
| Total | 9684,17 | - | 19636,20 | 104,96 | 51,74 |
| Energía diaria a producirse según el 20% de factor de seguridad | | | 23563,44 | | |
| Energía anual demandada / calculada (semestre invernal 159 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 3122156,01 | 3122,16 | |
| Energía anual a producirse según el 20% de factor de seguridad (semestre invernal 159 días) [Wh/Semestre] / [kWh/Semestre] | | | 3746587,21 | 3746,59 | |

Tabla 50. Escenario 4: Demanda energética invierno.

| | | |
|--------------------------|--|----------|
| ESCENARIO 1 | Energía anual a satisfacerse según el 20% de factor de seguridad (semestre invernal 24 días) [kWh - Semestre] | 3675,86 |
| | Energía anual a satisfacerse según el 20% de factor de seguridad (semestre veraniego 48 días) [kWh - Semestre] | 5764,52 |
| ESCENARIO 2 | Energía anual a satisfacerse según el 20% de factor de seguridad (semestre invernal 159 días) [kWh - Semestre] | 20188,00 |
| | Energía anual a satisfacerse según el 20% de factor de seguridad (semestre veraniego 134 días) [kWh - Semestre] | 10780,22 |
| ESCENARIO 1+2 (invierno) | Energía anual a satisfacerse según el 20% de factor de seguridad (semestre invernal 183 días) [kWh - Semestre] | 23863,86 |
| ESCENARIO 1+2 (verano) | Energía anual a satisfacerse según el 20% de factor de seguridad (semestre veraniego 182 días) [kWh - Semestre] | 16544,74 |
| ESCENARIO 1+2 | Energía TOTAL anual a satisfacerse durante la noche según el 20% de factor de seguridad [kWh - Anual] | 40408,61 |

Tabla 51. Consumo total de energía durante la noche.

| | | |
|--------------------------|--|---------|
| ESCENARIO 3 | Energía anual a satisfacerse según el 20% de factor de seguridad (semestre invernal 24 días) [kWh - Semestre] | 570,68 |
| | Energía anual a satisfacerse según el 20% de factor de seguridad (semestre veraniego 48 días) [kWh - Semestre] | 1263,97 |
| ESCENARIO 4 | Energía anual a satisfacerse según el 20% de factor de seguridad (semestre invernal 159 días) [kWh - Semestre] | 3746,59 |
| | Energía anual a satisfacerse según el 20% de factor de seguridad (semestre veraniego 134 días) [kWh - Semestre] | 3372,25 |
| ESCENARIO 3+4 (invierno) | Energía anual a satisfacerse según el 20% de factor de seguridad (semestre invernal 183 días) [kWh - Semestre] | 4317,27 |
| ESCENARIO 3+4 (verano) | Energía anual a satisfacerse según el 20% de factor de seguridad (semestre veraniego 182 días) [kWh - Semestre] | 4636,22 |
| ESCENARIO 3+4 | Energía TOTAL anual a satisfacerse durante el día según el 20% de factor de seguridad [kWh - Anual] | 8953,48 |

Tabla 52. Consumo total de energía durante el día.

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
|--|-----------------|-------|
| Número de conductores por Sección | mm ² | 1x2,5 |
| Intensidad Admisible al Aire | A | 34 |
| Factor de Corrección por Exposición Directa | - | 0,85 |
| Intensidad Admisible al Aire Corregida | A | 28,9 |
| | | |
| Distancia Aproximada String 1 | km | 0,03 |
| Intensidad de Proyecto String 1 | A | 9,5 |
| Caída de Tensión por Amper Transportado y Unidad de Longitud | V/(A*km) | 16,42 |
| Caída de Tensión String 1 | V | 4,68 |
| | | |
| Tensión del String 1 (10 Paneles de 340Wp) | V | 375 |
| | | |
| Caída de Tensión Porcentual - String 1 | % | 1,25 |

Tabla 53. Verificación caída de tensión conductor paneles solares. Caso 1.

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
|---|--------|--------|
| Corriente de cortocircuito de panel solar 340Wp | A | 9,5 |
| Coeficiente de seguridad | - | 1,25 |
| Isc*Cs | A | 11,875 |
| Corriente de fusible serie máxima | A | 15 |

Tabla 54. Intervalo de corriente p/ fusibles, cadena de 10 paneles de 340Wp. Caso 1.

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
|--------------------------------------|--------|-------|
| Tensión circuito abierto panel solar | V | 46,1 |
| Cantidad de paneles del string | - | 10 |
| Coeficiente de seguridad | - | 1,2 |
| Tensión circuito abierto del string | V | 553,2 |

Tabla 55. Tensión mínima p/ fusibles, cadena de 10 paneles de 340Wp. Caso 1.

NEUQUÉN

TABLA 1 - $R = H_T/H$ Latitud = 38°57' Localidad : Neuquen Aero Provincia : Neuquén
Acimut = +0°

| β° | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | ANUAL |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 0 | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 1,00 | 1,00 | 0,99 |
| 5 | 1,00 | 1,01 | 1,03 | 1,06 | 1,09 | 1,11 | 1,10 | 1,07 | 1,04 | 1,02 | 1,00 | 1,00 | 1,04 |
| 10 | 1,00 | 1,02 | 1,06 | 1,12 | 1,18 | 1,23 | 1,21 | 1,14 | 1,07 | 1,03 | 1,01 | 1,00 | 1,09 |
| 15 | 1,00 | 1,03 | 1,08 | 1,17 | 1,27 | 1,34 | 1,30 | 1,21 | 1,11 | 1,04 | 1,00 | 0,99 | 1,13 |
| 20 | 0,98 | 1,03 | 1,10 | 1,22 | 1,35 | 1,43 | 1,39 | 1,27 | 1,13 | 1,05 | 0,99 | 0,98 | 1,16 |
| 25 | 0,97 | 1,02 | 1,11 | 1,26 | 1,42 | 1,52 | 1,47 | 1,32 | 1,15 | 1,05 | 0,98 | 0,96 | 1,19 |
| 30 | 0,95 | 1,01 | 1,12 | 1,29 | 1,48 | 1,60 | 1,54 | 1,36 | 1,16 | 1,04 | 0,96 | 0,94 | 1,21 |
| 35 | 0,92 | 1,00 | 1,12 | 1,32 | 1,53 | 1,68 | 1,60 | 1,40 | 1,17 | 1,03 | 0,94 | 0,91 | 1,22 |
| 40 | 0,89 | 0,98 | 1,11 | 1,34 | 1,57 | 1,74 | 1,66 | 1,42 | 1,17 | 1,01 | 0,91 | 0,88 | 1,22 |
| 45 | 0,86 | 0,95 | 1,10 | 1,35 | 1,61 | 1,78 | 1,70 | 1,44 | 1,16 | 0,99 | 0,88 | 0,84 | 1,22 |
| 50 | 0,82 | 0,92 | 1,08 | 1,35 | 1,63 | 1,82 | 1,73 | 1,45 | 1,15 | 0,96 | 0,84 | 0,81 | 1,21 |
| 55 | 0,78 | 0,88 | 1,05 | 1,34 | 1,64 | 1,85 | 1,75 | 1,45 | 1,13 | 0,93 | 0,81 | 0,76 | 1,20 |
| 60 | 0,74 | 0,84 | 1,02 | 1,33 | 1,65 | 1,86 | 1,76 | 1,44 | 1,11 | 0,89 | 0,76 | 0,72 | 1,18 |
| 65 | 0,69 | 0,80 | 0,99 | 1,30 | 1,64 | 1,87 | 1,75 | 1,43 | 1,07 | 0,85 | 0,72 | 0,67 | 1,15 |
| 70 | 0,64 | 0,75 | 0,94 | 1,27 | 1,62 | 1,86 | 1,74 | 1,40 | 1,04 | 0,80 | 0,67 | 0,62 | 1,11 |
| 75 | 0,59 | 0,70 | 0,90 | 1,23 | 1,59 | 1,83 | 1,72 | 1,37 | 0,99 | 0,75 | 0,62 | 0,57 | 1,07 |
| 80 | 0,54 | 0,64 | 0,84 | 1,19 | 1,56 | 1,80 | 1,68 | 1,32 | 0,94 | 0,70 | 0,56 | 0,52 | 1,03 |
| 85 | 0,48 | 0,59 | 0,79 | 1,13 | 1,51 | 1,76 | 1,63 | 1,27 | 0,89 | 0,64 | 0,51 | 0,47 | 0,97 |
| 90 | 0,43 | 0,53 | 0,73 | 1,08 | 1,45 | 1,70 | 1,58 | 1,22 | 0,83 | 0,59 | 0,46 | 0,42 | 0,92 |

Tabla 56. Factor de corrección k mensual para ángulo de azimut 0°.

| BETA 15° | HSP [kWh/m2] | k [adim] | k' [adim] | k'' [adim] | HSPcorregida [kWh/m2] |
|------------|--------------|----------|-----------|------------|-----------------------|
| Enero | 7,68 | 1 | 1 | 1 | 7,68 |
| Febrero | 6,41 | 1,03 | 1 | 1 | 6,60 |
| Marzo | 5,14 | 1,08 | 1 | 1 | 5,55 |
| Abril | 3,82 | 1,17 | 1 | 1 | 4,47 |
| Mayo | 2,62 | 1,27 | 1 | 1 | 3,33 |
| Junio | 2,2 | 1,34 | 1 | 1 | 2,95 |
| Julio | 2,33 | 1,3 | 1 | 1 | 3,03 |
| Agosto | 3,12 | 1,21 | 1 | 1 | 3,78 |
| Septiembre | 4,3 | 1,11 | 1 | 1 | 4,77 |
| Octubre | 5,64 | 1,04 | 1 | 1 | 5,87 |
| Noviembre | 6,96 | 1 | 1 | 1 | 6,96 |
| Diciembre | 7,97 | 0,99 | 1 | 1 | 7,89 |

Tabla 57. HSP Corregida p/ paneles orientados al norte con 15° de inclinación.

| Energía Generada Aproximada por Panel en el Día [Wh - Día] | Energía Generada Aproximada por Panel en el Mes [Wh - Mes] | Energía Generada Aproximada por Panel en el Mes [kWh - Mes] | Energía Generada Aproximada por 10 Paneles en el Mes [kWh - Mes] |
|--|--|---|--|
| 2611,2 | 80947,20 | 80,95 | 809,47 |
| 2244,78 | 62853,90 | 62,85 | 628,54 |
| 1887,41 | 58509,65 | 58,51 | 585,10 |
| 1519,60 | 45587,88 | 45,59 | 455,88 |
| 1131,32 | 35070,80 | 35,07 | 350,71 |
| 1002,32 | 30069,60 | 30,07 | 300,70 |
| 1029,86 | 31925,66 | 31,93 | 319,26 |
| 1283,57 | 39790,61 | 39,79 | 397,91 |
| 1622,82 | 48684,60 | 48,68 | 486,85 |
| 1994,30 | 61823,42 | 61,82 | 618,23 |
| 2366,4 | 70992,00 | 70,99 | 709,92 |
| 2682,70 | 83163,76 | 83,16 | 831,64 |
| Energía Anual Generada por 10 Paneles [kWh - Año] | | | 6494,19 |

Tabla 58. Energía generada por 10 paneles de 340Wp policristalinos. Caso 1.

| CONCEPTOS FACTURADOS PARA USUARIO T2 | |
|--------------------------------------|------------------|
| *ENERGIA | |
| Cargo Fijo | 1953993,288 |
| Cargo variable | 1394923,26 |
| Subtotal | 3348916,55 |
| *IMPUESTOS | |
| Tasa Municipal Alumbrado Público | 13783,08 |
| Canon Municipal | 203367,84 |
| Fondo Municipal Decreto 1210 | 33562,8 |
| Subtotal | 250713,72 |
| *VARIOS | |
| Aporte de Capitalizacion | 481693,68 |
| Subtotal | 481693,68 |
| TOTAL A PAGAR | 408323,95 |

Tabla 59. Total a pagar anualmente de tarifa sin tener instalación fotovoltaica.

| CONCEPTOS FACTURADOS PARA USUARIO T2 | |
|--------------------------------------|-------------------|
| *ENERGIA | |
| Cargo Fijo | 1953993,288 |
| Cargo Variable | 1211403,93 |
| Subtotal | 3165397,22 |
| *IMPUESTOS | |
| Tasa Municipal Alumbrado Público | 13783,08 |
| Canon Municipal | 203367,84 |
| Fondo Municipal Decreto 1210 | 33562,8 |
| Subtotal | 250713,72 |
| *VARIOS | |
| Aporte de Capitalizacion | 481693,68 |
| Subtotal | 481693,68 |
| *Compensación UGE | 0,000 |
| TOTAL A PAGAR | 3897804,62 |

Tabla 60. Total a pagar anualmente de tarifa con instalación fotovoltaica. Caso 1.

| INVERSION SISTEMA FOTOVOLTAICO | | | | |
|--|-----------------|-------|--------------------|-----------------|
| ITEM | PRECIO UNITARIO | CANT. | TOTAL (\$ARS) | TOTAL (\$USD) |
| Bateria Ritar DC 12V - 100Ah | 279395 | 4 | 1117580 | 1530,93 |
| Panel Solar Amerisolar modelo AS-6P 340Wp | 152121 | 10 | 1521210 | 2083,85 |
| Inversor Vltronic - Infini Trifásico 15kW Híbrido | 5292815 | 1 | 5292815 | 7250,43 |
| Medidor Bidireccional | 250000 | 1 | 250000 | 342,47 |
| Gabinete Estanco Genrod 300x450x150 IP65 | 58500 | 1 | 58500 | 80,14 |
| Interruptor Diferencial 4x40Amp - Id=300mA | 64059 | 1 | 64059 | 87,75 |
| Interruptor Termomagnético 4x25Amp - Icu=4,5kA | 13617,75 | 1 | 19369 | 26,53 |
| Interruptor Termomagnético CC 2x16Amp - Icu=4,5kA | 29539,04 | 1 | 29539,04 | 40,46 |
| Soportería para 4 paneles | 121857 | 3 | 365571 | 500,78 |
| Cable Solar de 2,5mm ² (x1mts) - Rojo | 1446 | 70 | 101220 | 138,66 |
| Cable Solar de 2,5mm ² (x1mts) - Negro | 1446 | 70 | 101220 | 138,66 |
| Conector MC4 (Par Macho/Hembra) 1000V | 2074 | 16 | 33184 | 45,46 |
| Riel DIN 35mm ranurado x 1mts | 1989 | 1 | 1989 | 2,72 |
| Protector Descargas Atmosféricas 1000V 2P | 52629 | 1 | 52629 | 72,09 |
| Protector Descargas Atmosféricas 385Vca 4P | 45995 | 1 | 45995 | 63,01 |
| Conductor Sintenax Valio - Prysmian 1x(4x10mm ²) x 10mts | 83000 | 1 | 83000 | 113,70 |
| Bornera para riel DIN 2,5mm ² (x10) | 4800,74 | 2 | 9601,48 | 13,15 |
| Fusible Corriente Continua ABB E 9FXX PV - 1000V Solar 10-15A - 10x38mm - Tofema | 4064,04 | 2 | 8128,08 | 11,13 |
| Portafusible Fusilera DC Corriente Continua 1000V 1 Polo p/Fusible 10x38mm | 4508,36 | 2 | 9016,72 | 12,35 |
| Consumibles (10% extra) | | | 916462,632 | 1255,43 |
| Mano de Obra (30% del costo total de materiales) | | | 2749387,896 | 3766,28 |
| Total Inversion Inicial | | | 12830476,85 | 17576,00 |
| Compensación Certificado de Crédito Fiscal (CCF) | 120000 | \$/kW | 408000 | 558,90 |
| Total Inversion Inicial con CCF | | | 12422476,85 | 17017,09 |

Tabla 61. Inversión inicial instalación fotovoltaica caso 1.

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
|--|-----------------|-------|
| Número de conductores por Sección | mm ² | 1x4 |
| Intensidad Admisible al Aire | A | 46 |
| Factor de Corrección por Exposición Directa | - | 0,85 |
| Intensidad Admisible al Aire Corregida | A | 39,1 |
| Distancia Aproximada String 1 | km | 0,06 |
| Intensidad de Proyecto String 1 | A | 18,45 |
| Caída de Tensión por Amper Transportado y Unidad de Longitud | V/(A*km) | 10,18 |
| Caída de Tensión String 1 | V | 11,27 |
| Tensión del String 1 (15 Paneles de 600Wp) | V | 520,5 |
| Caída de Tensión Porcentual - String 1 | % | 2,17 |

Tabla 62. Verificación caída de tensión conductor paneles solares. Caso 2.

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
|---|--------|---------|
| Corriente de cortocircuito de panel solar 340Wp | A | 18,45 |
| Coefficiente de seguridad | - | 1,25 |
| Isc*Cs | A | 23,0625 |
| Corriente de fusible serie máxima | A | 30 |

Tabla 63. Intervalo de corriente p/ fusibles, cadena de 15 paneles de 600Wp. Caso 2.

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
|--------------------------------------|--------|-------|
| Tensión circuito abierto panel solar | V | 41,6 |
| Cantidad de paneles del string | - | 15 |
| Coefficiente de seguridad | - | 1,2 |
| Tensión circuito abierto del string | V | 748,8 |

Tabla 64. Tensión mínima p/ fusibles, cadena de 15 paneles de 600Wp. Caso 2.

| Energía Generada Aproximada por Panel en el Día [Wh - Día] | Energía Generada Aproximada por Panel en el Mes [Wh - Mes] | Energía Generada Aproximada por Panel en el Mes [kWh - Mes] | Energía Generada Aproximada por 15 Paneles en el Mes [kWh - Mes] |
|--|--|---|--|
| 4608 | 142848,00 | 142,85 | 2142,72 |
| 3961,38 | 110918,64 | 110,92 | 1663,78 |
| 3330,72 | 103252,32 | 103,25 | 1548,78 |
| 2681,64 | 80449,20 | 80,45 | 1206,74 |
| 1996,44 | 61889,64 | 61,89 | 928,34 |
| 1768,8 | 53064,00 | 53,06 | 795,96 |
| 1817,4 | 56339,40 | 56,34 | 845,09 |
| 2265,12 | 70218,72 | 70,22 | 1053,28 |
| 2863,8 | 85914,00 | 85,91 | 1288,71 |
| 3519,36 | 109100,16 | 109,10 | 1636,50 |
| 4176 | 125280,00 | 125,28 | 1879,20 |
| 4734,18 | 146759,58 | 146,76 | 2201,39 |
| Energía Anual Generada por 15 Paneles [kWh - Año] | | | 17190,50 |

Tabla 65. Energía generada por 15 paneles de 600Wp monocristalinos. Caso 2.

| CONCEPTOS FACTURADOS PARA USUARIO T2 | |
|--------------------------------------|-------------------|
| *ENERGIA | |
| Cargo Fijo | 1953993,288 |
| Consumo | 1141906,78 |
| Subtotal | 3095900,07 |
| *IMPUESTOS | |
| Tasa Municipal Alumbrado Público | 13783,08 |
| Canon Municipal | 203367,84 |
| Fondo Municipal Decreto 1210 | 33562,8 |
| Subtotal | 250713,72 |
| *VARIOS | |
| Aporte de Capitalización | 481693,68 |
| Subtotal | 481693,68 |
| *Compensación UGE | 159213,393 |
| TOTAL A PAGAR | 3669094,08 |

Tabla 66. Total a pagar anualmente de tarifa con instalación fotovoltaica. Caso 2.

| INVERSION SISTEMA FOTOVOLTAICO (600Wp) | | | | |
|--|-----------------|-------|---------------|---------------|
| ITEM | PRECIO UNITARIO | CANT. | TOTAL (\$ARS) | TOTAL (\$USD) |
| Panel Solar Amerisolar modelo AS-8M120-HC 600Wp | 237128 | 15 | 3556920 | 4872,49 |
| Inversor Growatt MID15KTL3-X Trifásico 2MPPT 15KW | 1598649 | 1 | 1598649 | 2189,93 |
| Medidor Bidireccional | 250000 | 1 | 250000 | 342,47 |
| Gabinete Estanco Genrod 300x450x150 IP65 | 58500 | 1 | 58500 | 80,14 |
| Interruptor Diferencial 4x40Amp - Id=300mA | 64059 | 1 | 64059 | 87,75 |
| Interruptor Termomagnético 4x25Amp - Icu=4,5kA | 13617,75 | 1 | 13617,75 | 18,65 |
| Interruptor Termomagnético CC 2x25Amp - Icu=4,5kA | 124838,1 | 1 | 124838,1 | 171,01 |
| Soportería para 4 paneles | 121857 | 4 | 487428 | 667,71 |
| Cable Solar de 6mm2 (x1mts) - Rojo | 2583 | 60 | 154980 | 212,30 |
| Cable Solar de 6mm2 (x1mts) - Negro | 2583 | 60 | 154980 | 212,30 |
| Conector MC4 (Par Macho/Hembra) 1000V | 2074 | 16 | 33184 | 45,46 |
| Riel DIN 35mm ranurado x 1mts | 1989 | 1 | 1989 | 2,72 |
| Protector Descargas Atmosféricas 1000V 2P | 52629 | 1 | 52629 | 72,09 |
| Protector Descargas Atmosféricas 385Vca 4P | 45995 | 1 | 45995 | 63,01 |
| Conductor Sintenax Valio - Prysmian 1x(4x10mm2) x 10mts | 83000 | 1 | 83000 | 113,70 |
| Bornera para riel DIN 6mm2 (x10) | 4722 | 2 | 9444 | 12,94 |
| Fusible Corriente Continua ABB E 9FXX PV - 1000V Solar 20-25A - 10x38mm - Tofema | 5165,51 | 2 | 10331,02 | 14,15 |
| Portafusible Fusilera DC Corriente Continua 1000V 1 Polo p/Fusible 10x38mm | 4508,36 | 4 | 18033,44 | 24,70 |
| Consumibles (10% extra) | | | 671857,731 | 920,35 |
| Mano de Obra (30% del costo total de materiales) | | | 2015573,193 | 2761,06 |
| Total Inversion Inicial | | | 9406008,234 | 12884,94 |
| Compensación Certificado de Crédito Fiscal (CCF) | 120000 | \$/kW | 1080000 | 1479,45 |
| Total Inversión Inicial con CCF | | | 8326008,234 | 11405,49 |

Tabla 67. Inversión inicial instalación fotovoltaica caso 2.

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
|--|----------|-------|
| Número de conductores por Sección | mm2 | 1x6 |
| Intensidad Admisible al Aire | A | 59 |
| Factor de Corrección por Exposición Directa | - | 0,85 |
| Intensidad Admisible al Aire Corregida | A | 50,15 |
| | | |
| Distancia Aproximada String 1 | km | 0,04 |
| Distancia Aproximada String 2 | km | 0,04 |
| Intensidad de Proyecto String 1 | A | 18,45 |
| Intensidad de Proyecto String 2 | A | 18,45 |
| Caída de Tensión por Amper Transportado y Unidad de Longitud | V/(A*km) | 6,78 |
| Caída de Tensión String 1 | V | 5,00 |
| Caída de Tensión String 2 | V | 5,00 |
| | | |
| Tensión del String 1 (15 Paneles de 600Wp) | V | 520,5 |
| Tensión del String 2 (5 paneles de 600Wp) | V | 173,5 |
| | | |
| Caída de Tensión Porcentual - String 1 | % | 0,96 |
| Caída de Tensión Porcentual - String 2 | % | 2,88 |

Tabla 68. Verificación caída de tensión conductor paneles solares. Caso 3.

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
|---|--------|---------|
| Corriente de cortocircuito de panel solar 600Wp | A | 18,45 |
| Coeficiente de seguridad | - | 1,25 |
| Isc*Cs | A | 23,0625 |
| Corriente de fusible serie máxima | A | 30 |

Tabla 69. Intervalo de corriente p/ fusibles, cadena de 15 paneles de 600Wp. Caso 3.

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
|--------------------------------------|--------|-------|
| Tensión circuito abierto panel solar | V | 41,6 |
| Cantidad de paneles del string | - | 15 |
| Coeficiente de seguridad | - | 1,2 |
| Tensión circuito abierto del string | V | 748,8 |

Tabla 70. Tensión mínima p/ fusibles, cadena de 15 paneles de 600Wp. Caso 3.

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR |
|--------------------------------------|--------|-------|
| Tensión circuito abierto panel solar | V | 41,6 |
| Cantidad de paneles del string | - | 5 |
| Coeficiente de seguridad | - | 1,2 |
| Tensión circuito abierto del string | V | 249,6 |

Tabla 71. Tensión mínima p/ fusibles, cadena de 5 paneles de 600Wp. Caso 3.

| BETA 45° | HSP [kWh/m2] | k [adim] | k' [adim] | k'' [adim] | HSPcorregida [kWh/m2] |
|------------|--------------|----------|-----------|------------|-----------------------|
| Enero | 7,68 | 0,86 | 1 | 1 | 6,60 |
| Febrero | 6,41 | 0,95 | 1 | 1 | 6,09 |
| Marzo | 5,14 | 1,1 | 1 | 1 | 5,65 |
| Abril | 3,82 | 1,35 | 1 | 1 | 5,16 |
| Mayo | 2,62 | 1,61 | 1 | 1 | 4,22 |
| Junio | 2,2 | 1,78 | 1 | 1 | 3,92 |
| Julio | 2,33 | 1,7 | 1 | 1 | 3,96 |
| Agosto | 3,12 | 1,44 | 1 | 1 | 4,49 |
| Septiembre | 4,3 | 1,16 | 1 | 1 | 4,99 |
| Octubre | 5,64 | 0,9 | 1 | 1 | 5,08 |
| Noviembre | 6,96 | 0,88 | 1 | 1 | 6,12 |
| Diciembre | 7,97 | 0,84 | 1 | 1 | 6,69 |

Tabla 72. HSP Corregida p/ paneles orientados al norte con 45° de inclinación. Caso 3.

| Energía Generada Aproximada por Panel en el Día [Wh - Día] | Energía Generada Aproximada por Panel en el Mes [Wh - Mes] | Energía Generada Aproximada por Panel en el Mes [kWh - Mes] | Energía Generada Aproximada por 5 Paneles en el Mes [kWh - Mes] |
|--|---|---|---|
| 3962,88 | 122849,28 | 122,85 | 614,25 |
| 3653,7 | 102303,60 | 102,30 | 511,52 |
| 3392,4 | 105164,40 | 105,16 | 525,82 |
| 3094,2 | 92826,00 | 92,83 | 464,13 |
| 2530,92 | 78458,52 | 78,46 | 392,29 |
| 2349,6 | 70488,00 | 70,49 | 352,44 |
| 2376,6 | 73674,60 | 73,67 | 368,37 |
| 2695,68 | 83566,08 | 83,57 | 417,83 |
| 2992,8 | 89784,00 | 89,78 | 448,92 |
| 3045,6 | 94413,60 | 94,41 | 472,07 |
| 3674,88 | 110246,40 | 110,25 | 551,23 |
| 4016,88 | 124523,28 | 124,52 | 622,62 |
| | Energía Anual Generada por 5 Paneles [kWh - Año] | | 5741,49 |
| | Energía Anual Generada por 5 Paneles Corregida debido a que no están orientados al norte - Pérdida Anual del 25% [kWh - Año] | | 4306,12 |

Tabla 73. Energía generada por 5 paneles de 600Wp monocristalinos orientados al Este/Oeste. Caso 3.

| CONCEPTOS FACTURADOS PARA USUARIO T2 | |
|--------------------------------------|-------------------|
| *ENERGIA | |
| Cargo Fijo | 1953993,288 |
| Consumo | 1141906,78 |
| Subtotal | 3095900,07 |
| *IMPUESTOS | |
| Tasa Municipal Alumbrado Público | 13783,08 |
| Canon Municipal | 203367,84 |
| Fondo Municipal Decreto 1210 | 33562,8 |
| Subtotal | 250713,72 |
| *VARIOS | |
| Aporte de Capitalizacion | 481693,68 |
| Subtotal | 481693,68 |
| *Compensación UGE | 242446,320 |
| TOTAL A PAGAR | 3585861,15 |

Tabla 74. Total a pagar anualmente de tarifa con instalación fotovoltaica. Caso 3.

| INVERSION SISTEMA FOTOVOLTAICO (600Wp) | | | | |
|--|-----------------|----------|----------------------|----------------------|
| ITEM | PRECIO UNITARIO | CANTIDAD | PRECIO TOTAL (\$ARS) | PRECIO TOTAL (\$USD) |
| Panel Solar Amerisolar modelo AS-8M120-HC 600Wp | 237128 | 25 | 5928200 | 8120,82 |
| Llave de Transferencia Automática Tomnz 2P Bipolar 100A | 99900 | 1 | 99900 | 136,85 |
| Inversor Growatt MID15KTL3-X Trifásico 2MPPT 15KW | 1598649 | 1 | 1598649 | 2189,93 |
| Medidor Bidireccional | 250000 | 1 | 250000 | 342,47 |
| Gabinete Estanco Genrod 300x450x150 IP65 | 58500 | 1 | 58500 | 80,14 |
| Interruptor Diferencial 4x40Amp - Id=300mA | 64059 | 1 | 64059 | 87,75 |
| Interruptor Termomagnético 4x25Amp - Icu=4,5kA | 13617,75 | 1 | 13617,75 | 18,65 |
| Interruptor Termomagnético CC 2x25Amp - Icu=4,5kA | 124838,1 | 2 | 249676,2 | 342,02 |
| Soportería para 4 paneles | 121857 | 7 | 852999 | 1168,49 |
| Cable Solar de 6mm2 (x1mts) - Rojo | 2583 | 80 | 206640 | 283,07 |
| Cable Solar de 6mm2 (x1mts) - Negro | 2583 | 80 | 206640 | 283,07 |
| Conector MC4 (Par Macho/Hembra) 1000V | 2074 | 26 | 53924 | 73,87 |
| Riel DIN 35mm ranurado x 1mts | 1989 | 1 | 1989 | 2,72 |
| Protector Descargas Atmosféricas 1000V 2P | 52629 | 1 | 52629 | 72,09 |
| Protector Descargas Atmosféricas 385Vca 4P | 45995 | 1 | 45995 | 63,01 |
| Conductor Sintenax Valio - Prysmian 1x(4x10mm2) x 10mts | 83000 | 1 | 83000 | 113,70 |
| Bornera para riel DIN 6mm2 (x10) | 4722 | 2 | 9444 | 12,94 |
| Fusible Corriente Continua ABB E 9FXX PV - 1000V Solar 20-25A - 10x38mm - Tofema | 5165,51 | 2 | 10331,02 | 14,15 |
| Portafusible Fusilera DC Corriente Continua 1000V 1 Polo p/Fusible 10x38mm | 4508,36 | 4 | 18033,44 | 24,70 |
| Consumibles (10% extra) | | | 980422,641 | 1343,04 |
| Mano de Obra (30% del costo total de materiales) | | | 2941267,923 | 4029,13 |
| Total Inversion Inicial | | | 13725916,97 | 18802,63 |
| Compensación Certificado de Crédito Fiscal (CCF) | 120000 | \$/kW | 1800000 | 2465,75 |
| Total Inversión Inicial con CCF | | | 11925916,97 | 16336,87 |

Tabla 75. Inversión inicial instalación fotovoltaica Caso 3.

13 ANEXO 5 Catálogos

Luminarias utilizadas:

PLASMA

- VIDA ÚTIL 30.000 Hrs.
- EMPOTRABLE TECHO
- APLIQUE PLAFÓN
- CREE
- INTERIOR
- ADMITE EMERGENCIA



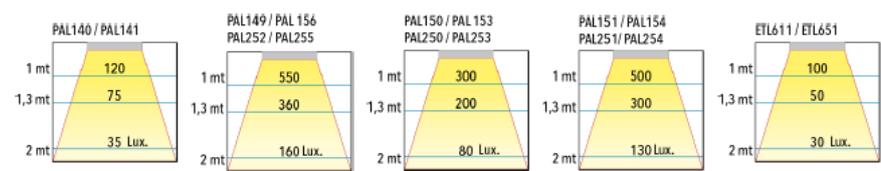
DESCRIPCIÓN | INFORMACIÓN TÉCNICA

TIPO DE LUMINARIA: Empotrable y plafón adosable
TIPO DE TECHO: Para durlock y armstrong, incluye clips de sujeción
SISTEMA ÓPTICO: Difusor de Policarbonato Opal
DISTRIBUCIÓN DE LUZ: Directa - Simétrica
MATERIALES: Marco de aluminio inyectado
TRATAMIENTO DE SUPERFICIE: Pintura polvo poliéster
FUENTE DE LED: Externa Incorporada
RECOMENDACION: Uso Residencial Domiciliario



| CÓDIGO | TIPO | POTENCIA | FLUJO | MEDIDAS | TEMP. COLOR LED | COLOR |
|--------|------------|----------|---------|------------|-------------------|----------|
| PAL140 | Plafón | 6 w | 360 lm | Ø 120 mm | 3000k / 4000k | BL-NM-NG |
| PAL150 | Plafón | 12 w | 960 lm | Ø 170 mm | 3000k / 4000k | BL-NM-NG |
| PAL151 | Plafón | 18 w | 1440 lm | Ø 225 mm | 3000k-4000k-6000k | BL-NM-NG |
| PAL149 | Plafón | 24 w | 1920 lm | Ø 300 mm | 3000k-4000k-6000k | BL-NM-NG |
| PAL141 | Plafón | 6 w | 360 lm | 120x120 mm | 3000k / 4000k | BL-NM-NG |
| PAL153 | Plafón | 12 w | 960 lm | 170x170 mm | 3000k / 4000k | BL-NM-NG |
| PAL154 | Plafón | 18 w | 1440 lm | 225x225 mm | 3000k-4000k-6000k | BL-NM-NG |
| PAL156 | Plafón | 24 w | 1920 lm | 300x300 mm | 3000k-4000k-6000k | BL-NM-NG |
| ETL611 | Empotrable | 6 w | 360 lm | Ø 120 mm | 3000k / 4000k | BL-NM |
| PAL250 | Empotrable | 12 w | 960 lm | Ø 170 mm | 3000k / 4000k | BL-NM |
| PAL251 | Empotrable | 18 w | 1440 lm | Ø 225 mm | 3000k-4000k-6000k | BL-NM-NG |
| PAL252 | Empotrable | 24 w | 1920 lm | Ø 300 mm | 3000k-4000k-6000k | BL-NM |
| ETL651 | Empotrable | 6 w | 360 lm | 120x120 mm | 3000k / 4000k | BL-NM |
| PAL253 | Empotrable | 12 w | 960 lm | 170x170 mm | 3000k / 4000k | BL-NM |
| PAL254 | Empotrable | 18 w | 1440 lm | 225x225 mm | 3000k-4000k-6000k | BL-NM-NG |
| PAL255 | Empotrable | 24 w | 1920 lm | 300x300 mm | 3000k-4000k-6000k | BL-NM |

ILUMINANCIA



MARE



- SUSPENDIDO COLGANTE
- APLIQUE PLAFÓN
- INTERIOR
- SEMICUBIERTO
- ADMITE EMERGENCIA

INFORMACIÓN TÉCNICA

| CÓDIGO | ZÓCALO | POTENCIA | MEDIDAS |
|--------|--------|----------|-------------|
| X300 | G13 | 1x9 w | 660x88 mm |
| X301 | G13 | 2x9 w | 660x138 mm |
| X302 | G13 | 1x18 w | 1260x88 mm |
| X303 | G13 | 2x18 w | 1260x138 mm |
| X305 | G13 | 2x25 w | 1560x138 mm |

DESCRIPCIÓN

TIPO DE LUMINARIA: Hermética de Aplicar / Suspendida
SISTEMA ÓPTICO: Difusor de Policarbonato Transparente
DISTRIBUCIÓN DE LUZ: Directa - Simétrica
MATERIALES: Base y Difusor de Policarbonato, Reflector de Acero esmaltado

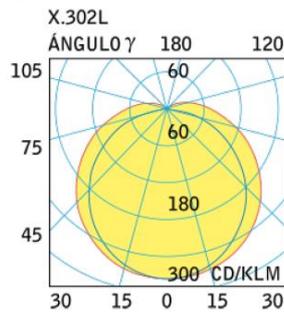


COLORES

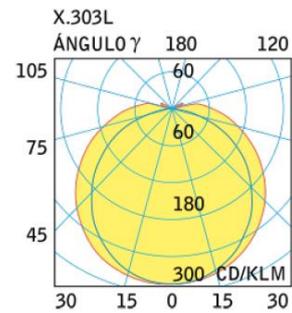
GR



Tubo LED



Tubo LED



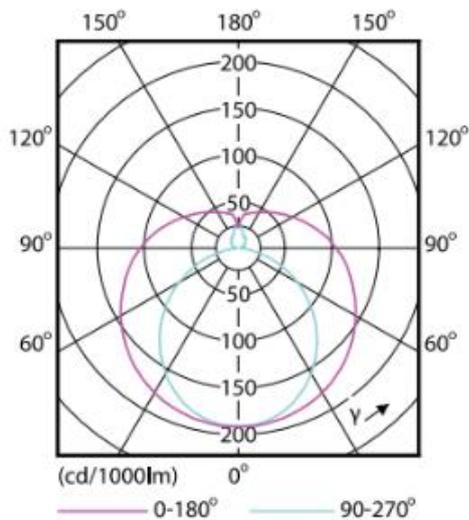
Tubos LED Ecofit T8

Ecofit Mains LEDtube 600mm 8W 740 G

Actualizá tus tubos LED con los tubos LED Ecofit, que son eficientes y de larga duración. Los tubos LED Ecofit son una forma fácil y rápida de reemplazar tus antiguos tubos fluorescentes con la tecnología LED eficiente y moderna. Buena calidad de luz con un efecto de iluminación natural para uso en aplicaciones de

Datos del producto

| Funcionamiento de emergencia | | Tiempo de calentamiento para 60 % de luz (nominal) | |
|---|----------------------------------|--|---|
| Tapa y base | G13 [Medium Bi-Pin Fluorescent] | Factor de potencia (nominal) | 0.5 |
| Cumple con el reglamento RoHS de la UE | Sí | Voltaje (nominal) | 220-240 V |
| Vida útil nominal (nominal) | 15000 h | Temperatura | |
| Ciclo de alternado | 50000 | T° ambiente (máx.) | 45 °C |
| Rendimiento inicial (conforme con IEC) | | T° ambiente (mín.) | -20 °C |
| Código de color | 740 [CCT de 4.000 K] | T° almacenamiento (máx.) | 65 °C |
| Ángulo de haz (nominal) | 240 ° | T° almacenamiento (mín.) | -40 °C |
| Flujo luminoso (nominal) | 800 lm | T° estuche máxima (nominal) | 60 °C |
| Designación de color | Blanco frío (CW) | Controles y regulación | |
| Temperatura de color correlacionada (nominal) | 4000 K | Con regulación de intensidad | No |
| Eficacia lumínica (promedio) (nominal) | 100,00 lm/W | Datos técnicos de la luz | |
| Consistencia de color | <7 | Longitud del producto | 600 mm |
| Índice de reproducción de color (Nom) | 73 | Forma del foco | Tubo, terminal doble |
| LLMF al final de la vida útil nominal (nominal) | 70 % | Aprobación y aplicación | |
| Mecánicos y de carcasa | | Marcas de aprobación | Conformidad con RoHS Certificado KEMA Keur |
| Frecuencia de entrada | 50 a 60 Hz | | |
| Potencia (nominal) | 8 W | | |
| Tiempo de inicio (nominal) | 0,5 s | | |



LEDtube 600mm 8W 740 T8 CN I G

Tubos LED Ecofit T8

Ecofit Mains LEDtube 1200mm 16W 740 G

Actualizá tus tubos LED con los tubos LED Ecofit, que son eficientes y de larga duración. Los tubos LED Ecofit son una forma fácil y rápida de reemplazar tus antiguos tubos fluorescentes con la tecnología LED eficiente y moderna. Buena calidad de luz con un efecto de iluminación natural para uso en aplicaciones de iluminación general con una inversión inicial baja. Es una solución ecológica.

Datos del producto

Funcionamiento de emergencia

| | |
|--|----------------------------------|
| Tapa y base | G13 [Medium Bi-Pin Fluorescent] |
| Cumple con el reglamento RoHS de la UE | SI |
| Vida útil nominal (nominal) | 15000 h |
| Ciclo de alternado | 50000 |

Rendimiento inicial (conforme con IEC)

| | |
|---|-----------------------|
| Código de color | 740 [CCT de 4.000 K] |
| Ángulo de haz (nominal) | 240 ° |
| Flujo luminoso (nominal) | 1600 lm |
| Designación de color | Blanco frío (CW) |
| Temperatura de color correlacionada (nominal) | 4000 K |
| Eficacia lumínica (promedio) (nominal) | 100,00 lm/W |
| Consistencia de color | <7 |
| Índice de reproducción de color (Nom) | 73 |
| LLMF al final de la vida útil nominal (nominal) | 70 % |

Mecánicos y de carcasa

| | |
|----------------------------|------------|
| Frecuencia de entrada | 50 a 60 Hz |
| Potencia (nominal) | 16 W |
| Tiempo de inicio (nominal) | 0,5 s |

| | |
|--|-----------|
| Tiempo de calentamiento para 60 % de luz (nominal) | 0.5 s |
| Factor de potencia (nominal) | 0.5 |
| Voltaje (nominal) | 220-240 V |

Temperatura

| | |
|-----------------------------|--------|
| T° ambiente (máx.) | 45 °C |
| T° ambiente (mín.) | -20 °C |
| T° almacenamiento (máx.) | 65 °C |
| T° almacenamiento (mín.) | -40 °C |
| T° estuche máxima (nominal) | 60 °C |

Controles y regulación

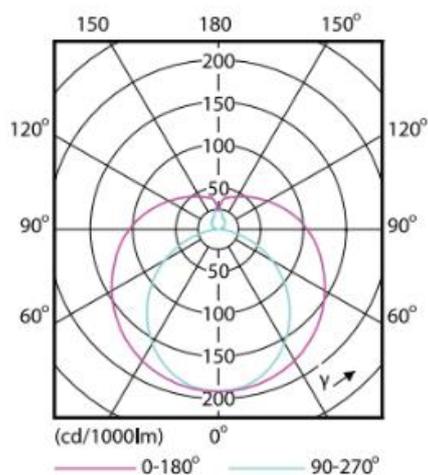
| | |
|------------------------------|----|
| Con regulación de intensidad | No |
|------------------------------|----|

Datos técnicos de la luz

| | |
|-----------------------|----------------------|
| Longitud del producto | 1200 mm |
| Forma del foco | Tubo, terminal doble |

Aprobación y aplicación

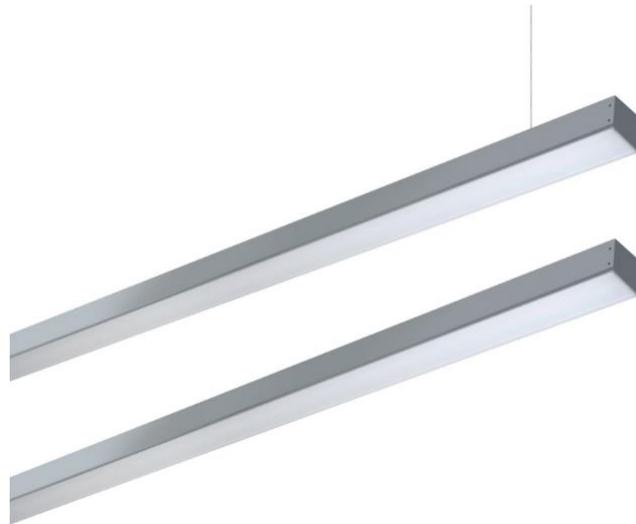
| | |
|----------------------|---|
| Marcas de aprobación | Conformidad con RoHS Certificado KEMA Keur |
|----------------------|---|



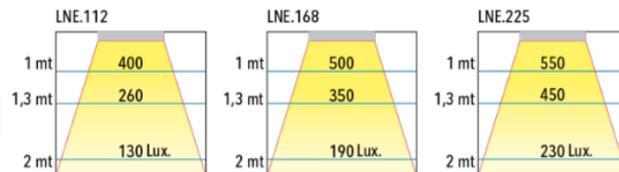
LEDtube 1200mm 16W 740 T8 CN I G

EVO LINE

- VIDA ÚTIL 30.000 Hrs.
- SUSPENDIDO COLGANTE
- APLIQUE PLAFÓN
- OPCIÓN DIMERIZABLE DALI
- SAMSUNG
- OSRAM
- INTERIOR
- ADMITE EMERGENCIA
- CRI



ILUMINANCIA



DESCRIPCIÓN

TIPO DE LUMINARIA: Suspendida / Plafón
SISTEMA ÓPTICO: Difusor de policarbonato extruido
 Opto MAX
DISTRIBUCIÓN DE LUZ: Directa - simétrica
MATERIALES: Base de acero
TRATAMIENTO DE SUPERFICIE: Pintura en polvo poliéster
FUENTE DE LED: Externa
DRIVERS: Helvar / Philips

INFORMACIÓN TÉCNICA

| CÓDIGO | FORTE 2 ft20 | POTENCIA | FLUJO | MEDIDA |
|---------|-----------------|----------|---------|--------------|
| LNE.112 | 2 | 25 w | 4400 lm | 49 x 1126 mm |
| LNE.168 | 3 | 38 w | 6600 lm | 49 x 1687 mm |



IP20



COLORES



.....
 Forte Gen4 2ft20

 Forte Gen4 1ft20

 Forte Gen4 1/2ft20

LOOK



VIDA ÚTIL 30.000 Hrs.



PROYECTOR



CREE



INTERIOR



DESCRIPCIÓN

TIPO DE LUMINARIA: Cabezal para riel

SISTEMA ÓPTICO: Reflector de aluminio brillante

DISTRIBUCIÓN DE LUZ: Directa - Simétrica

MATERIALES: Cuerpo de aluminio inyectado

TRATAMIENTO DE SUPERFICIE: Pintura en polvo poliéster



COLORES



LED INSIDE

LED

INFORMACIÓN TÉCNICA

| CÓDIGO | POTENCIA | ANGULO APERTURA | FLUJO | DRIVER |
|--------|----------|-----------------|---------|------------|
| 269011 | 12 w | 15 ° | 1500 lm | on/off |
| 269012 | 12 w | 24 ° | 1400 lm | on/off |
| 269013 | 12 w | 36 ° | 1250 lm | on/off |
| 269031 | 30 w | 15 ° | 3600 lm | on/off |
| 269030 | 30 w | 24 ° | 3300 lm | on/off |
| 269032 | 30 w | 36 ° | 3000 lm | on/off |
| 269511 | 12 w | 15 ° | 1500 lm | Dim. TRIAC |
| 269512 | 12 w | 24 ° | 1400 lm | Dim. TRIAC |
| 269513 | 12 w | 36 ° | 1250 lm | Dim. TRIAC |
| 269531 | 30 w | 15 ° | 3600 lm | Dim. TRIAC |
| 269530 | 30 w | 24 ° | 3300 lm | Dim. TRIAC |
| 269532 | 30 w | 36 ° | 3000 lm | Dim. TRIAC |



Philips Hue Lámpara Individual WCA 5.7W GU10

- Luz blanca y de color
- Control instantáneo mediante Bluetooth
- Control mediante aplicación o voz*
- Agrega el Bridge Hue para desbloquear más funciones

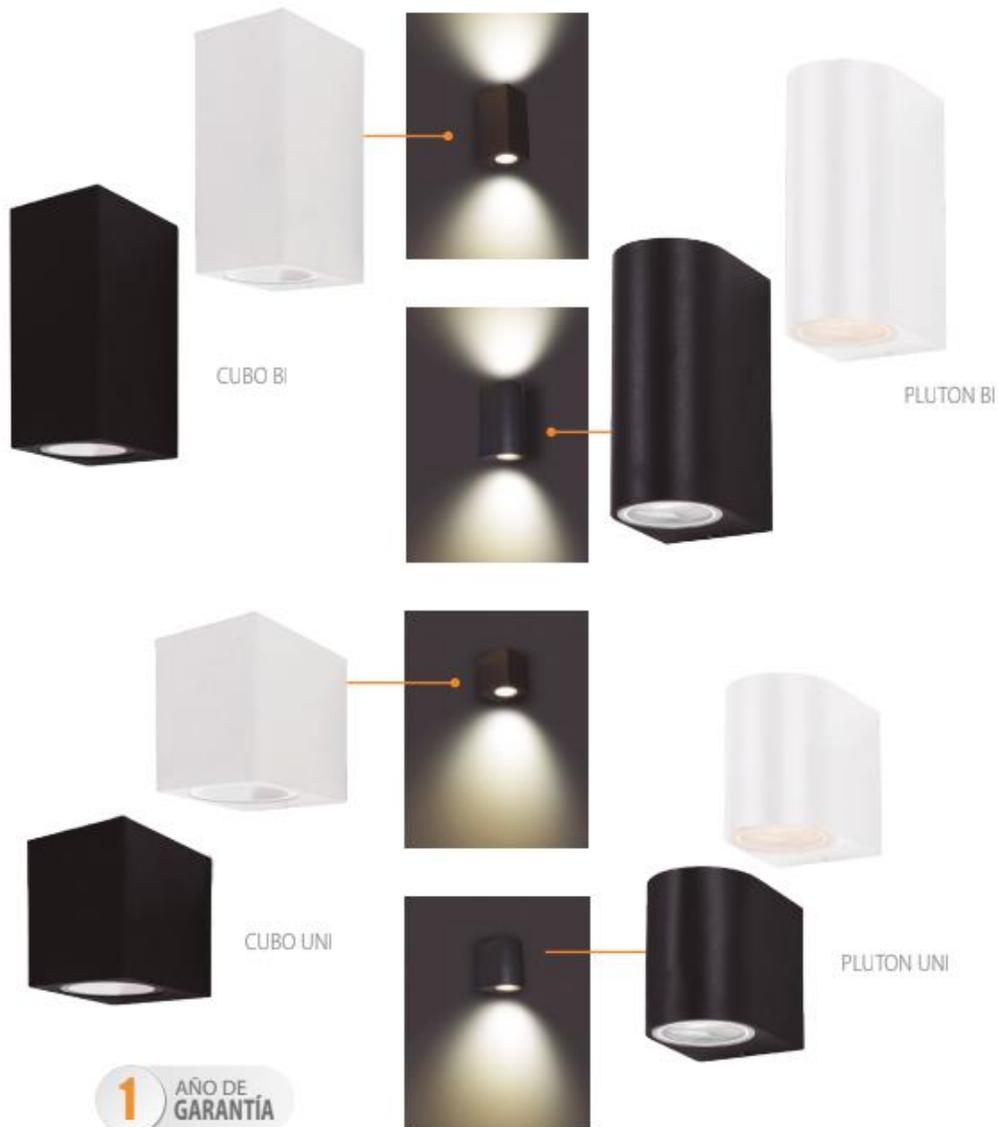
CUBO / PLUTON

PARA LÁMPARA DICROICA GU10

Luminarias de diseño refinado y excelente terminación. Con cuerpos fabricados en inyección de aluminio, acabado con poliéster microtexturado negro o

blanco y difusores de vidrio templado transparente. De fácil instalación y no requiere mantenimiento.

***No incluye lámpara**



1 AÑO DE GARANTÍA

| IP54 | UNIDIRECCIONAL | | BIDIRECCIONAL | |
|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| | CUBO UNI | PLUTON UNI | CUBO BI | PLUTON BI |
| Potencia eléctrica | 7 W | 7 W | 14 W | 14 W |
| Color | Blanco/Negro | | Blanco/Negro | |
| Dimensiones | 80 x 75 x 90 mm | 80 x 65 x 90 mm | 150 x 75 x 90 mm | 150 x 65 x 90 mm |
| Zócalo | GU10 | | GU10 | |

PROA

VIDA ÚTIL 30.000 Hrs.



PROYECTOR



CREE



DESCRIPCIÓN

TIPO DE LUMINARIA: Proyector de led

SISTEMA ÓPTICO: Vidrio templado transparente -reflector de aluminio brillante

DISTRIBUCIÓN DE LUZ: Directa - Simétrica

MATERIALES: Cuerpo de aluminio inyectado

TRATAMIENTO DE SUPERFICIE: Pintura en polvo poliéster



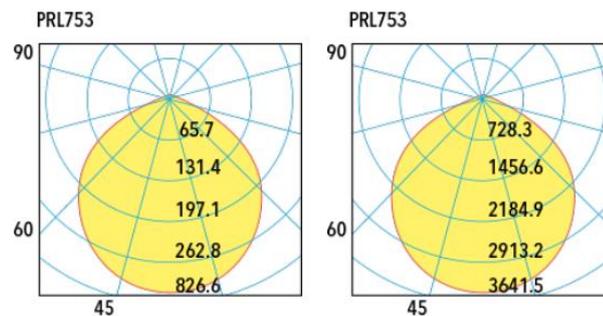
COLORES

T

LED INSIDE

INFORMACIÓN TÉCNICA

| CÓDIGO | POTENCIA | FLUJO | MEDIDAS | DRIVER | APERTURA |
|--------|----------|----------|---------------------|---------------------|----------|
| PRL760 | 10 w | 900 lm | L:108 A:81 P:24 mm | On Board | 120° |
| PRL761 | 30 w | 2700 lm | L:187 A:140 P:24 mm | On Board | 120° |
| PRL762 | 50 w | 4500 lm | L:217 A:163 P:26 mm | On Board | 120° |
| PRL763 | 100 w | 9000 lm | L:287 A:224 P:32 mm | On Board | 120° |
| PRL754 | 150 w | 13500 lm | L:367 A:337 P:86 mm | Interno Incorporado | 120° |
| PRL755 | 200 w | 18000 lm | L:430 A:400 P:78 mm | Interno Incorporado | 120° |



Arlight

LUMINARIA
PARA USO EXTERIOR
A-09.19.02 AL-50
LED
20W



Apto para
intemperie.
Driver incorporado.



| | |
|-------------|----------------------|
| CÓDIGO | A-09.19.02 AL-50 |
| COLOR | Gris |
| VOLTAJE | 90-265V |
| POTENCIA | 20W |
| LÚMENES | 1800 lm |
| TEMP. COLOR | 5000K |
| IP | 65 (apto intemperie) |
| VIDA ÚTIL | 30.000hs |
| GARANTÍA | 3 años |



1800
lm

30000
Hs.



LUZ
FRÍA

ALTA
POTENCIA

AHORRA
ENERGÍA

PERLA LED

CRI **80**

VIDA ÚTIL 30.000 Hrs.

FAROLA

CREE

EXTERIOR



DESCRIPCIÓN

TIPO DE LUMINARIA: Farola

SISTEMA ÓPTICO: Difusor de policarbonato transparente con ópticas antideslumbrante

DISTRIBUCIÓN DE LUZ: Directa - Simétrica

MATERIALES: Cuerpo y base de aluminio inyectado, columna de acero

TRATAMIENTO DE SUPERFICIE: Pintura en polvo poliéster



COLORES

GR

INFORMACIÓN TÉCNICA

| CÓDIGO | | POTENCIA | FLUJO | MEDIDAS |
|--------|---------|----------|---------|-----------------|
| 1480C | CABEZAL | 60 w | 4500 lm | 560x522 mm |
| 1480 | FAROLA | 60 w | 4500 lm | 560x522x3000 mm |

KALI

VIDA UTIL 30.000 Hrs



FAROLA



CREE



EXTERIOR



CRI \geq 80



DESCRIPCIÓN

TIPO DE LUMINARIA: Farola

SISTEMA ÓPTICO: Difusor policarbonato

DISTRIBUCIÓN DE LUZ: Directa - Simétrica

MATERIALES: Cuerpo y base de aluminio inyectado, columna de acero

TRATAMIENTO DE SUPERFICIE: Pintura polvo poliéster

INFORMACIÓN TÉCNICA

| CÓDIGO | | POTENCIA | FLUJO | MEDIDAS |
|--------|---------|----------|---------|-----------------|
| 1700C | CABEZAL | 80 w | 6000 lm | 440x470 mm |
| 1700 | FAROLA | 80 w | 6000 lm | 440x470x3000 mm |



COLORES



LED INSIDE

LED

YOLO STREET

VIDA ÚTIL 30.000 Hrs.



FAROLA



PHILIPS



EXTERIOR



CRI



DESCRIPCIÓN

TIPO DE LUMINARIA: Cabezal de alumbrado Público

SISTEMA ÓPTICO: Ópticas de policarbonato. Cristal templado

DISTRIBUCIÓN DE LUZ: Directa - Simétrica

MATERIALES: Cuerpo de aluminio inyectado

TRATAMIENTO DE SUPERFICIE: Pintura en polvo poliéster

FUENTE DE LED: Interna Incorporada

DRIVERS: Meanwell



COLORES



LED INSIDE

LED

INFORMACIÓN TÉCNICA

| CÓDIGO | POTENCIA | FLUJO | MEDIDA |
|---------|----------|----------|--------------------|
| RUA 080 | 80 w | 9600 lm | 616 x 259 x 186 mm |
| RUA 120 | 120 w | 14400 lm | 676 x 303 x 186 mm |

MEGA



El nuevo proyector **Mega LED** fue diseñado para la iluminación de grandes áreas y espacios deportivos gracias a su nueva óptica que incorpora lentes haciendo que la iluminación llegue a más distancia. Cuenta con Leds de alta calidad garantizando una eficiencia máxima. Posee un diseño innovador.



DISPONIBLE CON ÓPTICA DE 20°, 60° Y 90°

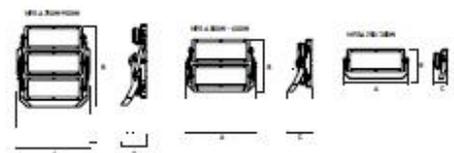
CATEGORÍA:

Proyectores LED



CUERPO: Inyección de aluminio **DIFUSOR:** Unidad de módulos led con óptica y protección exterior de vidrio templado serigrafiado **DRIVER:** Incorporado en la luminaria y cuenta con protección de línea (DM-6kV y CM-6kV), sobre temperatura, cortocircuito y circuito abierto **VIDA ÚTIL:** 50000 hs. **UTILIZACIÓN:** Alumbrado exterior **APLICACIONES:** Iluminación de estadios, grandes áreas, etc

LA LUMINARIA CUENTA CON 5 AÑOS DE GARANTÍA.



> color NEGRO

> IP65

| CÓDIGO | WATTS | TENSIÓN | TEMP COLOR | FLUJO (LM) | EFICIENCIA | CRI | FACTOR P. | VIDA ÚTIL | AxBxC (mm) | PESO (KG) |
|----------|-------|----------|------------|------------|------------|-----|-----------|-----------|-------------|-----------|
| MEGA 250 | 250 | 220-240V | 5000K | 35000 | >140LM/W | 80 | 0.9 | 50000 HS | 624x287x134 | 9.67 |
| MEGA 300 | 300 | 220-240V | 5000K | 40500 | >135LM/W | 80 | 0.9 | 50000 HS | 624x287x134 | 9.67 |
| MEGA 500 | 500 | 220-240V | 5000K | 70000 | >140LM/W | 80 | 0.9 | 50000 HS | 675x504x232 | 20 |
| MEGA 600 | 600 | 220-240V | 5000K | 78000 | >130LM/W | 80 | 0.9 | 50000 HS | 675x504x232 | 20 |
| MEGA 750 | 750 | 220-240V | 5000K | 101250 | >135LM/W | 80 | 0.9 | 50000 HS | 693x776x242 | 31 |
| MEGA 900 | 900 | 220-240V | 5000K | 117000 | >130LM/W | 80 | 0.9 | 50000 HS | 693x776x242 | 31 |

INOXA

- OSRAM 
- VIDA ÚTIL 30.000 Hrs. 
- APLIQUE PLAFÓN 
- OPCIÓN DIMERIZABLE DALI 
- EXTERIOR 
- ADMITE EMERGENCIA 
- CRI 



DESCRIPCIÓN

- TIPO DE LUMINARIA:** Plafón exterior
- SISTEMA ÓPTICO:** Difusor de policarbonato opal
- DISTRIBUCIÓN DE LUZ:** Directa - Simétrica
- MATERIALES:** Cuerpo de aluminio inyectado
- TRATAMIENTO DE SUPERFICIE:** Pintura en polvo poliéster
- FUENTE DE LED:** Interna Incorporada

INFORMACIÓN TÉCNICA

| CÓDIGO | POTENCIA | FLUJO |
|--------|----------|---------|
| T400LE | 20 w | 1440 lm |



COLORES



SALIDA

VIDA ÚTIL 30.000 Hrs.



APLICACIÓN SUSPENDER



CREE



INTERIOR



DESCRIPCIÓN

TIPO DE LUMINARIA: Indicador

SISTEMA ÓPTICO: Difusor de policarbonato transparente

MATERIALES: Cuerpo de policarbonato

INFORMACIÓN TÉCNICA

CÓDIGO

EM.35

EM.35S

INSCRIPCIÓN

SALIDA

SALIDA DE EMERGENCIA

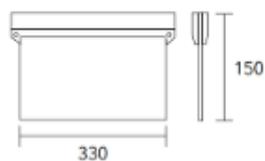


LED INSIDE

LED

DIMENSIONES

EM35



Conductores:

Fotovoltaicos **Baja tensión**

TECSUN - H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kV_{ac} máx.) (1,8/1,8 kV_{dc} máx.)
 Norma diseño: EN 50618 / IEC 62930
 Designación genérica: H1Z2Z2-K



D_{ca}-s2,d2,a2
(secciones desde 1,5 a 10 mm²)



E_{ca}
(secciones superiores a 10 mm²)



DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
<https://es.prysmiangroup.com/dop>

N° DoP 1016009 (D_{ca}-s2,d2,a2)
 N° DoP 1007351 (E_{ca})

Ensayos de fuego que superan todas las secciones.



No propagación de la llama
 UNE-EN 60332-1-2
 IEC 60332-1-2
 NFC 32070-C2



No propagación de incendio
 UNE-EN 50305-9



Libre de halógenos
 UNE-EN 50525-1



Baja opacidad de humos
 UNE-EN 61034-2
 IEC 61034-2



Baja emisión de gases corrosivos
 UNE-EN 50305
 (ITC<3)

Ensayos de fuego adicionales para cables con secciones inferiores a 16 mm² (D_{ca}-s2,d2,a2)



Libre de halógenos
 UNE-EN 60754-2
 UNE-EN 60754-1
 IEC 60754-2
 IEC 60754-1



Baja emisión de humos
 UNE-EN 50399



Baja emisión de gases corrosivos
 UNE-EN 60754-2
 IEC 60754-2



Baja emisión de calor
 UNE-EN 50399



Máxima resistencia al agua (AD8)



Resistencia al frío



Cable flexible



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia al ozono



Resistencia al calor húmedo



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a los golpes



Resistencia a la abrasión



Apto para enterrar directamente

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión durante 5 min: 6500 Vac / 15000 Vdc.

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea (secciones inferiores a 16 mm²):

- Clase de reacción al fuego (CPR): **D_{ca}-s2,d2,a2**.
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo:
[UNE-EN 60332-1-2](#); [UNE-EN 50399](#);
[UNE-EN 60754-2](#); [UNE-EN 61034-2](#).

Normativa de fuego completa (incluidas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea) (secciones inferiores a 16 mm²):

- No propagación de la llama:
[UNE-EN 60332-1-2](#); IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2

- No propagación del incendio:
[UNE-EN 50305-9](#).
- Libre de halógenos:
[UNE-EN 60754-2](#); [UNE-EN 50525-1](#).
- Baja emisión de humos:
[UNE-EN 50399](#).
- Baja opacidad de humos:
[UNE-EN 61034-2](#); IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
[UNE-EN 60754-2](#).
- Baja emisión de gases tóxicos:
[UNE-EN 60754-2](#); [UNE-EN 50305](#) (ITC<3).
- Baja emisión de calor:
[UNE-EN 50399](#).

Prysmian

A brand of
Prysmian Group

Baja Tensión

0,6 / 1,1 kV

VV-K / VV-R



NORMAS DE REFERENCIA

DESCRIPCION

Instalaciones Fijas

SINTENAX VALIO

IRAM 2178

> CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico según IRAM NM 280.

Forma: redonda flexible o compacta y sectorial, según corresponda.



Flexibilidad:

- Conductores de cobre :

Unipolares : Cuerdas flexibles Clase 5 hasta 240 mm² e inclusive y cuerdas compactas Clase 2 para secciones superiores. A pedido las cuerdas Clase 5 pueden reemplazarse por cuerdas Clase 2 (compactas o no según corresponda).

Multipolares : Cuerdas flexible Clase 5 hasta 35 mm² y Clase 2 para secciones superiores , siendo circulares compactas hasta 50 mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.

- Conductores de aluminio :

Unipolares : Cuerdas circulares Clase 2 , normales o compactas según corresponda.

Multipolares : Cuerdas circulares Clase 2 normales o compactas según corresponda hasta 50mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.

Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.



Norma de Fabricación

Tensión nominal

Temperatura de servicio

Cuerdas flexibles hasta 35 mm²

No propagación de la llama

No propagación del incendio

Resistencia a agentes químicos

Sello IRAM

Sello de Seguridad Eléctrica

Marcación secuencial de longitud

52

CONDICIONES DE EMPLEO



En bandejas



Directamente enterrado



Enterrado en canaletas



Enterrado en cañerías

Baja Tensión

RV-K / RV-R

NORMAS DE REFERENCIA ▶

DESCRIPCION ▶



Distribución en BT

RETENAX VALIO

IRAM 2178

> CONDUCTOR

Metal: cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico según IRAM 2011 e IRAM 2176 respectivamente.

Forma: Redonda (flexible "Clase 5" o compacta "Clase 2") y sectorial ("Clase 2") para cables tripolares y tripolares con neutro con secciones superiores a los 50 mm².

Flexibilidad: Las cuerdas en todos los casos responden a las exigencias de las Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228.

Conductores de cobre:

- Unipolares : Cuerdas flexibles Clase 5 hasta 240 mm² e inclusive y cuerdas compactas Clase 2 para secciones superiores. A pedido las cuerdas Clase 5 pueden reemplazarse por cuerdas Clase 2 (compactas o no según corresponda).

- Multipolares : Cuerdas flexible Clase 5 hasta 35 mm² y Clase 2 para secciones superiores , siendo circulares compactas hasta 50 mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.

Conductores de aluminio:

- Unipolares : Cuerdas circulares Clase 2 , normales o compactas según corresponda.

- Multipolares : Cuerdas circulares Clase 2 normales o compactas según corresponda hasta 50mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.

Temperatura máxima en el conductor: 90°C en servicio continuo, 250°C en cortocircuito.

> AISLANTE

Polietileno reticulado silanizado (xlpe).

Identificación de los conductores:

Unipolares: Marrón

Bipolares: Marrón / Negro

Tripolares: Marrón / Negro / Rojo

Tetrapolares: Marrón / Negro / Rojo / Celeste

Otras colores de identificación bajo pedido.

| | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------|------------|------------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| Norma de Fabricación | Tensión nominal | Temperatura de servicio | Cuerdas flexibles ó rígidas | Resistente a la absorción de agua | Resistente a los rayos ultravioletas | No propagación de la llama | Resistente a agentes químicos | Mezclas ecológicas | Sello IRAM | Sello de Seguridad Eléctrica |

70

CONDICIONES DE EMPLEO



Directamente enterrado



Enterrado en canaletas



Enterrado en cañerías

Baja Tensión

0,6 / 1 kV

RZ1-R



NORMAS DE REFERENCIA

DESCRIPCION

**Bajísima emisión de humos
y gases tóxicos**

AFUMEX 1000

IRAM 62266

CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: conductores clase 5 hasta 6 mm² y clase 2 para secciones mayores; según IRAM NM-280 e IEC 60228, según corresponda; según corresponda.

Temperatura máxima en el conductor: 90° C en servicio continuo, 250° C en cortocircuito.

AISLANTE

Polietileno reticulado silanizado (xlpe).

Identificación de los conductores:

Unipolares: Marrón

Bipolares: Marrón / Negro

Tripolares: Marrón / Negro / Rojo

Tetrapolares; Marrón / Negro / Rojo / Celeste.

RELLENO

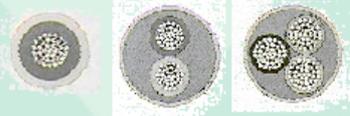
De material extruido no higroscópico tipo AFUMEX (formulación PRYSMIAN), colocado sobre las fases reunidas y cableadas.

Protecciones y blindajes (eventuales): como protección mecánica se emplea una armadura metálica de cintas de acero cincado para los cables multipolares o bien cintas de aluminio para los unipolares; como protección electromagnética se aplican blindajes de alambres o cintas de Cu.

ENVOLTURA

Mezcla termoplástica tipo AFUMEX (formulación Prysmian).

Marcación: **PRYSMIAN AFUMEX 1000 - IND. ARG.— 1kV. IRAM 62266. Nro. de conductores * Sección**



Norma de Fabricación

Tensión nominal

Temperatura de servicio

Cuerdas flexibles o rígidas

No propagación de la llama

No propagación del incendio

Reducida emisión de gases tóxicos

Nula emisión de gases corrosivos

Baja emisión de humos opacos

Compuestos ecológicos

CONDICIONES DE EMPLEO



En bandejas o en aire



Cañería embutida



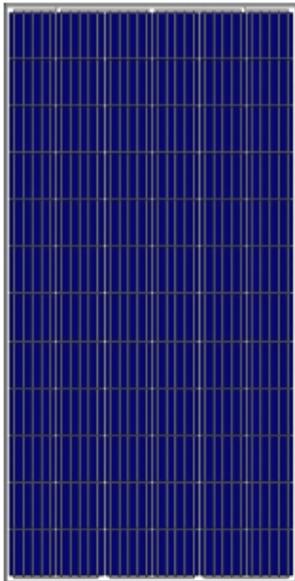
Cañería a la vista

Paneles Solares:



AS-6P

POLYCRYSTALLINE MODULE



Passionately
committed to
delivering innovative
energy solution

ADVANCED PERFORMANCE & PROVEN ADVANTAGES

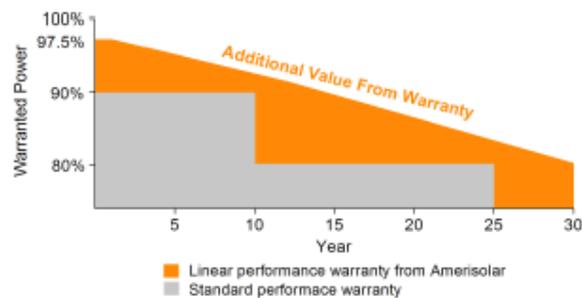
- High module conversion efficiency up to 17.52% through innovative five busbar cell technology.
- Low degradation and excellent performance under high temperature and low light conditions.
- Robust aluminum frame ensures the modules to withstand wind loads up to 2400Pa and snow loads up to 5400Pa.
- High reliability against extreme environmental conditions (passing salt mist, ammonia and hail tests).
- Potential induced degradation (PID) resistance.
- Positive power tolerance of 0 ~ +3 %.

CERTIFICATIONS

- IEC61215, IEC61730, IEC62716, IEC61701, CE, CQC, CGC, ETL(USA), JET(Japan), J-PEC(Japan), Kemoo(South Korea), KS(South Korea), MCS(UK), CEC(Australia), FSEC(FL-USA), CSI Eligible(CA-USA), Israel Electric(Israel), InMetro(Brazil), TSE(Turkey)
- ISO9001:2008: Quality management system
- ISO14001:2004: Environmental management system
- OHSAS18001:2007: Occupational health and safety management system

SPECIAL WARRANTY

- 12 years limited product warranty.
- Limited linear power warranty: 12 years 91.2% of the nominal power output, 30 years 80.6% of the nominal power output.



| ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Nominal Power (P_{max}) | 300W | 305W | 310W | 315W | 320W | 325W | 330W | 335W | 340W | |
| Open Circuit Voltage (V_{oc}) | 45.3V | 45.4V | 45.5V | 45.6V | 45.7V | 45.8V | 45.9V | 46.0V | 46.1V | |
| Short Circuit Current (I_{sc}) | 8.68A | 8.76A | 8.85A | 8.93A | 9.04A | 9.15A | 9.26A | 9.38A | 9.50A | |
| Voltage at Nominal Power (V_{mp}) | 36.7V | 36.8V | 36.9V | 37.0V | 37.1V | 37.2V | 37.3V | 37.4V | 37.5V | |
| Current at Nominal Power (I_{mp}) | 8.18A | 8.29A | 8.41A | 8.52A | 8.63A | 8.74A | 8.85A | 8.96A | 9.07A | |
| Module Efficiency (%) | 15.46 | 15.72 | 15.98 | 16.23 | 16.49 | 16.75 | 17.01 | 17.26 | 17.52 | |
| Operating Temperature | -40°C to +85°C | | | | | | | | | |
| Maximum System Voltage | 1000V DC | | | | | | | | | |
| Fire Resistance Rating | Type 1 (in accordance with UL1703)/Class C (IEC61730) | | | | | | | | | |
| Maximum Series Fuse Rating | 15A | | | | | | | | | |

STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperature 25°C, AM1.5

| ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT NOCT | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Nominal Power (P_{max}) | 221W | 224W | 228W | 232W | 236W | 239W | 243W | 247W | 251W | |
| Open Circuit Voltage (V_{oc}) | 41.7V | 41.8V | 41.9V | 42.0V | 42.1V | 42.2V | 42.3V | 42.4V | 42.5V | |
| Short Circuit Current (I_{sc}) | 7.03A | 7.10A | 7.17A | 7.23A | 7.32A | 7.41A | 7.50A | 7.60A | 7.70A | |
| Voltage at Nominal Power (V_{mp}) | 33.4V | 33.5V | 33.6V | 33.7V | 33.8V | 33.9V | 34.0V | 34.1V | 34.2V | |
| Current at Nominal Power (I_{mp}) | 6.62A | 6.69A | 6.79A | 6.89A | 6.98A | 7.05A | 7.15A | 7.25A | 7.34A | |

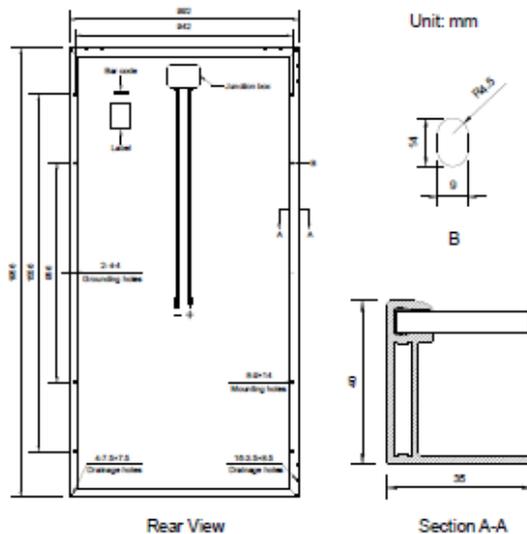
NOCT: Irradiance 800W/m², Ambient temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s

| MECHANICAL CHARACTERISTICS | |
|----------------------------|--|
| Cell type | Polycrystalline 5BB 156x156mm (6x6inches) |
| Number of cells | 72 (6x12) |
| Module dimensions | 1956x992x40mm (77.01x39.06x1.57inches) |
| Weight | 22.5kg (49.6lbs) |
| Front cover | 3.2mm (0.13inches) tempered glass with AR coating |
| Frame | Anodized aluminum alloy |
| Junction box | IP67, 3 diodes |
| Cable | 4mm ² (0.006inches ²), 1000mm (39.37inches) |
| Connector | MC4 or MC4 compatible |

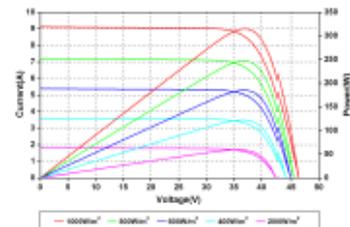
| TEMPERATURE CHARACTERISTICS | |
|---|-----------|
| Nominal Operating Cell Temperature (NOCT) | 45°C±2°C |
| Temperature Coefficients of P_{max} | -0.41%/°C |
| Temperature Coefficients of V_{oc} | -0.31%/°C |
| Temperature Coefficients of I_{sc} | 0.05%/°C |

| PACKAGING | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Standard packaging | 26pcs/pallet |
| Module quantity per 20' container | 260pcs |
| Module quantity per 40' container | 572pcs(GP)/616pcs(HQ) |

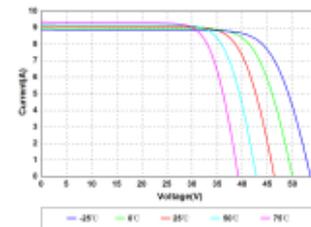
ENGINEERING DRAWINGS



IV CURVES



Current-Voltage and Power-Voltage Curves at Different Irradiances



Current-Voltage Curves at Different Temperatures

Specifications in this datasheet are subject to change without prior notice.

Amerisolar and Amerisolar logo denoted with © are registered trademarks of Worldwide Energy and Manufacturing USA Co., Ltd.



ADVANCED PERFORMANCE & PROVEN ADVANTAGES

- High module conversion efficiency up to 21.38% by using innovative Half-cell design and Multi-busbar(MBB) cell technology.
- Low temperature coefficient and excellent performance under high temperature and low light conditions.
- Robust aluminum frame ensures the modules to withstand wind loads up to 2400Pa and snow loads up to 5400Pa.
- High reliability against extreme environmental conditions (passing salt mist, ammonia and hail tests).
- Potential induced degradation (PID) resistance.

CERTIFICATIONS

- IEC 61215, IEC 61730, CE
- ISO 9001:2015: Quality management system
- ISO 14001:2015: Environmental management system
- ISO 45001:2018: Occupational health and safety management system



SPECIAL WARRANTY

- 20 years product warranty
- 30 years linear power output warranty

Passionately
committed to
delivering innovative
energy solution



| ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC | | | | | | |
|---------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Maximum Power (P_{max}) | 580W | 585W | 590W | 595W | 600W | 605W |
| Open Circuit Voltage (V_{oc}) | 40.8V | 41.0V | 41.2V | 41.4V | 41.6V | 41.8V |
| Short Circuit Current (I_{sc}) | 18.25A | 18.30A | 18.35A | 18.40A | 18.45A | 18.50A |
| Voltage at Maximum Power (V_{mp}) | 33.9V | 34.1V | 34.3V | 34.5V | 34.7V | 34.9V |
| Current at Maximum Power (I_{mp}) | 17.11A | 17.16A | 17.21A | 17.25A | 17.30A | 17.34A |
| Module Efficiency (%) | 20.49 | 20.67 | 20.85 | 21.02 | 21.20 | 21.38 |
| Operating Temperature | -40°C to +85°C | | | | | |
| Maximum System Voltage | 1000V DC/1500V DC | | | | | |
| Fire Resistance Rating | Type 1 (in accordance with UL1703)/Class C (IEC61730) | | | | | |
| Maximum Series Fuse Rating | 30A | | | | | |

STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperature 25°C, AM1.5; Tolerance of P_{max}: ±3%; Measurement Tolerance: ±3%

| ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT NOCT | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Maximum Power (P_{max}) | 435W | 439W | 443W | 447W | 451W | 455W |
| Open Circuit Voltage (V_{oc}) | 38.4V | 38.6V | 38.8V | 39.0V | 39.2V | 39.4V |
| Short Circuit Current (I_{sc}) | 14.78A | 14.82A | 14.86A | 14.90A | 14.94A | 14.98A |
| Voltage at Maximum Power (V_{mp}) | 31.4V | 31.6V | 31.8V | 32.0V | 32.2V | 32.4V |
| Current at Maximum Power (I_{mp}) | 13.86A | 13.90A | 13.94A | 13.97A | 14.01A | 14.05A |

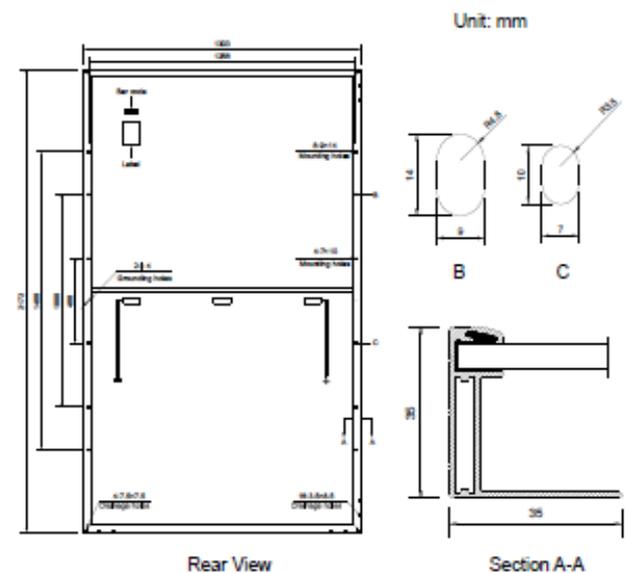
NOCT: Irradiance 800W/m², Ambient temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s

| MECHANICAL CHARACTERISTICS | |
|----------------------------|---|
| Cell type | Monocrystalline PERC 210*105mm |
| Number of cells | 120 (6x20) |
| Module dimensions | 2172x1303x35mm (85.51x51.30x1.38inches) |
| Weight | 31kg (68.3lbs) |
| Front cover | 3.2mm (0.13inches) tempered glass with AR coating |
| Frame | Anodized aluminum alloy |
| Junction box | IP68, 3 diodes |
| Cable | 4mm ² (0.006inches ²), Portrait: 300mm (11.81inches); Landscape: 1300mm (51.18inches) |
| Connector | MC4 or MC4 compatible |

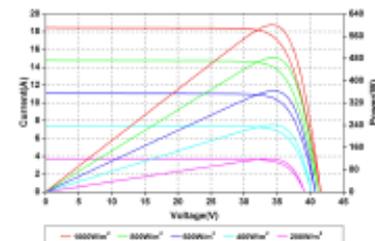
| TEMPERATURE CHARACTERISTICS | |
|---|-----------|
| Nominal Operating Cell Temperature (NOCT) | 43°C±2°C |
| Temperature Coefficients of P_{max} | -0.34%/°C |
| Temperature Coefficients of V_{oc} | -0.26%/°C |
| Temperature Coefficients of I_{sc} | 0.05%/°C |

| PACKAGING | |
|-----------------------------------|--------------|
| Standard packaging | 31pcs/pallet |
| Module quantity per 20' container | 155pcs |
| Module quantity per 40' container | 527pcs (HQ) |

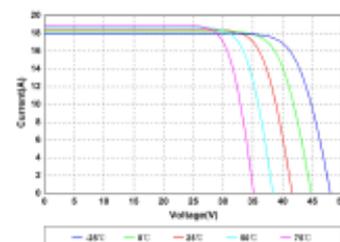
ENGINEERING DRAWINGS



IV CURVES



Current-Voltage and Power-Voltage Curves at Different Irradiances



Current-Voltage Curves at Different Temperatures

Specifications in this datasheet are subject to change without prior notice.

Inversores Fotovoltaicos:

InfiniSolar: On-Grid Inverter with Energy Storage



- Self-consumption and feed-in to the grid
- Programmable supply priority for PV, Battery or Grid
- User-adjustable battery charging current suits different types of batteries
- Programmable multiple operations modes: Grid tie, Off grid, and grid-tie with backup
- Built-in Timer for various mode of on/off operation
- Multiple communication for USB, RS-232, Modbus and SNMP
- Monitoring software for real time status display and control
- Custom-made firmware by ODM contract
- Parallel operation up to 6 units

InfiniSolar On-grid Inverter with Energy Storage Selection Guide

| MODEL | InfiniSolar 3P 10KW | InfiniSolar 3P 15KW |
|--|--|---|
| PHASE | 3-phase In / 3-phase out | |
| MAXIMUM PV INPUT POWER | 14850 W | 22500 W |
| RATED OUTPUT POWER | 10000 W | 15000 W |
| MAXIMUM CHARGING POWER | 9600 W | 15000 W |
| GRID-TIE OPERATION | | |
| PV INPUT (DC) | | |
| Nominal DC Voltage / Maximum DC Voltage | 720 VDC / 900 VDC | 720 VDC / 900 VDC |
| Start-up Voltage / Initial Feeding Voltage | 320 VDC / 350 VDC | 320 VDC / 350 VDC |
| MPP Voltage Range | 400 VDC ~ 800 VDC | 400 VDC ~ 800 VDC |
| Number of MPP Trackers / Maximum Input Current | 2 / 2 x 18.6A | 2 / A: 37.65A; B: 18.6A |
| GRID OUTPUT (AC) | | |
| Nominal Output Voltage | 230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P) | |
| Output Voltage Range | 184 - 265VAC ¹ per phase | 184 - 264.5VAC per phase |
| Nominal Output Current | 14.5A per phase | 21.7A per phase |
| Power Factor | > 0.99 | |
| EFFICIENCY | | |
| Maximum Conversion Efficiency (DC/AC) | 95% | |
| European Efficiency@ Vnominal | 95% | |
| OFF-GRID OPERATION | | |
| AC INPUT | | |
| AC Start-up Voltage / Auto Restart Voltage | 120 - 140 VAC per phase / 180 VAC per phase | |
| Acceptable Input Voltage Range | 170 - 280 VAC per phase | |
| Maximum AC Input Current | 40 A | |
| PV INPUT (DC) | | |
| Maximum DC Voltage | 900 VDC | 900 VDC |
| MPP Voltage Range | 400 VDC ~ 800 VDC | 350 VDC ~ 850 VDC |
| Number of MPP Trackers / Maximum Input Current | 2 / 2 x 18.6A | 2 / A: 37.65A; B: 18.6A |
| BATTERY MODE OUTPUT (AC) | | |
| Nominal Output Voltage | 230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P) | 230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P) |
| Output Waveform | Pure Sinewave | |
| Efficiency (DC to AC) | 91% | 91% |
| HYBRID OPERATION | | |
| PV INPUT (DC) | | |
| Nominal DC Voltage / Maximum DC Voltage | 720 VDC / 900 VDC | 720 VDC / 900 VDC |
| Start-up Voltage / Initial Feeding Voltage | 320 VDC / 350 VDC | 320 VDC / 350 VDC |
| MPP Voltage Range | 400 VDC ~ 800 VDC | 350 VDC ~ 850 VDC |
| Number of MPP Trackers / Maximum Input Current | 2 / 2 x 18.6A | 2 / A: 37.65A; B: 18.6A |
| GRID OUTPUT (AC) | | |
| Nominal Output Voltage | 230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P) | 230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P) |
| Output Voltage Range | 184 - 265 VAC ¹ per phase | 184 - 264.5 VAC per phase |
| Nominal Output Current | 14.5 A per phase | 21.7A per phase |
| AC INPUT | | |
| AC Start-up Voltage / Auto Restart Voltage | 120 - 140 VAC per phase / 180 VAC per phase | 120 - 140 VAC per phase / 180 VAC per phase |
| Acceptable Input Voltage Range | 170 - 280 VAC per phase | 170 - 280 VAC per phase |
| Maximum AC Input Current | 40 A | 40 A |
| BATTERY MODE OUTPUT (AC) | | |
| Nominal Output Voltage | 230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P) | 230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P) |
| Efficiency (DC to AC) | 91% | 91% |
| BATTERY & CHARGER | | |
| Nominal DC Voltage | 48 VDC | |
| Maximum Charging Current | Default 60A, 10A - 200A (Adjustable) | Default 60A, 5A - 300A (Adjustable) |
| GENERAL | | |
| PHYSICAL | | |
| Dimension, D x W x H (mm) | 167.2 x 500 x 622 | 219 x 650 x 820 |
| Net Weight (kgs) | 40 | 62 |
| INTERFACE | | |
| Communication Port | RS-232/USB | RS-232, USB and Dry contact |
| Intelligent Slot | Optional SNMP, Modbus and AS-400 cards available | |
| ENVIRONMENT | | |
| Humidity | 0 ~ 90% RH (Non-Condensing) | |
| Operating Temperature | -10 to 55°C | |
| Altitude | 0 ~ 1000 m** | |

¹These figures may vary depending on different AC voltage and country requirements.
²Power derating 1% every 100 m when altitude is over 1000m.
 Product specifications are subject to change without further notice.

CE WEEE 40-11 4105
 WEEE 0126-1-1
 AEM771, AEM230102, NRS-087-0-1 (only for InfinitiSolar Plus 3000)

 **Voltronic Power**
 Advancing Power

MID 15~25KTL3-X

- Max. efficiency 98.7%
- 40% compact and lighter
- Dual MPP trackers
- Supports export control
- Touch key and OLED display
- Type II SPD on AC and DC side
- Data storage up to 25 years
- DC side 2 in 1 connection enabled



Growatt

www.ginverter.com

P O W E R
- I N G O
T O M O -
R R O W O

| Datasheet | MID 15KTL3-X | MID 17KTL3-X | MID 20KTL3-X | MID 22KTL3-X | MID 25KTL3-X |
|---|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Input data (DC) | | | | | |
| Max. recommended PV power (for module STC) | 22500W | 25500W | 30000W | 33000W | 37500W |
| Max. DC voltage | | | 1100V | | |
| Start Voltage | | | 250V | | |
| Nominal voltage | | | 580V | | |
| MPPT voltage range | | | 160V-1000V | | |
| No. of MPPT trackers | | | 2 | | |
| No. of PV strings per MPPT tracker | 2 | 2 | 2 | 2 | 2/3 |
| Max. input current per MPPT tracker | 25A | 25A | 25A | 25A | 25A/37.5A |
| Max. short circuit current per MPPT | 32A | 32A | 32A | 32A | 32A/48A |
| Output data (AC) | | | | | |
| Rated AC output power | 15000W | 17000W | 20000W | 22000W | 25000W |
| Max. AC apparent power | 16600VA | 18800VA | 22000VA | 24400VA | 27700VA |
| Nominal AC voltage (range*) | 220V/380V, 230V/400V (340-440V) | | | | |
| AC grid frequency (range*) | 50/60 Hz (45-65Hz/55-65 Hz) | | | | |
| Max. output current | 24.2A | 27.4A | 31.9A | 35.5A | 40.2A |
| Adjustable power factor | 0.8leading...0.8lagging | | | | |
| THD | <3% | | | | |
| AC grid connection type | 3W+N+PE | | | | |
| Efficiency | | | | | |
| Max. efficiency | 98.75% | | | | |
| European efficiency | 98.6% | | | | |
| MPPT efficiency | 99.9% | | | | |
| Protection devices | | | | | |
| DC reverse polarity protection | Yes | | | | |
| DC Switch | Yes | | | | |
| AC/DC surge protection | TypeII/Type II | | | | |
| Insulation resistance monitoring | Yes | | | | |
| AC short-circuit protection | Yes | | | | |
| Ground fault monitoring | Yes | | | | |
| Grid monitoring | Yes | | | | |
| Anti-islanding protection | Yes | | | | |
| Residual-current monitoring unit | Yes | | | | |
| String monitoring | Optional | | | | |
| AFCI protection | Optional | | | | |
| General data | | | | | |
| Dimensions (W / H / D) | 525/395/222mm | | | | |
| Weight | 23kg | | | | |
| Operating temperature range | -25 °C ... + 60 °C | | | | |
| Noise emission (typical) | ≤40 dB(A) | | | | |
| Self-Consumption (night) | <1W | | | | |
| Topology | Transformerless | | | | |
| Cooling | Smart air cooling | | | | |
| Protection degree | IP65 | | | | |
| Relative Humidity | 0~100% | | | | |
| Altitude | 4000m | | | | |
| DC connection | H4/MC4(Optional) | | | | |
| AC connection | Cable gland+OT terminal | | | | |
| Display | OLED+LEDWR+APP | | | | |
| Interfaces RS485 / USB / WiFi / GPRS / RF / LAN | Yes/Yes/Optional/Optional/Optional/Optional | | | | |
| Warranty: 5 years / 10 years | Yes /Optional | | | | |
| CE, VDE0126, G99, EN50549, C10/C11, IEC 61712, IEC62114, IEC61727, IEC 60668, IEC 61683, CED-21, N4105, TOR Ezeuger, G98/G99, G100, UNE217001, UNE206007, PO12.2, ISC8565 | | | | | |

* The AC voltage range and frequency range may vary depending on specific country grid standard.
All specifications are subject to change without notice.

Fusibles paneles solares:

E 9F25 PV

Información General

Tipo de producto extendido: E 9F25 PV

Código de producto: 2CSM213576R1801

EAN: 8012542135760

Descripción corta: E 9F25 PV Fuse link

Descripción larga: E 9F25 PV is a 10,3x38 mm cylindrical fuse for photovoltaic applications



Categories

Productos » [Productos y sistemas de baja tensión](#) » [Aparatos modulares de instalación](#) » [Protection and Safety Devices](#) » [Cylindrical and D0 Fuses](#)



Technical

| | |
|------------------------------|---|
| Normas: | IEC 60269-6 |
| Tensión nominal (U_r): | 1000 V |
| Corriente nominal (I_n): | 25 A |
| Capacidad de rotura máxima: | 50 kA |
| Pérdida de potencia: | at Rated Operating Conditions per Pole 3 W |
| Tipo de fusible: | gPV |
| Tipo de desbloqueo: | gPV: Used in string protection of PV modules in photovoltaic applications |
| Material de construcción: | GMG |
| Tamaño del fusible: | 10x38 |
| Material de contacto: | copper tin plated (Cu/Sn) |

Ambiente

| | |
|---|--|
| Estado de RoHS: | Following EU Directive 2011/65/EU and Amendment 2015/863 July 22, 2019 |
| Información sobre RoHS: | 9AKK106713A5626 |
| Declaración REACH: | 9AKK108467A9482 |
| Información medioambiental: | See RoHS Information |
| Plantilla de notificación de minerales de conflicto (CMRT): | 9AKK108468A3363 |

Dimensiones

| | |
|--------------------------|---------------------------------|
| Ancho del product: | 0.001 m |
| Alto del producto: | 0.004 m |
| Largo del product: | 0.001 m |
| Peso del product: | 0.007 kg |
| Diagrama de dimensiones: | 9AKK108466A8536 |

Descargadores AC:

Keyword: with Fuse, I_{max}: 120kA, 1P, 2P, 3P, 3P+NPE, 4P, Similar DEHN guard

SUP2 Surge protective device

Application

SUP2 series surge protective device (hereinafter called SPD) is suitably used in the TT, TN-S, TN-C, IT, TN-C-S and etc power supply system of AC 50/60Hz, rated voltage 380V and below, to protect from direct and indirect lightning impulse and other transient over voltage. SPD meets with GB18802.1/IEC61643-1 standard



Installation

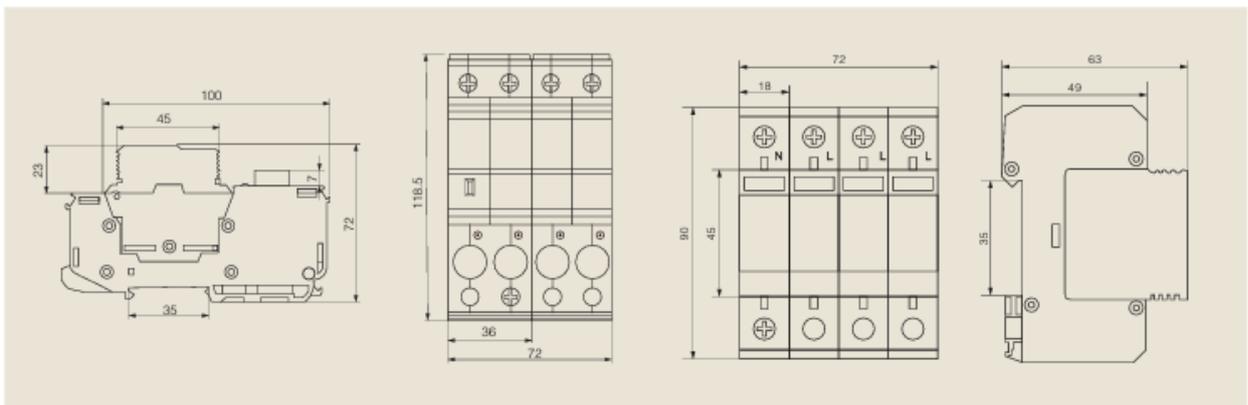
SUP2 is mounted between LPZ1 or LPZ2 zone and LPZ3 zone. The cross sectional area of multi-strand soft copper conductor to be connected: 2.5~ 35 mm². It is used in distribution boxes of living house, computer center, communication equipment, electronic equipment and control equipment or nearestsocket box.

NS6-40 is mounted between LPZ0B or LPZ1 zone and LPZ2 zone. The cross sectional area of multi-strand soft copper conductor to be connected: 2.5~ 35 mm².

Specifications

| Type& Specs | SUP2-15 | | SUP2-40 | | SUP2-65 | | SUP2-80 | | SUP2-100 | | SUP2-120 | |
|--|---|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|----------|-----|----------|-----|
| Max Continuous operating voltage U _c (VAC) | 420 | 275 | 420 | 275 | 420 | 275 | 420 | 275 | 420 | 275 | 420 | 275 |
| Protection voltage level U _p (kV) ≤ | 1.2 | 1.0 | 1.8 | 1.5 | 2.5 | 1.5 | 2.5 | 1.8 | 2.8 | 2.0 | 3.0 | 2.0 |
| Max. discharging current (8/20 μs) I _{max} kA | 15 | | 45 | | 65 | | 80 | | 100 | | 120 | |
| Max. discharging current (8/20 μs) I _{max} kA | 5 | | 15 | | 30 | | 40 | | 50 | | 60 | |
| Response time (ns) | <25 | | | | | | | | | | | |
| Invalidation indicating | Aging invalidation: white: Normal ; red: invalidated | | | | | | | | | | | |
| Protection degree | IP20 | | | | | | | | | | | |
| Application | Protection for incoming line | | | | | | | | | | | |
| Remote signal function | Can be ordered | | | | | | | | | | | |
| Remarks | Other max continuous voltage (U _c) should be customized | | | | | | | | | | | |

Dimensions



Descargadores CC:



| Protector contra sobretensiones serie SUP2H-PV | | SUP2H1-PV | SUP2H1-PV | SUP2-PV |
|--|--------|---|---------------|---------------|
| UPPV(VCC) | | 1000V | 1200V | 1500V |
| Corriente máxima de descarga del sistema (8/20 μ s) I _{max} | | 40KA | 40KA | 40KA |
| Nivel de protección de voltaje (arriba) | | ≤ 4.0 KV | ≤ 4.5 KV | ≤ 4.5 KV |
| Nivel de protección de voltaje a 5 kA (arriba) | | ≤ 3.6 KV | ≤ 4.0 KV | ≤ 5.0 KV |
| Capacidad de ruptura del fusible integrado/clasificación de interrupción | | 40KA/1000vcc | 40KA/1200vcc | 40KA/1500vcc |
| tecnología | | Protección contra sobrecorriente de interrupción de cortocircuito (SCI) | | |
| Rango de temperatura de funcionamiento (TU) | | -40 °C a +80 °C | | |
| Corriente de descarga nominal (8/20 μ s){ (DC+/DC-) > PE} (In) | | 20KA | | |
| Tiempo de respuesta (A) | | < 25ns | | |
| Indicación de estado de funcionamiento/fallo | | Verde (bueno)/ROJO (reemplazo) | | |
| Clasificación del conductor y área de sección transversal | Mínimo | 60/75 °C 1,5 mm ² /14 AWG sólido/flexible | | |
| | Máximo | 60/75°C 35mm ² /2AWG trenzado/25mm ² /4AWG flexible | | |
| Montaje | | Carril DIN de 35 mm según EN 60715 | | |
| Material del recinto | | termoplástico UL 90VO | | |
| Grado de protección | | IP20 | | |
| Capacidad | | 3 módulos, DIN 43880 | | |
| Información sobre normas | | IEC 61643-31 Tipo 2, IEC 61643-1 Clase II | | |
| la garantía del producto | | Cinco años | | |

Jabalina PAT (Catálogo Emprel):



JABALINAS

Jabalina de acero - cobre lisa

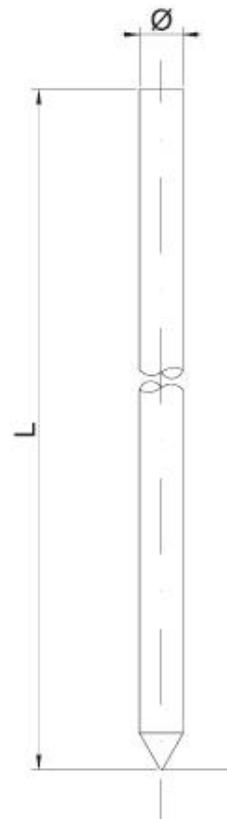
USO:

Puesta a tierra de sistemas eléctricos

NORMA: IRAM 2309/01

ALMA: Acero trellado

COBERTURA: Capa de cobre



| Código | Denominación | | Ø (mm) | L |
|--------------|--------------|-------|--------|------|
| | Comercial | IRAM | | |
| 032200101000 | 3/8" | JL-10 | 9 | 1000 |
| 032200101500 | | | | 1500 |
| 032200102000 | | | | 2000 |
| 032200141000 | 1/2" | JL-14 | 12,6 | 1000 |
| 032200141500 | | | | 1500 |
| 032200142000 | | | | 2000 |
| 032200142500 | | | | 2500 |
| 032200143000 | | | | 3000 |
| 032200161000 | 5/8" | JL-16 | 14,6 | 1000 |
| 032200161500 | | | | 1500 |
| 032200162000 | | | | 2000 |
| 032200162500 | | | | 2500 |
| 032200163000 | | | | 3000 |
| 032200181000 | 3/4" | JL-18 | 16,2 | 1000 |
| 032200181500 | | | | 1500 |
| 032200182000 | | | | 2000 |
| 032200182500 | | | | 2500 |
| 032200183000 | | | | 3000 |

Sitio de Montevideo 2960
(B1824KEP) / Lanús Este
Buenos Aires / Argentina
T. (+54-11) 4220-6878
F. (+54-11) 4220-7957
emprel@emprel.com.ar
www.emprel.com.ar

**GRUPO ELECTROGENO
GENERADOR 8 KW 220V
MONOFÁSICO S/ ARANQUE
HESSEN HSN-HA 9000**



Especificaciones

| | |
|-------------------------------------|---------------|
| Voltaje de corriente alterna | 220 |
| Autonomía de la batería | 10 h |
| Marca | Hessen |
| Condición del ítem | Nuevo |
| Potencia máxima | 8 kW |
| Modelo | HSN-HA 9000-3 |
| Fases | Monofásico |
| Tipos de alimentación | Combustible |
| Potencia nominal | 7.2 kW |
| Métodos de arranque | Eléctrico |
| Potencia de arranque | 8 kW |
| Tipo de tecnología | AVR |