

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE BALDOSAS PIEZOELÉCTRICAS PARA
ILUMINAR MULTICANCHA EN LA SEDE VIÑA DEL MAR

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Técnico Universitario en PROYECTO
Y DISEÑO MECÁNICO

Alumno:

Esteban Ojeda Ojeda

Profesor guía:

Ing. Caren Carmona Vega

RESUMEN

KEYWORDS: BALDOZA PIEZOELÉCTRICA, FOCOS LED, MULTICANCHA

Chile desde hace varios años viene enfrentando situaciones críticas en el sector energético, debido a que la producción de energía es menor a la demanda, el aumento demográfico, entre otros factores. La fuente de energía que se utilizó por muchos años fueron las centrales termoeléctricas e hidroeléctricas, las cuales tienen un impacto negativo en la capa de ozono del planeta y en el ecosistema respectivamente. Producto de esto el estado en los últimos años ha implementado políticas públicas relacionadas con la diversificación de la matriz energética del país, además de apoyar el uso de energías renovables que ayuden a solventar estos inconvenientes.

En este proyecto se abordarán diversos temas, como la eficiencia energética, las energías renovables y el efecto piezoeléctrico, para posteriormente realizar la instalación de baldosas piezoeléctricas en la multicancha de la USM Sede Viña del Mar, las cuales producirán energía eléctrica limpia que se implementará para la iluminación de esta misma. Las baldosas piezoeléctricas tienen la característica de transformar la energía cinética producida por las personas que pasan sobre ellas en energía eléctrica limpia para su uso.

En el capítulo 1 se presentarán antecedentes generales acerca de las energías renovables que existen y nos enfocaremos en la ya mencionada energía piezoeléctrica, demostrando el funcionamiento y las capacidades que esta tecnología posee, además de especificaciones técnicas y normativa.

Posteriormente en el capítulo 2 se dará a conocer el diseño básico del proyecto. Se describirán los elementos que comprenden la baldosa piezoeléctrica y su instalación, dando una pequeña definición con respecto a la baldosa a emplear, igualmente se presentará los antecedentes acerca de su instalación.

Finalmente en el capítulo 3 se presentará detalladamente la instalación de todo el sistema diseñado con la baldosa, además de sus respectivos cálculos eléctricos y detalles sobre la iluminación de la multicancha, asimismo se presentarán los costos y presupuestos asociados a este proyecto.

ÍNDICE DE MATERIAS

RESUMEN

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO	2
1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO	5
1.1.1. Objetivo general	5
1.1.2. Objetivos específicos	5
1.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	6
1.2.1. Especificaciones técnicas generales	6
1.2.1.1. Especificaciones técnicas del lugar	6
1.2.1.1.1. Focos de iluminación	7
1.2.2. Especificaciones técnicas específicas	7
1.2.2.1. Focos LED	7
1.2.2.2. Tecnología LED	8
1.2.2.3. Baterías o acumuladores eléctricos	8
1.2.2.4. Inversor de corriente	9
1.2.2.4.1. Funcionamiento de un inversor de corriente	9
1.2.2.5. Regulador de tensión	10
1.2.2.6. Conductores eléctricos	11
1.2.2.7. Cordón eléctrico	11
1.2.2.8. Tablero eléctrico	12
1.3. DIAGNOSTICO Y METODOLOGÍA DE DISEÑO	12
1.3.1. Energías renovables	13
1.3.1.1. Energía piezoeléctrica	14
1.3.1.2. Baldosa piezoeléctrica	16
1.3.1.2.1. Partes y funcionamiento de baldosa piezoeléctrica	17
1.3.2. Metodología de diseño	19
1.3.2.1. Método sistemático para diseñadores	19
1.3.2.2. Método de la caja transparente	20
1.3.2.3. Modelo de diseño de Robert Norton	21
1.3.3. Metodología de diseño a emplear	22
1.4. NORMATIVA ASOCIADA A PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE	23
1.4.1. Norma para la instalación de luminaria	23
1.5. ANTECEDENTES DE LA UNIVERSIDAD	24
1.5.1. Misión, Visión y Valores de la Universidad técnica Federico Santa María	24

CAPÍTULO 2. INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO	28
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA EXISTENTE	28
2.2. SOLUCIÓN PREELIMINAR DEL PROBLEMA	28
2.3. MULTICANCHA DE LA SEDE VIÑA DEL MAR	28
2.3.1. Especificaciones técnicas de la cancha	29
2.3.2. Medidas de la cancha	30
2.4. BALDOSA PIEZOELÉCTRICA A EMPLEAR	30
2.4.1. Baldosas piezoeléctricas comerciales	30
2.4.1.1. Eco-baldosas Pavegen	31
2.4.1.1.1. Especificaciones técnicas de la baldosa	31
2.4.1.2. Baldosa V3	32
2.4.1.2.1. Especificaciones técnicas de la baldosa V3	32
2.4.1.3. Baldosa piezo power	33
2.4.1.4. Baldosa power leap	34
2.4.2. Selección de baldosa	35
2.4.3. Características generales de la baldosa V3	35
2.4.3.1. Capacidad de la baldosa V3	36
2.4.3.2. Componentes principales de la baldosa V3	36
2.5. INSTALACIÓN DE LA BALDOSA V3	38
2.5.1. Factores que inciden en la instalación	38
2.5.1.1. Selección de la multicancha	38
2.5.1.2. Cantidad de personas que transitan por el lugar	39
2.5.1.3. Pasos generados por día	39
2.5.1.4. Focos led a emplear	39
2.5.1.5. Potencia total del circuito	41
2.5.1.6. Cantidad de baldosas a emplear	41
2.5.2. Comprobación de datos	42
2.5.3. Ubicación de las baldosas	43
2.6. COMPONENTES ELECTRICOS A UTILIZAR	44
2.6.1. Luminaria a emplear	44
2.6.1.1. Ubicación de los focos	45
2.6.2. Tablero eléctrico	46
2.6.2.1. Selección de tablero eléctrico	46
2.6.2.2. Especificaciones técnicas del tablero	47
2.6.2.3. Soporte de tablero	48

CAPÍTULO 3. INGENIERÍA DE DESARROLLO Y COSTOS DEL PROYECTO	52
3.1. INSTALACIÓN DE RED ELECTRICA	52
3.1.1. Potencia total del circuito	53
3.1.2. Corriente de iluminación	53
3.1.3. Controlador de carga	54
3.1.4. Baterías	54
3.1.5. Corriente del inversor	55
3.1.6. Selección de conductores eléctricos	56
3.1.6.1. Conductor eléctrico a utilizar	57
3.1.7. Canalización a utilizar	58
3.1.8. Componentes eléctricos de automatización y protección	60
3.1.8.1. Interruptor automático a emplear	60
3.1.8.2. Temporizador horario	60
3.1.8.2.1. Configuración del temporizador horario	61
3.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA	62
3.2.1. Instalación de baldosas	63
3.2.1.1. Intervención del terreno	63
3.2.1.2. Procedimiento para la instalación de baldosas	63
3.2.2. Ubicación de armario de componentes eléctricos	66
3.2.3. Canalización eléctrica	66
3.3.2.1. Canalización subterránea	67
3.3.2.2. Cámara de inspección	68
3.2.7. Cuadro de cargas de luminaria	68
3.3. COSTOS Y PRESUPUESTOS	69
3.3.1. Elementos asociados al costo de producción	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Multicancha de la USM sede viña del mar	6
Figura 1-2. Focos de iluminación de la multicancha	7

Figura 1-3. Foco Led para uso exterior	8
Figura 1-4. Batería o acumulador de energía	9
Figura 1-5. Inversor de corriente	10
Figura 1-6. Conductor eléctrico de cobre	11
Figura 1-7. Cordón eléctrico	11
Figura 1-8. Tablero eléctrico industrial	12
Figura 1-9. Disco piezoeléctrico	14
Figura 1-10. Celda de carga	15
Figura 1-11. Inyector piezoeléctrico	15
Figura 1-12. Superficie piezoeléctrica	16
Figura 1-13. Funcionamiento de baldosa	17
Figura 1-14. Sensor piezoeléctrico	17
Figura 1-15. Partes de una baldosa piezoeléctrica	18
Figura 1-16. Conjunto de baldosas piezoeléctricas	18
Figura 1-17. Método sistemático para diseñadores	20
Figura 1-18. Modelo de Norton	22
Figura 1-19. Ubicación satelital de la universidad	24
Figura 2-1. Vista superior de la multicancha	29
Figura 2-2. Baldosa piezoeléctrica Pavegen	31
Figura 2-3. Baldosa piezoeléctrica modelo V3	32
Figura 2-4. Diagrama de interconexión baldosa piezo power	33
Figura 2-5. Partes de baldosa piezo power	34
Figura 2-6. Baldosa PowerLeap	34
Figura 2-7. Medidas generales de baldosa V3	36
Figura 2-8. Alojamiento del generador	37
Figura 2-9. Puntillas	37
Figura 2-10. Hoja superior	38
Figura 2-11. Focos led Philips modelo BVP161	40
Figura 2-12. Conversión Watt a Lumen	41

Figura 2-13. Grafico de cantidad de baldosas a emplear	42
Figura 2-14. Ubicación de las baldosas V3	44
Figura 2-15. Medidas generales Foco Philips BVP161	45
Figura 2-16. Inclinación de focos LED	45
Figura 2-17. Ubicación de focos LED	46
Figura 2-18. Tablero marca Legrand	47
Figura 2-19. Accesorios de tablero de distribución	48
Figura 2-20. Soporte de tablero	49
Figura 3-1. Esquema eléctrico de baldosa V3	52
Figura 3-2. Figura 3-2. Batería de 6V – 4,5A	55
Figura 3-3. Inversor de corriente de 500W	55
Figura 3-4. Cordón eléctrico de 3x1.0mm ²	58
Figura 3-5. Conduit PVC de 16mm ²	60
Figura 3-6. Interruptor de 6(A)	60
Figura 3-7. Interruptor horario	61
Figura 3-8. Baldosas de concreto	63
Figura 3-9. Detalle de instalación de gravilla	64
Figura 3-10. Detalle de instalación de Baldosas	64
Figura 3-11. Instalación de rejillas	65
Figura 3-12. Instalación final de baldosa	65
Figura 3-13. Ubicación de armario de distribución	66
Figura 3-14. Esquema de canalizaciones	67
Figura 3-15. Canalización subterránea	67
Figura 3-16. Cámara de inspección	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Medidas de las canchas	30
Tabla 2-2. Cuadro comparativo de baldosas	35
Tabla 3-1. Características y condiciones de uso de conductores aislados	56
Tabla 3-2. Intensidad de corriente admisible para conductores aislados fabricados según normas europeas	57
Tabla 3-3. Porcentaje de Sección Transversal de la Tubería ocupada por los conductores	58
Tabla 3-4. Cuadro de cargas de alumbrado	69
Tabla 3-5. Costo de producción del proyecto	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 3-1.- Puestas de sol del año 2017 en viña del mar	62
-----------------------------------------------------------	----

SIGLAS

CIE	: Comisión internacional de iluminación
IEEE	: Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
MINVU	: Ministerio de vivienda y urbanismo
NCh	: Normativa chilena
LED	: Light Emitting Diode
DIN	: Instituto alemán de normalización
IP	: Índice de protección

SIMBOLOGÍA

A	: Ampere
W	: Watts
Kwh	: Kilo watt por hora
Wh	: watt por hora
V	: Voltaje

mm ²	: Milímetro cuadrado
KN	: Kilo newton
\$: Peso chileno
°	: Grado
Ø	: Diámetro
Lm	: Lumen
€	: Euro

INTRODUCCIÓN

La producción y el uso de energía no renovable a día de hoy es una de las principales causas de la emanación de gases de efecto invernadero, la cual es una de las principales causas del calentamiento global, estos gases a su vez son provenientes principalmente de combustibles fósiles que con el pasar de los años son más escasos y de mayor precio. Debido a esto y a otros factores, en los últimos años el uso de energías renovables ha ido en aumento, tratando de algún modo contrarrestar el uso de energía proveniente de combustibles fósiles, centrales hidroeléctricas o termoeléctricas. Chile en la actualidad presenta un déficit energético debido a diversos factores, entre ellos está el hecho de que se consume más energía de la que se produce, además de un aumento en la demanda. Es por esto que en la actualidad se busca mediante recursos renovables generar energía limpia para su uso.

Bajo este contexto, se busca contribuir al problema energético implementando un tipo de energía renovable nueva en cuanto a su uso en Chile se refiere, la cual es la energía piezoeléctrica, esta forma de generar energía será descrita y analizada en este proyecto para poder utilizar su efecto mediante baldosas piezoeléctricas que permitirán gracias a las pisadas de las personas generar energía limpia para su uso.

Este proyecto presentara una propuesta conveniente en cuanto a energía eléctrica proveniente de energías renovables se refiere, dando a conocer una energía que puede tener diversos usos de forma innovadora.

La Universidad Técnica Federico Santa María se ha destacado por ser una institución pionera e innovadora a lo largo de sus años. Es por esto que el desarrollo de este proyecto buscara estimular la conciencia de la comunidad universitaria en cuanto al uso de energías renovables se refiere, dando a conocer un tipo de energía renovable que se encuentra quizás más atrasada en cuanto a su diversificación y uso, pero que presenta un potencial enorme debido a su facilidad de realización. Algo tan simple como las pisadas de las personas que transitan por un mismo lugar puede significar un avance importante para la sociedad en cuanto a combatir el calentamiento global.

El lugar en donde se implementara esta tecnología será en la multicancha que se encuentra en la universidad, la cual cuenta con postes de alumbrado con focos de alógeno, los cuales se modificarán y se proyectará la manera más eficiente en cuanto a diseño y ahorro energético para poder realizar la iluminación mediante baldosas piezoeléctricas.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1. ANTECEDENTES GENERALES

En este capítulo se presentaran los antecedentes necesarios para poder implementar el uso de baldosas piezoeléctricas en la sede Viña del Mar de la Universidad Técnica Federico Santa María.

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

A continuación se darán a conocer los objetivos, tanto generales como específicos de este proyecto, además de las especificaciones técnicas respectivas.

1.1.1. Objetivo general

Diseñar y analizar la implementación de baldosas piezoeléctricas para iluminar la multicancha de la USM sede Viña del Mar.

1.1.2. Objetivos específicos

- Recopilar información acerca de los componentes principales de la energía piezoeléctrica y su funcionamiento.
- Describir conceptos básicos acerca de la energía piezoeléctrica y su uso.
- Desarrollar la ingeniería básica del proyecto.
- Diseñar la instalación de las baldosas piezoeléctricas en la multicancha.
- Confeccionar planimetría y documentación necesaria para la realización del proyecto.
- Determinar los costos y presupuestos del proyecto.

1.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El proyecto que se realizara sobre una de las dos multicanchas ubicadas en la USM Viña del mar que ya cuenta con iluminación eléctrica y con una superficie de cemento.

1.2.1. Especificaciones técnicas generales

Para poder diseñar este nuevo sistema de iluminación se tomaran en cuenta los siguientes aspectos a considerar con respecto al terreno en donde se instalaran las baldosas.

1.2.1.1. Especificaciones técnicas del lugar

La multicancha cuenta con una superficie de cemento de acabado irregular (véase fig. 1-1), además cuenta con los siguientes elementos estructurales y de iluminación:

- 8 postes de alumbrado de 6 m de altura pintados con anticorrosivo de color verde.
- 12 focos de iluminación.
- Reja perimetral.



Fuente: Imagen obtenida en terreno

Figura 1-1. Multicancha de la USM sede viña del mar

1.2.1.1.1. Focos de iluminación

Los focos que se encuentran en el lugar son 8, los cuales son de alta intensidad de descarga, son luces tipo Metalarc (también conocido como halógeno metálico o aditivos metálicos). Estos focos son proyectores tipo SLS HM 1500W de la marca PHILIPS, en la siguiente imagen (véase fig. 1-2) se logra apreciar los focos que se utilizan actualmente:



Fuente: imagen obtenida en terreno

Figura 1-2. Focos de iluminación en la multicancha

1.2.2. Especificaciones técnicas específicas

A continuación se presentaran los materiales y equipos a utilizar para la realización de este proyecto, dando su definición respectiva. Además de definir algunas tecnologías a emplear.

1.2.2.1. Focos LED

Los focos con tecnología LED son elementos que permiten generar una gran cantidad de luminosidad con un menor consumo de energía eléctrica, comparando con otros focos de alógeno o de mercurio (véase fig. 1-3). Algunas de las ventajas que poseen con respecto a otras iluminarias son:

- El no generar calor, por lo cual no reseca el ambiente y no genera luz ultravioleta.
- Posee un menor gasto energético debido a una mayor eficiencia en comparación a los focos alógenos u otros similares.

- Poseen una alta eficiencia en iluminación.



Fuente: https://tecnofactory.cl/356-thickbox_default/foco-led-20w-para-exterior-metalico.jpg

Figura 1-3. Foco Led para uso exterior

1.2.2.2. Tecnología LED¹

La tecnología LED, por sus siglas en inglés Light Emitting Diode que significa diodo emisor de luz, es aquella en que un material semiconductor es capaz de emitir una radiación electromagnética en forma de luz. Su funcionamiento se basa en el efecto electro-luminiscencia, en donde la estimulación directa de la polarización permite a este dispositivo liberar energía en forma de fotón.

Esta tecnología es aplicada en diferentes ámbitos de la industria, siendo más utilizado para la iluminación. Debido a su baja generación de energía y a su durabilidad ha ido sustituyendo otros tipos de iluminarias, ya que no genera una gran cantidad de calor ni tampoco genera un campo electromagnético que puede ser nocivo en altas cantidades para el ser humano.

1.2.2.3. Baterías o acumuladores eléctricos

Las baterías o acumuladores eléctricos son dispositivos que tienen como función principal acumular y almacenar energía o electricidad para alimentar aparatos eléctricos y dispositivos. En el mercado se pueden encontrar diversos tipos de acumuladores eléctricos que satisfacen distintas necesidades (véase fig. 1-4).

¹Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1mpara_led

- Baterías en paneles solares: almacenan y distribuyen la energía recibida por los paneles solares.
- Baterías para automóviles: permite que se le suministre al motor de un auto la energía necesaria para funcionar.
- Entre otros.



Fuente: <https://renovable.com/wp-content/uploads/2017/12/que-es-un-acumulador-electrico-istock.jpg>

Figura 1-4. Batería o acumulador de energía

1.2.2.4. Inversor de corriente

Un inversor de corriente tiene la función principal de convertir la corriente continua (12V, 24V 32V, 36V o 48V) en corriente alterna de 110V o 220V. También se emplea para la convertir la corriente continua de las baterías en corriente alterna para ser utilizada en instalaciones eléctricas aisladas (véase fig. 1-5).

1.2.2.4.1. Funcionamiento de un inversor de corriente¹

Un inversor simple consta de un oscilador que controla a un transistor, el cual se utiliza para interrumpir la corriente entrante y generar una onda rectangular.

Esta onda rectangular alimenta a un transformador que suaviza su forma, haciéndola parecer un poco más una onda senoidal y produciendo el voltaje de salida necesario. La forma de onda de salida del voltaje de un inversor ideal debería ser sinusoidal. Una buena técnica para lograr esto es utilizar la técnica de PWM (pulse-

width modulation) lo cual significa modulación por ancho de pulsos, que consiste en una señal que modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica. Logrando que la componente principal senoidal sea mucho más grande que las armónicas superiores.

Los inversores más eficientes utilizan varios artificios electrónicos para tratar de llegar a una onda que simule razonablemente a una onda senoidal en la entrada del transformador, en vez de depender de éste para suavizar la onda.



Fuente:<http://sscwww.autozone.com.mx/catalog/common/enlargedImageOverlay.jsp?currentImg=&prodDescription=Rally+Inversor+de+corriente+de+1200+W+con+cables>

Figura 1-5. Inversor de corriente

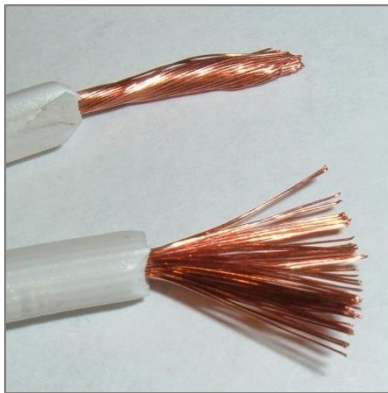
1.2.2.5. Regulador de tensión

El regulador de tensión o de voltaje es un dispositivo diseñado para mantener el voltaje constante. Estos dispositivos se encuentran en distintos aparatos electrónicos, como por ejemplo computadores, en donde cumplen la función de estabilizar las tensiones de corriente continua usadas por el procesador y otros elementos. En un sistema de red eléctrica, un regulador de tensión es instalado para que los consumidores reciban una tensión constante independiente de que tanta potencia exista en la línea.

²Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Inversor_\(electrónica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Inversor_(electrónica))

1.2.2.6. Conductores eléctricos

Un conductor eléctrico es aquel que no presenta mayor resistencia al paso de la corriente eléctrica sobre él. Los metales son los mejores conductores eléctricos, tales como el cobre, hierro, oro, plata, aluminio y aleaciones. Mientras que para conducir una mayor capacidad de corriente eléctrica es mejor el cobre en forma de cable de uno o más hilos (véase fig. 1-6).

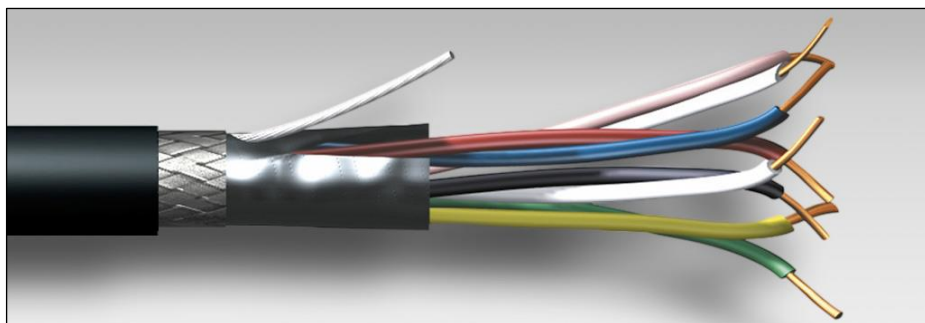


Fuente:https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/74/Stranded_lamp_wire.jpg

Figura 1-6. Conductor eléctrico de cobre

1.2.2.7. Cordón eléctrico

Es la combinación de 2 o más cables o conductores eléctricos unidos mediante una aislación que permite la conexión de un aparato a un circuito de corriente (véase fig. 1-7).



Fuente: <https://www.cervi.es/ES/3-productos/14--cables-electricos-apantallados/244-cable-apantallado-cervipar-cy-500-v.html>

Figura 1-7. Cordón eléctrico

1.2.2.8. Tablero eléctrico

En el tablero se incluyen todos los componentes eléctricos necesarios para la protección de los aparatos eléctricos, a través de fusibles, diferenciales y protecciones electromagnéticas, por lo que si hay sobrecarga en el sistema estos se quemaran pero los componentes más sofisticados no resultaran dañados. Además en él se pueden instalar distintos componentes para poder automatizar un sistema dependiendo del proyecto que se realice (véase fig. 1-8).



Fuente: https://http2.mlstatic.com/tableros-electricos-industriales-armado-y-montaje-D_NQ_NP_457211-MLA20510812828_122015-F.webp

Figura 1-8. Tablero eléctrico industrial.

1.3. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE DISEÑO

En la actualidad, Chile depende de métodos convencionales para la producción de gran parte de su matriz energética (casi el 50% de esta matriz energética depende de centrales termoeléctricas e hidroeléctricas, según artículo del sitio web www.latercera.com), los cuales causan un gran impacto ambiental en el planeta. Es

debido a esto que en la actualidad el gobierno obliga a las principales empresas de producción de energía a tener de aquí al año 2022 el 10% de su producción generada a través de energías renovables, según datos del ministerio de energía (www.energia.gob.cl).

A continuación se presentarán las diversas maneras de producir energía a través de recursos renovables que se conocen en la actualidad.

1.3.1. Energías renovables³

Se denomina energías renovables a toda energía que se obtiene de recursos naturales inagotables, ya sea por la capacidad de auto regenerarse o por la inmensa cantidad de energía que contienen, existen distintos tipos de energías renovables que se emplean en la actualidad.

- Energía eólica: es la que se obtiene mediante la fuerza del viento, a través de la energía cinética producida por las corrientes de aire.
- Energía solar: se obtiene por la radiación solar, puede transformarse de energía lumínica a energía eléctrica utilizando paneles fotovoltaicos.
- Energía geotérmica: es obtenida mediante la utilización del calor interno de la tierra.
- Energía hidroeléctrica: es la energía producida por los saltos de agua, en donde el agua es conducida hacia unas turbinas, las cuales generan energía mecánica que posteriormente es transformada en energía eléctrica.
- Energía mareomotriz: se obtiene aprovechando las corrientes marinas, gracias al uso de un alternador, el cual se encarga de transformar la energía mareomotriz en energía eléctrica.
- Energía de los biocarburantes: se transforman los aceites vegetales en biocombustibles que se pueden emplear en motores de combustión interna.
- Energía piezoeléctrica: se obtiene debido a las pisadas de las personas al caminar, mediante varios cristales piezoeléctricos se transforma a energía mecánica e energía eléctrica.

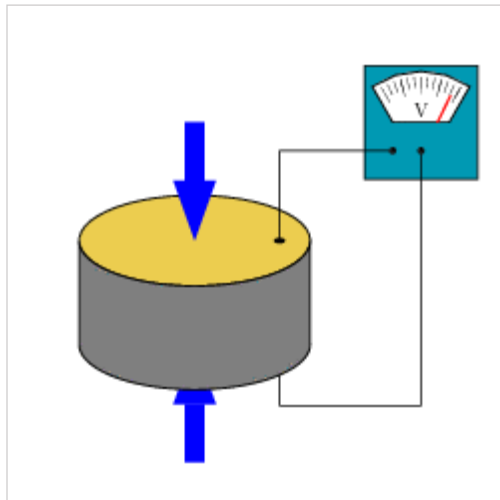
La energía que se estudiara en este proyecto será la energía piezoeléctrica, que si bien no aparece especificada como una energía renovable, cumple con prácticamente todos los requisitos, ya que se auto sustenta con la energía mecánica que se realiza con los pasos de las personas.

³Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable

1.3.1.1. Energía piezoeléctrica

La piezoelectricidad fue descubierta en 1880 por Jacques y Pierre Curie, pero no se comenzó a investigar con detalle sino hasta mediados de 1991. La piezoelectricidad se genera cuando ciertos cristales, que poseen propiedades electromagnéticas son sometidos a cargas de compresión y estiramiento, por lo cual su maza adquiere una polarización eléctrica y aparece una diferencia de cargas en su superficie, lo cual puede ser aprovechado para producir voltaje, (véase fig. 1-9), uno de los materiales más empleados para general este proceso es el cuarzo.

Estos materiales poseen propiedades de flexibilidad, rigidez y son de elaboración fácil, por lo que son buenos para actuar como sensores. También poseen distintas aplicaciones como por ejemplo amortiguación de vibraciones o detención de impactos.



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Piezoelectricidad#Grupos_de_material_piezoel.C3.A9ctrico

Figura 1-9. Disco piezoeléctrico

La piezoelectricidad puede tener diversas aplicaciones en distintas áreas, las principales se presentaran a continuación.

- Transductor de fuerza o celdas de carga piezoeléctrico: Son empleados en la industria para medir el peso de objetos con precisión. La ventaja que poseen con respecto a otras celdas de carga es que pueden abarcar amplios rangos de medición, además de su elevada rigidez lo cual genera una baja deformación a la hora de ser sometido a esfuerzos (véase fig. 1-10).



Fuente: https://sensoresdemedida.es/wpcontent/uploads/2017/08/celula_de_carga_tipo_arandela_traccion_compresion.jpg

Figura 1-10. Celda de carga

- Inyectores piezoeléctricos en motores de combustión interna: Estos inyectores son cada vez más utilizados en la industria automotriz, su funcionamiento se basa en el efecto contrario al piezoeléctrico, ya que el inyector es excitado con energía eléctrica para que se produzca una dilatación de este, lo cual genera que se abra el inyector permitiéndole el ingreso del combustible al cilindro con mucha precisión, lo que genera un ahorro en combustible (véase fig. 1-11).



Fuente: <http://www.blogmecanicos.com/2015/10/como-funciona-un-inyector-piezoelctrico.html>

Figura 1-11. Inyector piezoeléctrico

- En los encendedores o mecheros eléctricos, ya que al accionarlos se genera una concentración de carga eléctrica, lo cual genera una chispa que enciende el sistema.
- En los relojes de cuarzo.
- Encendió eléctrico de calefones y estufas de gas.

- Reguladores de presión neumáticos.
- Baldosas piezoeléctricas.
- Sensores de vibración en guitarras eléctricas.
- En pantallas táctiles de teléfonos móviles.

La energía piezoeléctrica se está ampliando a distinto uso de manera más masiva, como por ejemplo en los Países Bajos existe una empresa llamada Energy-floors, la cual crea superficies piezoeléctricas en lugares públicos como pistas de baile que al ser utilizadas se iluminan, además de auto sustentar casi todo el lugar (véase fig. 1-12), igualmente existe otra empresa israelí llamada INNOWATTECH que busca generar este mismo tipo de energía mediante generadores piezoeléctricos colocados en carreteras. Y asimismo existe una compañía británica llamada PAVEGEN la cual busca utilizar baldosas piezoeléctricas para la utilización de la energía mecánica generada por las pisadas de las personas. Cabe destacar además que todos los casos anteriormente mencionados la tecnología empleada son muy similares.

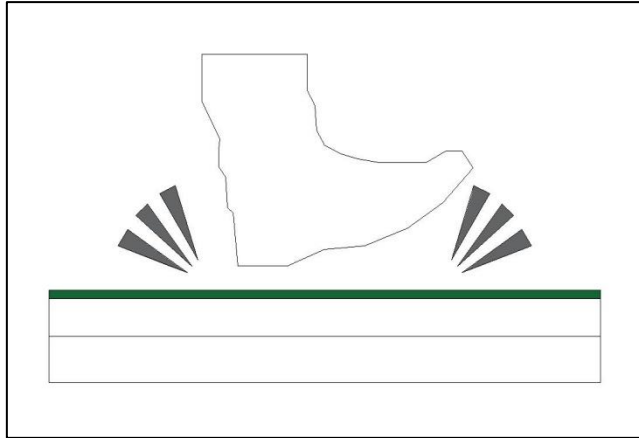


Fuente: <http://www.energy-floors.com/sustainable-dance-floor/>

Figura 1-12. Superficie piezoeléctrica

1.3.1.2. Baldosa piezoeléctrica

Las baldosas piezoeléctricas son aquellas que poseen varios componentes piezoeléctricos en un solo sistema, estos pueden ser de cuarzo o de algún otro material. Estas baldosas se accionan cuando reciben una carga de manera perpendicular con respecto a su superficie, esto genera que los componentes en su interior sufran una contracción, lo cual genera que aparezca una diferencia de cargas en su superficie provocando una polarización eléctrica, la cual puede ser aprovechada para producir electricidad (véase fig. 1-13).



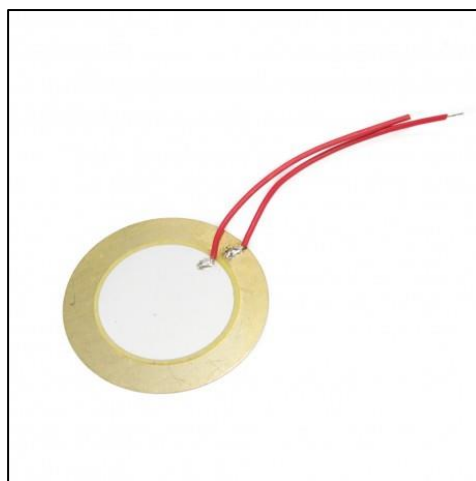
Fuente: Elaboración propia mediante software CAD

Figura 1-13. Funcionamiento de baldosa

1.3.1.2.1 Partes y funcionamiento de baldosa piezoeléctrica

La baldosa piezoeléctrica se compone principalmente de tres partes, las cuales se nombran y detallan a continuación.

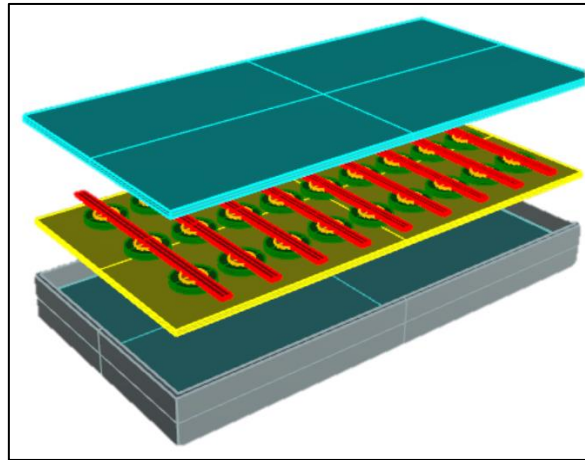
- Nivel superior: Es la parte que tiene contacto directo con la persona, no es más que una placa resistente (e impermeable si se requiere) que puede ser de diversos materiales tales como cerámica, hormigón, madera, polímeros, entre otros.
- Nivel intermedio: Es aquel en donde se alojan los sensores piezoeléctricos (véase fig. 1-14) encargados de generar la energía. Cada baldosa lleva conectado en si varios de estos sensores para generar más energía. En este nivel se desarrolla el efecto piezoeléctrico.



Fuente: https://naylampmechatronics.com/1427-large_default/sensor-piezoelctrico-35mm.jpg

Figura 1-14. Sensor piezoeléctrico

- Nivel inferior: En este nivel se realiza la conversión de energía mecánica en energía eléctrica mediante conexiones eléctricas. La energía que se produce es corriente alterna, la cual puede ser transformada en corriente continua en la misma baldosa o en un circuito eléctrico más completo apartado de esta. La energía además puede ser utilizada inmediatamente o almacenada para un uso posterior (véase fig. 1-15).

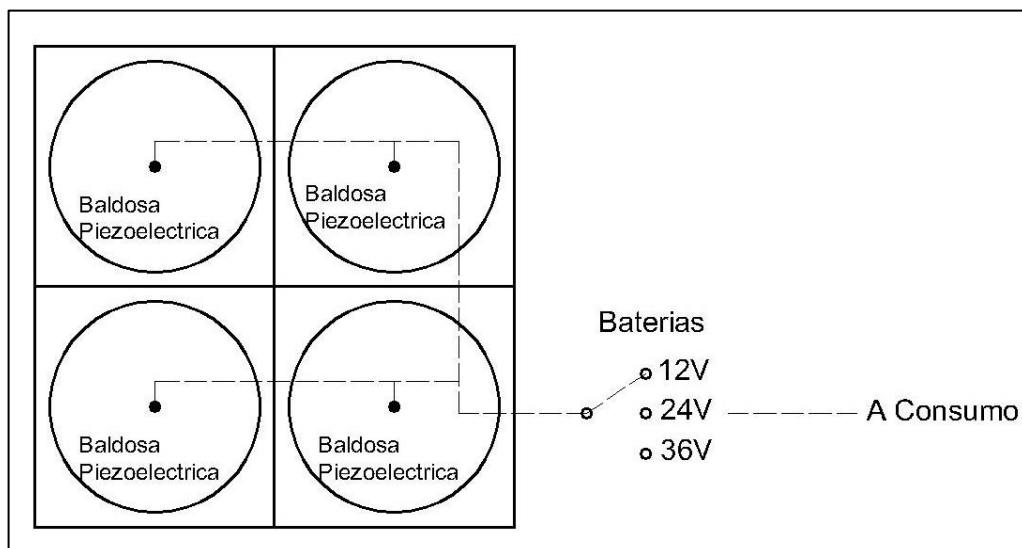


Fuente: <https://encrypted->

tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRsh7W_2ikziBbMgGXH1t_38jZ5LmlViYNOTee28P-aJ5bIcy4HMw

Figura 1-15. Partes de una baldosa piezoeléctrica

Cuando se instala un conjunto de varias baldosas interconectadas, se puede suministrar una energía eléctrica mayor, la cual puede ser aprovechada para su consumo. Esta energía se puede almacenar en baterías para ser empleada posteriormente cuando se requiera o bien se puede utilizar al momento de ser procesada (véase fig. 1-16).



Fuente: Elaboración propia mediante software CAD

Figura 1-16. Conjunto de baldosa piezoeléctrica

1.3.2. Metodología de diseño

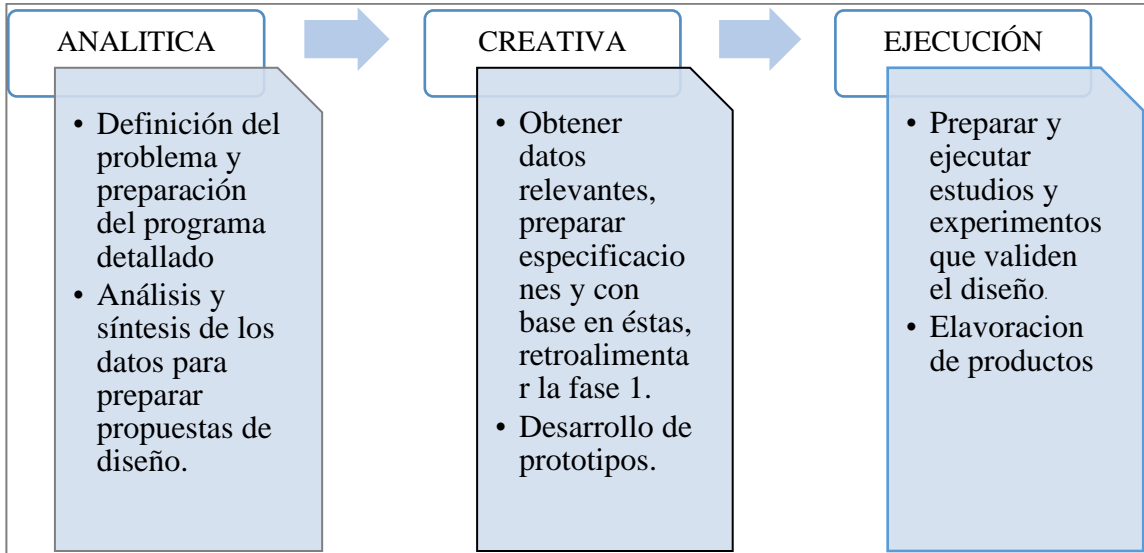
Para lograr una buena ejecución del diseño que se quiere proponer es fundamental tener una estrategia de trabajo definida, para poder organizar todo de tal manera que no quede nada al azar, es por esto que para su correcto funcionamiento se requiere de la interacción mutua entre los siguientes pasos:

- Compilación de la información: En esta etapa se recopilará toda la información necesaria con respecto al déficit energético que vive nuestro país y las distintas fuentes de energía que existen.
- Análisis de la información: A continuación se procederá con el análisis de la información, para así poder establecer una problemática referente al déficit energético y como dar una solución rentable a este inconveniente.
- Desarrollo: Se procederá a diseñar un mecanismo que nos permitiera general energía limpia y a bajo costo para poder dar una solución al tema de la energía.

Para poder realizar nuestro desarrollo se emplearon distintas metodologías de diseño, las cuales se procederá a identificar a continuación.

1.3.2.1. Método sistemático para diseñadores

Una de las metodologías que se estableció para trabajar fue la de Bruce Archer, la cual fue publicada por una revista inglesa “DESIGN”. Esta se denominaba “el método sistemático para diseñadores”, en la cual proponía como definición de diseño: “seleccionar los materiales correctos y darles forma para satisfacer las necesidades de función y estéticas dentro de las limitaciones de los medios de producción disponibles”. Por lo tanto el proceso de diseño está establecido en las etapas analítica, creativa y de ejecución, que a su vez se subdividen en las siguientes etapas (véase fig. 1-17).



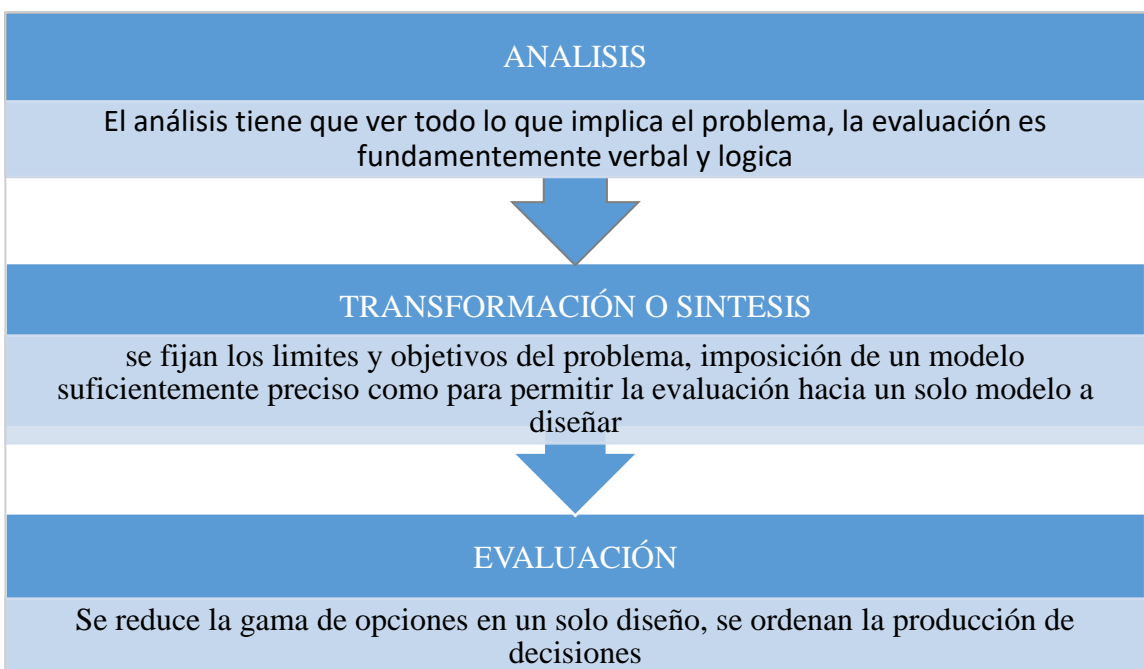
Fuente: elaboración propia en base a datos de <https://prezi.com/8sth2e5tcqyq/el-metodo-sistemico-para-disenadores/>

Figura1-17. Método sistemático para diseñadores

1.3.2.2. Método de la caja transparente

El este método de diseño, se basa en recopilar información que se adquiere desde el exterior acerca del tema a tratar, sus características principales son las siguientes.

Tabla 1-1. Método de la caja transparente



Fuente: elaboración propia en base a datos obtenidos de https://www.academia.edu/25060693/CAJA_NEGRA_CAJA_TRANSPARENTE_PROCESO_DE_TRES_ETAPAS

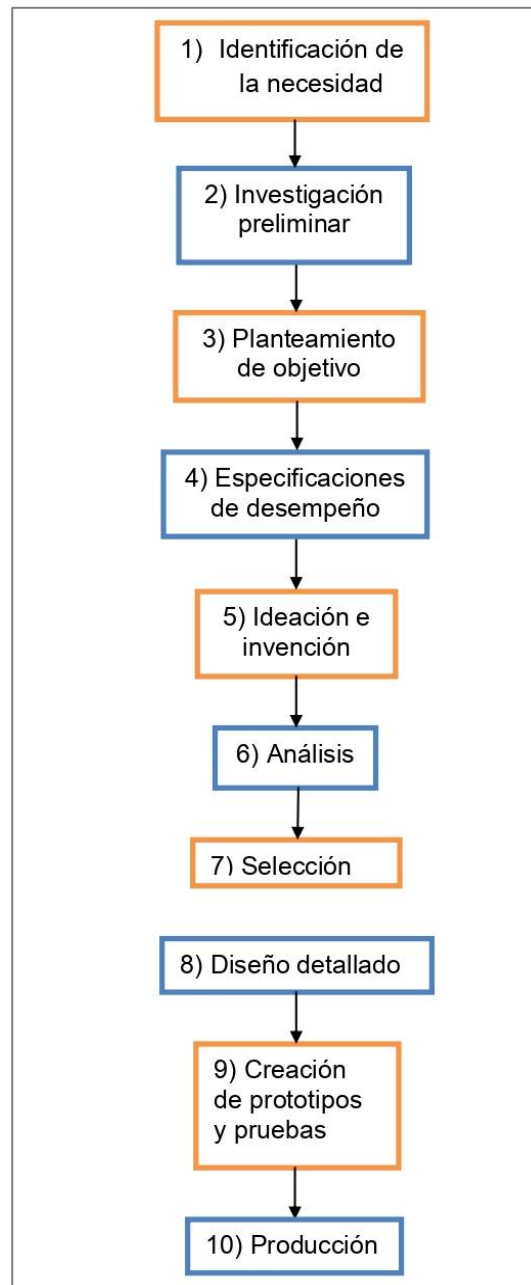
1.3.2.3. Metodología de diseño de Robert Norton⁴

Según Robert Norton, describe el diseño industrial como “*el proceso de aplicar diversas técnicas y principios científicos con el propósito de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficientes detalles que permitan su realización. El diseño puede ser simple o complejo, fácil o difícil, matemático o no matemático; puede implicar un problema trivial o uno de gran importancia*”. Su modelo de diseño se compone de diversas etapas, las cuales se presentan a continuación:

- a) Identificación de la necesidad: Se da a conocer una necesidad por medio de una autoridad importante, ya sea un jefe o cliente sin dar mayores detalles, de tal manera que sea otra persona la encargada de atacar la problemática.
- b) Investigación preliminar: Se realiza una investigación de patentes, artículos de diario, páginas web, etc. Con respecto a e contexto de la necesidad, en algunos casos este paso se omite.
- c) Planteamiento de objetivos: En esta etapa se replantea el problema con objetivos más claros, y enumerándolos de manera más coherente.
- d) Especificaciones de desempeño: En este punto se definen las especificaciones de desempeño, lo cual significa definir la problemática de tal modo que pueda ser resuelta.
- e) Ideación e invención: Es la etapa de mayor creatividad e innovación. En esta existen diversas técnicas por parte de los diseñadores, tales como la lluvia de ideas o generación de ideas.
- f) Análisis: Una vez realizada la etapa anterior, se procede a una fase de análisis del proceso de diseño.
- g) Selección: Se selecciona un diseño detallado a partir de algunos diseños potenciales. A continuación se crean prototipos y pruebas del diseño seleccionado.
- h) Diseño detallado: En esta etapa se crean conjuntos y piezas más detalladas mediante herramientas de dibujo asistido por computador, tales como CAD, Inventor, etc.
- i) Creación de prototipos y pruebas: Se construye de manera física prototipo, el cual se inspecciona y se realizan pruebas para apreciar sus resultados.
- j) Producción: Por último se realiza la manufacturación del producto.

Para el trabajo de la instalación de baldosas en sí, solo aplican los pasos desde la letra A hasta la H, no siendo efectiva su producción. A continuación en la figura 1-18 se aprecia de manera más visual los pasos anteriormente señalados.

⁴Fuente:file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Resumen_Metodolog%C3%ADas%20de%20Dise%C3%B1o%20Industrial%20(6).pdf



Fuente:file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Resumen_Metodolog%C3%ADas%20de%20Dise%C3%B1o%20Industrial%20(5).pdf

Figura 1-18. Modelo de Norton

1.3.3. Metodología de diseño a emplear

La metodología a emplear en este proyecto será el modelo de diseño de Robert Norton, la cual permite realizar un proyecto a partir de una necesidad encontrada, además de ayudar a sintetizar cada una de las etapas de diseño hasta lograr un resultado final, permitiendo volver hacia atrás las veces que sea necesario en el proceso de tal manera de tener siempre el mejor resultado final.

Hoy en día existen varias metodologías, por lo cual resulta más provechoso no enfocarse en realizar una de ellas de principio a fin, sino que más bien la implementación de varias para el desarrollo de un proyecto.

1.4. NORMATIVA ASOCIADA A PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE

Para poder realizar este proyecto de manera correcta se seguirán los estándares de distintas normativas a emplear. La primera de ellas es la norma eléctrica NChElec. 4/2003 de “instalaciones eléctricas de consumo en baja tensión”. Esta norma tiene como objetivo principal fijar las condiciones mínimas de seguridad, para asegurar la salud de los usuarios y que tienen operan los equipos. Esta norma además tiene las siguientes alusiones:

- NCh Elec. 2/84, Elaboración y presentación de proyectos.
- NSEG 5 E.n.71, Instalaciones de corrientes fuertes.
- NSEG 6 E.n.71 Cruces y paralelismos en líneas eléctricas.
- NSEG 8 E.n.71, Tensiones normales.
- NSEG 8 E.n.75, Electricidad y tensiones normales para sistemas e instalaciones
- NCh 2015 Of/86 Tubos flexibles de material plástico auto extingüibles para canalizaciones eléctricas. Especificaciones

Adicionalmente, para complementar estas se aplicaran algunas normas internacionales de organismos encargados de estandarizar los materiales y equipos con los cuales se desarrollara el proyecto:

- DIN EN IEC 60529, Índices de protección IP
- IEC 61439, Norma destinada a garantizar la concepción óptima y el buen funcionamiento de tableros armados.
- IEC 60228, Diámetro de secciones transversales en conductores eléctricos de baja tensión.
- IEC 60038 IEC, voltajes estándar

1.4.1. Norma para la instalación de luminaria

Para la instalación de luminarias de recintos deportivos en espacios abiertos se empleara la norma chilena NCh 4 Elec 99, Instalaciones de alumbrado. Además se emplearan estándares de la norma CIE, International commission on illumination para el posicionamiento de las luminarias.

1.5 ANTECEDENTES DE LA UNIVERSIDAD

La universidad (de ahora en adelante llamaremos USM) sede viña del mar, estando ubicada en avenida Federico santa maría 6090, entre el límite de las comunas Quilpué y viña del mar. En la siguiente imagen (véase fig. 1-19) se logra apreciar con mayor detalle su ubicación con respecto a la región de Valparaíso.



Fuente: <https://www.google.cl/maps/place/Universidad+T%C3%A9cnica+Federico+Santa+Mar%C3%ADa+---+Sede+Vi%C3%B1a+Del+Mar>

Figura 1-19. Ubicación satelital de la universidad

1.5.1 Misión, Visión y Valores de la Universidad Técnica Federico Santa María⁵

A continuación se presentara una referencia los valores, la misión y visión de la Universidad Técnica Federico Santa María, contextualizados con el proyecto a desarrollar, estos antecedentes se encuentran en la página web de la universidad.

La universidad, a lo largo de sus años se ha caracterizado por ser una institución pionera en cuanto a la innovación y a la implementación de energías renovables se refiere, es así como por ejemplo en la USM sede Viña del mar existen edificios que funcionan solamente con energía eléctrica proveniente de paneles solares instalados en la fachada superior de estos.

Chile en materia de energías renovables posee un territorio privilegiado debido principalmente a su geografía, la cual le permitiría implementar la gran mayoría de las diversas energías renovables que existen. Adicionalmente a esto, este proyecto ayudara a aumentar el abanico de posibilidades, estudiando una energía que puede ser implementada en las grandes zonas urbanas. Contribuyendo de esta manera a dar nuevas soluciones al país con respecto al déficit energético que vive hoy en día, lo cual contrasta con la misión de la universidad la cual señala lo siguiente: *“Crear y difundir nuevo conocimiento, y formar integralmente profesionales idóneos en el ámbito científico - tecnológico, para liderar el desarrollo del país y la humanidad”*.

Tal cual como se menciona en la visión de la universidad: *“Ser un referente científico-tecnológico nacional e internacional, que convocando a una comunidad universitaria de excelencia, estimule la difusión del conocimiento y la creación de valor, en todas sus áreas de trabajo, siendo reconocida como UNIVERSIDAD LIDER EN INGENIERÍA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA”*, La Universidad Técnica Federico Santa María se ha destacado por ser una institución líder en vanguardia, prestigio y tecnología, es por esto que la realización de este proyecto podría significar un avance en cuanto al área de innovación se refiere, generando además conciencia en el uso de energías renovables en la comunidad universitaria. Bajo este contexto, se reflejan los objetivos establecidos en la visión, en la cual se señala lo siguiente: *“Queremos una Universidad siempre mirando al futuro y apelando a la excelencia en cada una de las actividades referidas a su quehacer, estableciendo un compromiso de desarrollar docencia, investigación y extensión con altos niveles de calidad. Contribuyendo con la sociedad a través de un trabajo de excelencia en la formación de profesionales y creación de nuevo conocimiento; abordando los problemas del desarrollo sustentable, y asumiendo protagonismo en el terreno social, cultural y económico”*.

⁵Fuente: <http://www.usm.cl/universidad/mision-vision-valores/>

CAPÍTULO 2. INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

2. INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO

A continuación se dará a conocer la elección de materiales y componentes necesarios para poder realizar la instalación de baldosas piezoeléctricas en la multicancha de la USM sede viña del mar.

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA EXISTENTE

La crisis energética que actualmente se vive en Chile es uno de los principales problemas a nivel país.

La problemática que se presenta en este proyecto es el elevado consumo de energía eléctrica que se emplea para iluminar la multicancha de la USM sede Viña del mar, junto con la dependencia de centrales hidroeléctricas para la generación de esta electricidad, por lo cual se buscara una manera alternativa de abastecer el consumo de energía que provenga de energías limpias.

2.2. SOLUCIÓN PRELIMINAR DEL PROBLEMA

Se instalaran baldosas piezoeléctricas para generar energía limpia, de esta manera se evitara en uso de energías eléctricas proveniente de centrales hidroeléctricas, además de generar conciencia en la comunidad universitaria acerca del uso de energías renovables.

2.3. MULTICANCHA DE LA USM SEDE VIÑA DEL MAR

La multicancha de la USM Viña del Mar se encuentra ubicada casi al final de la universidad, antes del laboratorio solar, cerca de los laboratorios de informática,

prevención de riesgos y taller de prototipos, en la siguiente figura 2-1 se logra identificar la zona de la multicancha y sus dependencias cercanas.



Fuente: <https://www.google.cl/maps/place/Universidad>

Figura 2-1. Vista superior de la multicancha

2.3.1. Especificaciones técnicas de la cancha

La multicancha está dividida en dos canchas de distintas dimensiones, ambas cuentan con una superficie de hormigón, además poseen los siguientes elementos estructurales y de iluminación:

- 8 postes de alumbrado
- 10 focos de iluminación de corriente 220V
- Reja perimetral

2.3.2. Medidas de la cancha

La multicancha de de la USM Viña del Mar cuenta con dos canchas, que para efectos este proyecto se denominaran cancha N°1 y cancha N°2 respectivamente, a continuación en la tabla 2-1 se presentaran las dimensiones de estas.

Tabla 2-1. Medida de las canchas

MEDIDAS DE LA CANCHA N°1		
	Medidas	Unidad de medida
Ancho	24	m
Largo	44	m
Superficie	1056	m ²
MEDIDAS DE LA CANCHA N°2		
	Medidas	Unidad de medida
Ancho	22	m
Largo	34	m
Superficie	748	m ²

Fuente: elaboración propia en base a levantamiento en terreno

2.4. BALDOSA PIEZOELÉCTRICA A EMPLEAR

Existen diversas empresas a lo largo del mundo que trabajan con energía piezoeléctrica, dándole diversos usos para aprovechar al máximo sus capacidades. Sin embargo en cuanto a la comercialización de baldosas piezoeléctricas la empresa británica Pavegen a la fecha es una de las más requeridas en el mercado.

2.4.1. Baldosas piezoeléctricas comerciales

A continuación se mostraran diversos tipos de baldosa piezoeléctricas junto con sus principales características.

2.4.1.1. Eco-baldosas Pavegen

Este modelo cuenta con una baldosa de forma rectangular de medidas 60x45cm, una de sus características por la cual es destacada es el hecho de que en su centro posee una iluminaria Led que al momento de ser pisada se prende, ante lo cual se deduce que este modelo es mas empleado en lugares en donde se quiera dar a conocer esta tecnología (véase Fig. 2-2).



Fuente: https://www.moo.com/blog/wp-content/uploads/sites/2/2016/06/2_Pavegen-700x350-2-1.jpg

Figura 2-2. Baldosa piezoeléctrica Pavegen

- Especificaciones técnicas de la Eco-baldosa

Esta baldosa posee las siguientes especificaciones técnicas:

- Dimensiones: 60x45cm
- Capacidad de generar 7 Watts por pisada
- Tiempo de uso de 5 años
- Desplazamiento máximo de la baldosa de 5 mm.
- Puede utilizarse tanto en interiores como exteriores.
- Es resistente al agua
- Fabricado con caucho reciclado y otros materiales reciclados

2.4.1.2. Baldosa V3

La baldosa V3 está conformado por cuatro componentes principales, tres generadores electro-magnéticos y un mosaico o azulejo triangular. Cuando una persona pise las baldosas los generadores se desplazarán de manera vertical generando electricidad, la cual puede ser empleada para su uso (véase fig. 2-3).



Fuente: https://3.bp.blogspot.com/-OtUhz-vdlo/V3mUwQ8EDhI/AAAAAAAAAqvs/DyaKXixt__QCyHPK8dRv79_KvsTRgnFSQCLcB/s1600/Pavegen%2Bazulejos%2Bde%2Benergia%2B1.jpg

Figura 2-3. Baldosa piezoeléctrica modelo V3

- Especificaciones técnicas de la baldosa V3

Algunas de las especificaciones técnicas que esta baldosa posee son:

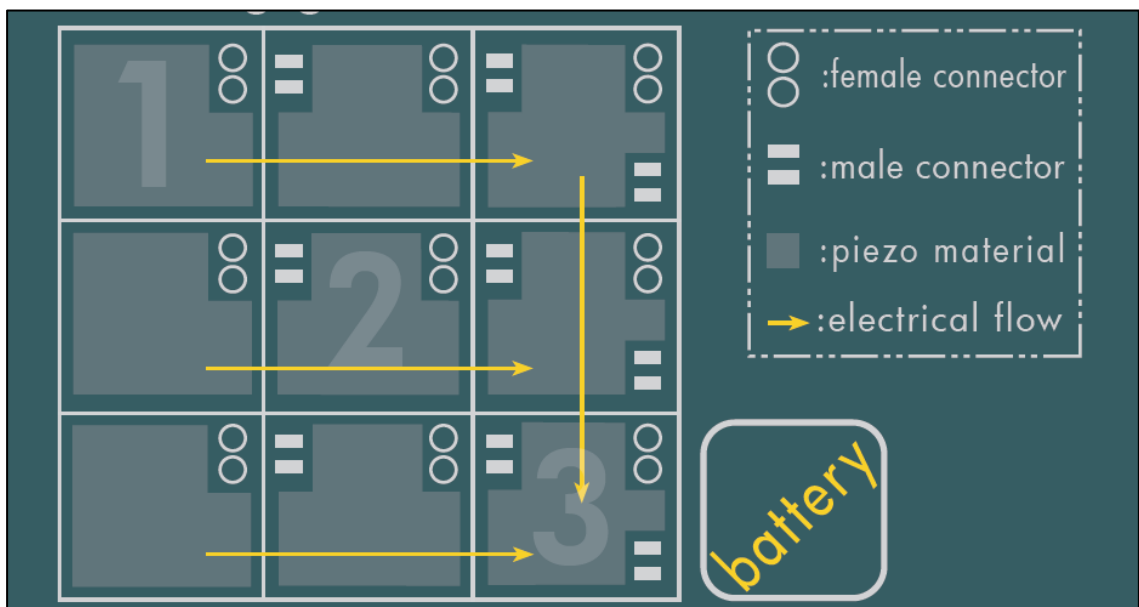
- Desplazamiento máximo del azulejo de 10 mm.
- Carga máxima de 7 KN.
- Posee tres generadores por azulejo.
- Puede utilizarse tanto en interiores como exteriores.
- Es resistente al agua y a residuos químicos.
- Resistente al polvo.
- Capacidad de generar entre 3 a 5 Julios por pisada.

2.4.1.3. Baldosa Piezo Power¹

Estas baldosas del subsuelo se interconectarán a través de una red de conectores macho y hembra, las cuales se distribuyen en tres diferentes filas.

1. Una fila de inicio que solo tiene un conector hembra.
2. Los azulejos de fila de al medio tienen ambos, un conector macho y hembra.
3. Una fila final que tiene un hembra y dos conectores macho que hacen la transición de la energía de la fila a la columna.

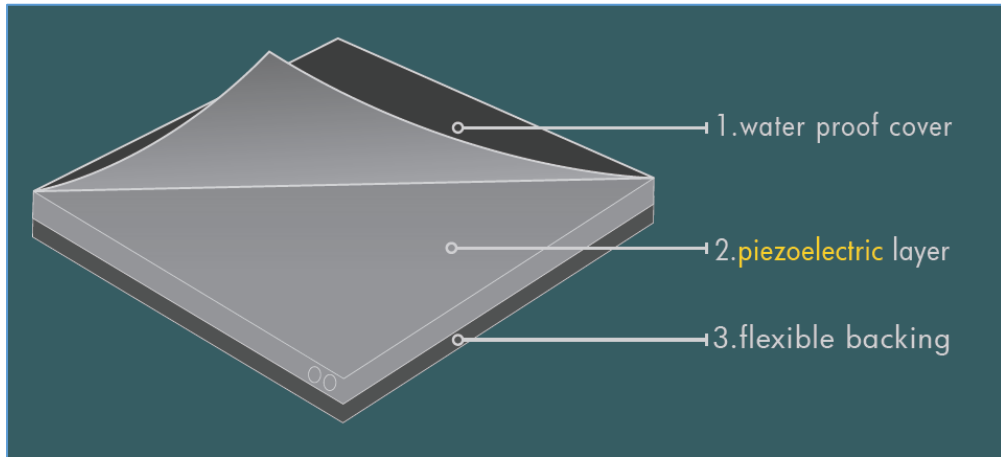
En cualquier lugar a lo largo de la red la energía buscará el camino hacia la batería. Esto se debe a que la carga de la batería es opuesta a los azulejos, por lo que la energía es atraída hacia la batería (véase Fig. 2-4). Se menciona en la ficha técnica de esta baldosa que es capaz de generar hasta 14W por pisada (véase Fig. 2-5).



Fuente: Piezo power guía técnica

Figura 2-4. Diagrama de interconexión baldosa piezo power

¹Fuente: http://www.westentech.com/i-fair/busplans/Piezo_Power.pdf



Fuente: Piezo power guía técnica

Figura 2-5. Partes de baldosa piezo power

2.4.1.4. Baldosa PowerLeap

PowerLeap es una baldosa que posee luces en su superficie las cuales son encendidas a medida que una persona pisa sobre ellos generando el efecto piezoeléctrico, es utilizada generalmente por decoradores y arquitectos (véase Fig. 2-6). Algunas de sus especificaciones técnicas se presentan a continuación.

- Dimensiones 61x61x3,8cm
- Capacidad de general 1 Watt por pisada
- Uso interior y exterior
- Fabricado con terrazo



Fuente: <https://www.sensitile.com/projects/powerleap>

Figura 2-6. Baldosa PowerLeap

2.4.2. Selección de baldosa

Para la realización de este proyecto se tomara en cuenta uno de los dos modelos de baldosas marca Pavegen anteriormente descritos, debido a que la cantidad de información que se maneja de estas es mayor con respecto a otras baldosas. En primer lugar se realiza un cuadro comparativo de las dos baldosas para poder determinar los aspectos principales de estos.

Tabla 2-2. Cuadro comparativo de baldosas

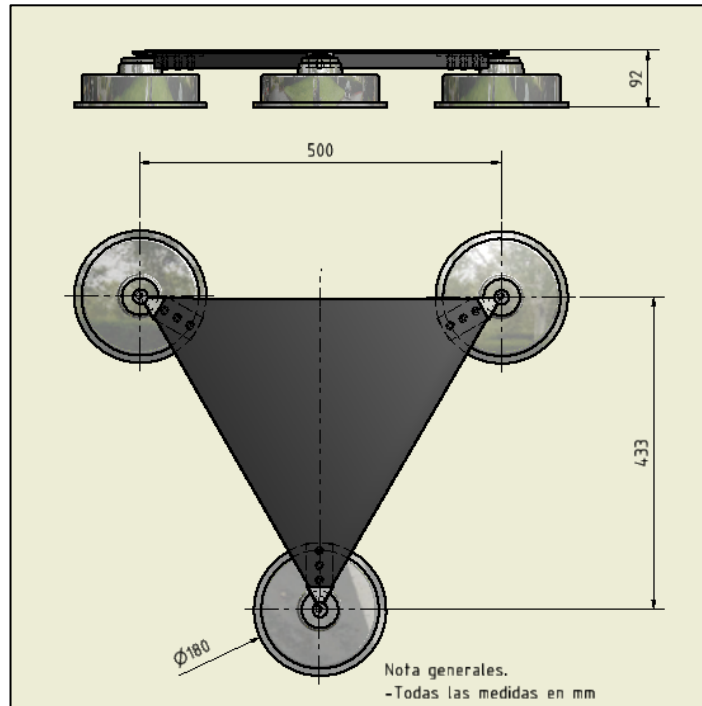
	Eco-Baldosa	Baldosa V3	U. Medida
Capacidad	7	3 a 5	Julios
Carga máxima	500	700	Kilogramo-fuerza
Desplazamiento vertical máximo	5	10	Cm
Dimensiones	60x45	-	Cm
Forma	Rectangular	Triangular	-

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de www.pavegen.com

Con los datos obtenidos se puede concluir que la eco-baldosa posee una mayor capacidad de generación de energía con respecto a la V3, sin embargo la V3 al poseer tres generadores en vez de uno central es mucho más eficiente para un lugar en donde van a transitar personas de manera aleatoria, provocando que independientemente cual sea la superficie por cual pise una persona los generadores se vallan a accionar. Es por este factor que se realizara este proyecto con esta baldosa. A continuación se estudiara con mayor detalle su diseño.

2.4.3 Características generales de la baldosa V3

Esta baldosa posee una forma triangular lo cual le permite acoplarse con otras de distintas formas geométricas, una baldosa está compuesta por un mosaico triangular equilátero, el cual posee 500 mm en cada uno de sus lados, mientras que los generadores poseen un diámetro de 180 mm y una altura de 92 mm (véase fig. 2-7)



Fuente: Elaboración propia mediante Software Inventor

Figura 2-7. Medidas generales de baldosa V3

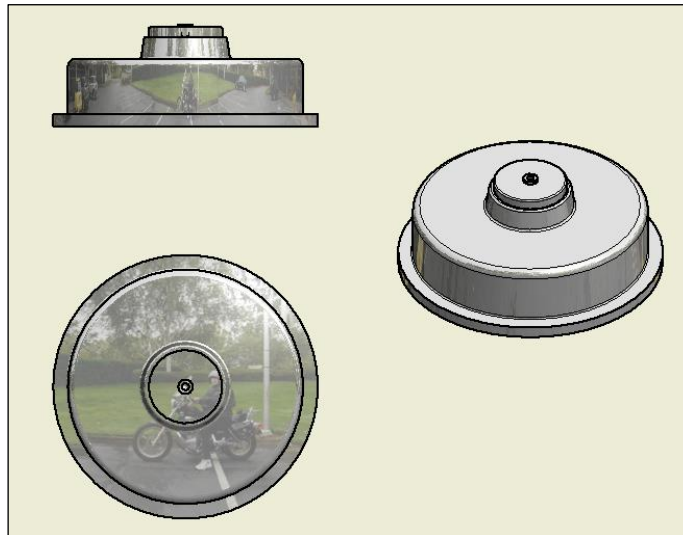
2.4.3.1. Capacidad de la baldosa V3

En el instante en que una persona pisa una baldosa, esta se mueve de manera vertical de 5 a 10mm. Esta presión crea una rotación sobre los generadores electromagnéticos que se sientan debajo de la superficie superior de los azulejos. La energía cinética es transformada en energía eléctrica a un promedio de 3-5 julios por paso, lo cual puede ser usado de manera inmediata para aplicaciones menores como por ejemplo iluminación, o para almacenamiento en baterías para su posterior uso. Por ejemplo si una matriz de 25 m recibiera alrededor de 5000 pisadas de peatones por día generara alrededor de 240 vatios-hora.

2.4.3.2. Componentes y partes principales de la baldosa V3

La baldosa V3 posee distintos componentes, los cuales se especificaran a continuación.

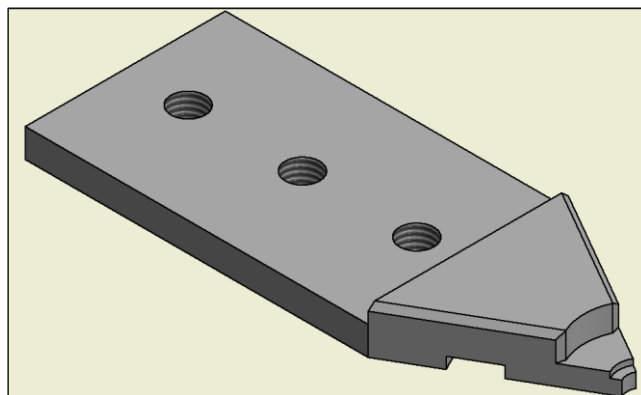
- Alojamiento del generador: es el encargado de recibir la energía eléctrica producida por la pisada, es fabricada casi en su totalidad de aluminio y su tecnología es desconocida, pero se sabe que es capaz de transformar la energía cinética en energía eléctrica (véase Fig. 2-8).



Fuente: Elaboración propia mediante software Inventor

Figura 2-8. Alojamiento del generador

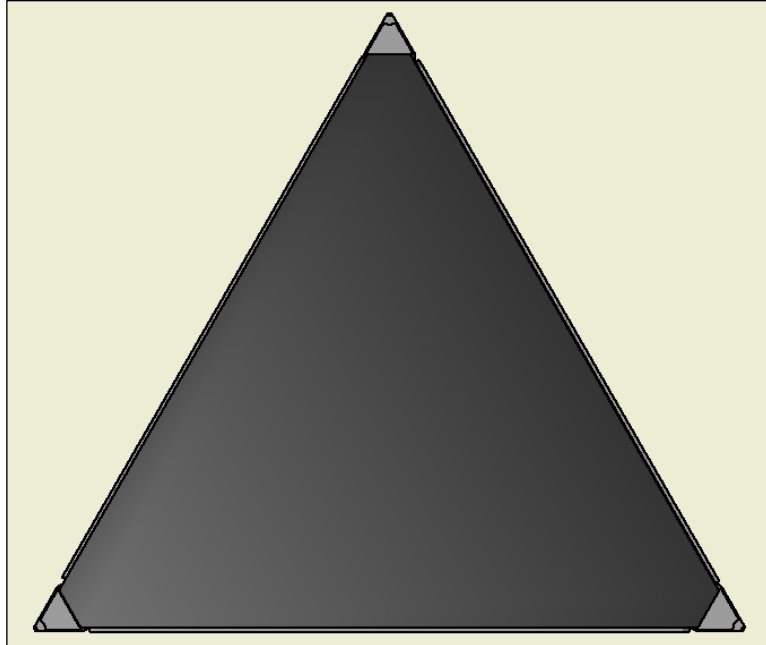
- Puntillas: Es la parte que conecta la baldosa de los generadores, en la figura 2-9 se logra apreciar con mayor detalle.



Fuente: Elaboración propia mediante software Inventor

Figura 2-9. Puntillas

- Hoja superior: está fabricada de goma resistente, es de este material para una mejor adherencia con el pie de la persona, posee un espesor de 3 mm como se muestra en la figura 2-10



Fuente: Elaboración propia mediante software Inventor

Figura 2-10. Hoja superior

2.5. INSTLACIÓN DE LA BALDOSA V3

A continuación se presentaran todos los antecedentes necesarios para la instalación de las baldosas piezoeléctricas.

2.5.1. Factores que inciden en la instalación

Para poder definir la instalación de baldosas primero hay una serie de factores que inciden en esa decisión, los cuales se presentaran a continuación.

2.5.1.1. Selección de la multicancha

La energía necesaria para la iluminación de la multicancha grande es demasiada como para iluminarla por completo con el uso de las baldosas, por lo cual se optara por realizar este proyecto en la multicancha N°2, de medidas 22x34 m² para poder iluminar toda la cancha o gran parte de ella.

2.5.1.2. Cantidad de personas que transitan por el lugar

La cantidad de personas que transitan por el lugar es un factor muy importante a considerar, ya que con esto se definirá la cantidad de baldosas. La cantidad de personas que pasan aproximadamente hacia la multicancha son 250 personas por día, sobre todo en los días martes y jueves.

2.5.1.3. Pasos generados por día

El recorrido que una persona realizará para llegar a la multicancha será por un pasillo de aproximadamente unos 10 metros en donde se instalaran las baldosas, estos 10 metros significan de acuerdo a lo calculado en el sitio web www.blitzresults.com (quien establece que para una persona de estatura entre 1,6 y 1,7 metros de estatura), 17 pasos aproximadamente, por lo cual si se multiplica la cantidad de pasos por la cantidad de personas se obtiene la siguiente operación.

$$17 P * 250 Per. = 4250 P$$

En donde:

- P= Pasos de una persona que transita por el lugar
- Per.=Cantidad de personas que transitan por el lugar por día

2.5.1.4. Focos Led a emplear

Para poder comprobar que los datos obtenidos sean validos es necesario saber la potencia que consumen los focos Led.

Para la instalación del alumbrado existente se cambiaran los focos, producto de la capacidad que poseen las baldosas y para un mayor ahorro en cuanto a consumo eléctrico. Por lo cual se reemplazarán los focos tipo SLS HM 1500W, por unos marca Philips modelo BVP161de alto rendimiento y diseñados especialmente para iluminación deportiva al aire libre (véase Fig. 2-11).



Fuente: Ficha técnica Philips BVP161

Figura 2-11. Focos led Philips modelo BVP161

Las especificaciones técnicas que posee este modelo de foco se presentan a continuación.

- Consumo: 30 Watts
- Flujo luminoso: 23000lm
- Tensión de alimentación: 220-240V
- Grado de protección: IP65
- Vida útil: 3000 horas
- Dimensiones: 193.2 x 142.2 x 40.9mm

Uno de los factores que influye en cuanto a la decisión de emplear este tipo de iluminaria es su ahorro energético, además de poseer casi la misma intensidad lumínica que el anterior foco empleado, esto se puede comprobar mediante datos que se pueden obtener del sitio web www.rapidtables.com. Si se realiza una conversión de unidades con respecto a la intensidad de los focos de 1500 Watts, los cuales poseen un alógeno para su iluminación, a lumen se obtiene el siguiente resultado (véase Fig. 2-12).

Enter power in watts:	<input type="text" value="1500"/>	W
Enter light source:	<input type="text" value="Halogen lamp"/>	▼
Or enter luminous efficacy in lumens per watt:	<input type="text" value="15"/>	lm/W
	<input type="button" value="Calculate"/>	<input type="button" value="Reset"/>
Luminous flux result in lumens:	<input type="text" value="22500"/>	lm

Fuente: <http://www.rapidtables.com/calc/light/watt-to-lumen-calculator.htm>

Figura 2-12. Conversión Watt a Lumen

Por lo tanto no afectara en gran medida a la iluminación de la multicancha, pero se ahorraran cerca de 5000 Watt por hora no afectando a las personas que utilicen el recinto.

2.5.1.5. Potencia total del circuito

La potencia total del circuito es lo primero que se debe tener en cuenta para luego seguir con los otros cálculos. La iluminaria que se utilizara será de tipo Led, con un total de 4, con 30 Watt de potencia cada uno, por ende la potencia total del sistema será la siguiente.

$$\text{proyector } A + \text{proyector } B + \text{proyector } C + \text{proyector } D = \text{potencia total}$$

$$30[w] + [30] + 30[w] + 30[W] = 120[w]$$

2.5.1.6. Calculo del consumo en Wh

Para poder determinar el consumo de los focos es necesario saber las horas diarias de uso y la cantidad de días que se encenderán durante el mes, lo cual se puede conocer mediante el software de la pagina web <https://www.gruposaes.cl>, en donde se determina el consumo mensual de un foco Led el Kwh mensual como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2-x. Consumo de un foco en Kwh mensual

Artefacto eléctrico	Potencia	Horas de uso diario	Consumo Kwh diario	Días	Consumo Kwh mensual	Consumo \$ mensual
Otro	30	4	0.12	30	3.59999999	460
Total					3.59999999	460

Fuente: <https://www.gruposaes.cl/saes/cliente-hogar/herramientas/calcula-tu-consumo>

En la tabla se logra apreciar que el consumo mensual de un foco será de 3,59 Kwh si estos se encienden 4 horas diarias (la justificación de las 4 horas diarias se justifica con más detalle en el capítulo 3, sección 3.1.x.x), para lo cual en primer lugar se multiplica el resultado por 1000 para transformar el resultado en wh por mes.

$$3,59[Kwh\ mensual] * 1000[w] = 3590 [wh\ mensual]$$

A continuación el resultado se divide por 30 días al mes para tener el consumo diario y posteriormente se divide por 4 para tener el consumo en wh.

$$\frac{3590 [wh\ mensual]}{30\ días} = 119,6 [wh\ x\ día]$$

$$\frac{119,6[wh\ x\ día]}{4\ horas} = 29,9 [wh]$$

Por lo cual se puede deducir que el consumo de un foco por hora será de aproximadamente 30 [wh], ante lo cual si se considera que el circuito contempla 4 focos de iluminación iguales se obtiene un consumo total de 120[wh].

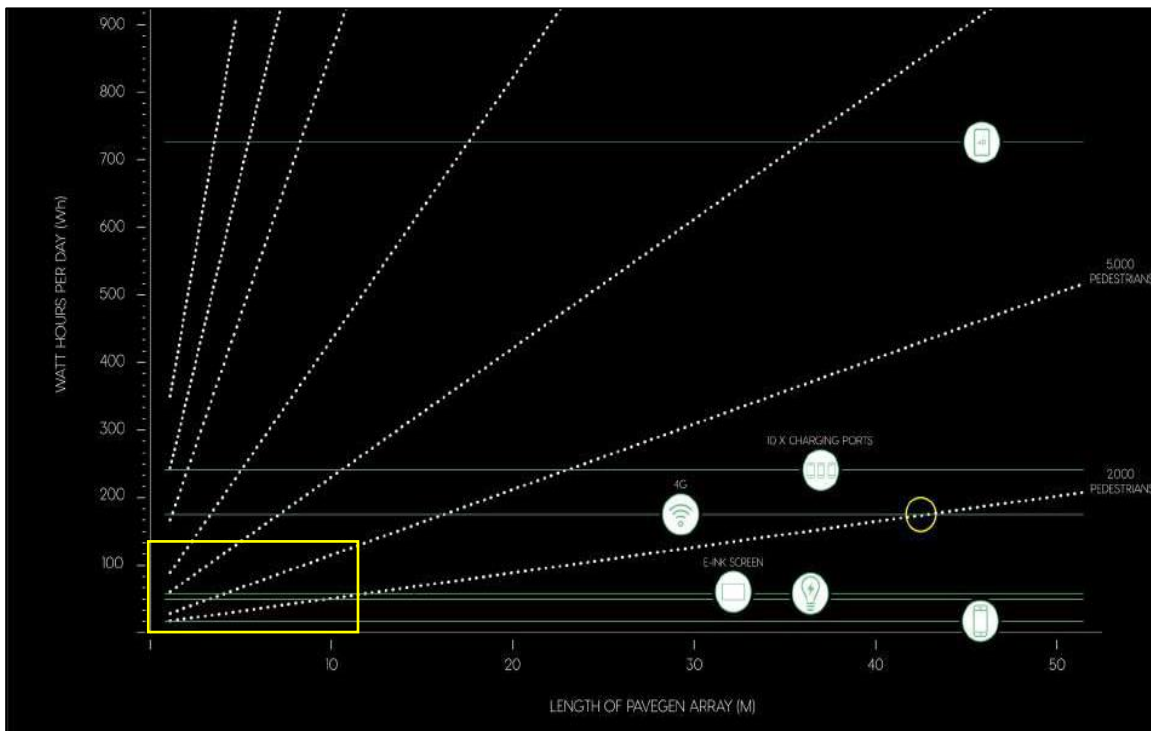
2.5.1.7. Cantidad de baldosas a emplear

Para determinar la cantidad de baldosas a emplear se conoce la potencia total del circuito que es de 120[wh] y la cantidad de pasos que se dan en el lugar por día los cuales son 4250 pasos.

En el siguiente gráfico para la selección de metros lineales de baldosa se aprecia lo siguiente:

- En el eje Y se señalan los vatios hora por día necesarios (en Watt hora)
- En el eje X se señalan la longitud de instalación de baldosas (en metros)
- Las líneas punteadas representan la cantidad de pisadas de los peatones
- El grafico considera 4 Watt por pisada por persona

Ante lo mencionado se puede concluir que con los 120 [watt] se puede entrelazar una línea recta hasta los 5000 pasos que es el que más se aproxima a los 4250 pasos, obteniendo que para abastecer con energía el circuito completo se requieren 12 metros lineales de baldosa V3 (véase Fig. 2-13).



Fuente: Pavegen V3 Technical guide

Figura 2-13. Grafico de cantidad de baldosas a emplear

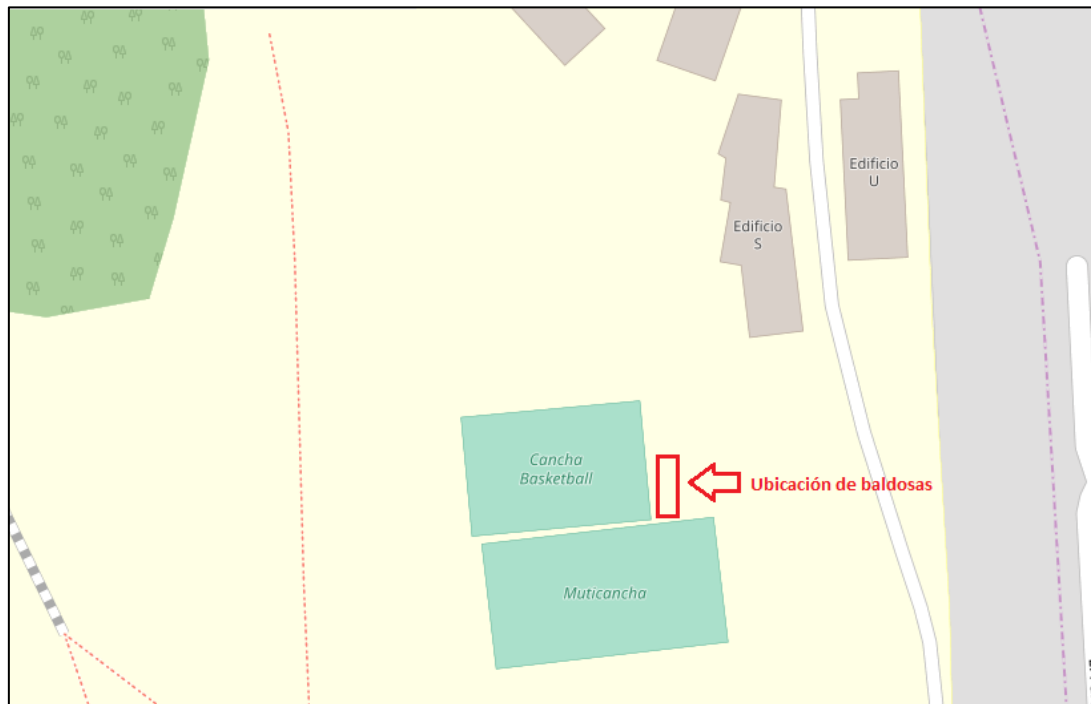
Por lo cual se pueden generar las siguientes observaciones con respecto a la selección de cantidades de metros lineales de baldosa a emplear.

1. El sistema cumple con el consumo requerido.
2. Para calcular los metros lineales se emplearon 4250 pasos, mientras que el requerimiento era de 5000 pasos por peatón, ante lo cual se puede aclarar que los 4250 pasos se calcularon en 10 metros y la instalación de baldosas será de 12 metros lineales.
3. El dato de los 4250 pasos puede llegar a ser un dato de probabilidad, por lo cual en el día pueden transitar una mayor o menor cantidad de personas.

2.5.3. Ubicación de las baldosas

La baldosa V3, como se demostró anteriormente se desplaza de manera vertical 10 mm como máximo, por lo cual en un ambiente de personas jugando futsal o basquetbol sería muy desfavorable, ya que un jugador al venir en carrera y de pronto hundir su pie 10 mm puede llegar a perder el equilibrio, además los generadores, en donde se almacena la energía, suelen hundirse de manera lenta. Otro factor a considerar es la normativa chilena del MINVU la cual dice que las multicanchas deben tener una malla acma C 192, por lo cual no se podrá intervenir esa zona.

La mejor alternativa para instalar las baldosas es la zona de entrada a las dos multicanchas, ya que hay se concentra la mayor cantidad de personas transitando, independiente si se dirige a una multicancha u otra (véase Fig. 2-14).



Fuente: elaboración propia mediante datos obtenidos de <https://www.openstreetmap.org/#map=4/-39.27/->

73.60

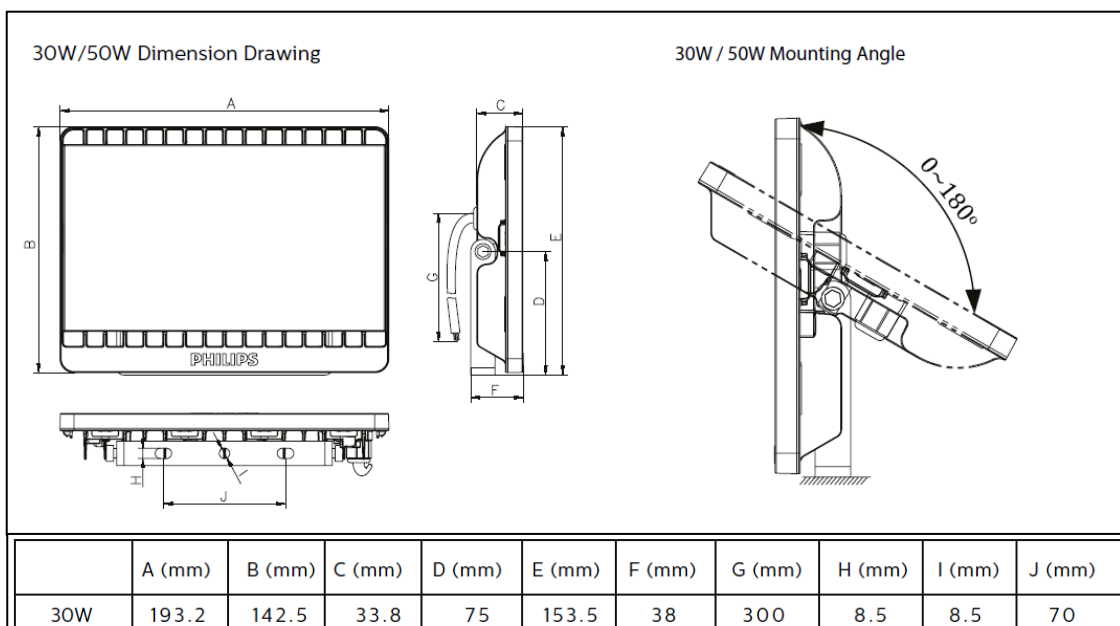
Figura 2-14. Ubicación de las baldosas V3

2.6. COMPONENTES ELÉCTRICOS A UTILIZAR

A continuación se presentarán algunos de los antecedentes acerca de los componentes que se emplean con respecto a la iluminación y a los circuitos básicos, los cuales se justificaran con mayor detalle en el capítulo 3.

2.6.1 Luminaria a emplear

Como se aprecia en la sección anterior, los focos a emplear son marca Philips modelo BVP161 (véase Fi.2-15), la ficha técnica de este producto se puede apreciar en el anexo B.



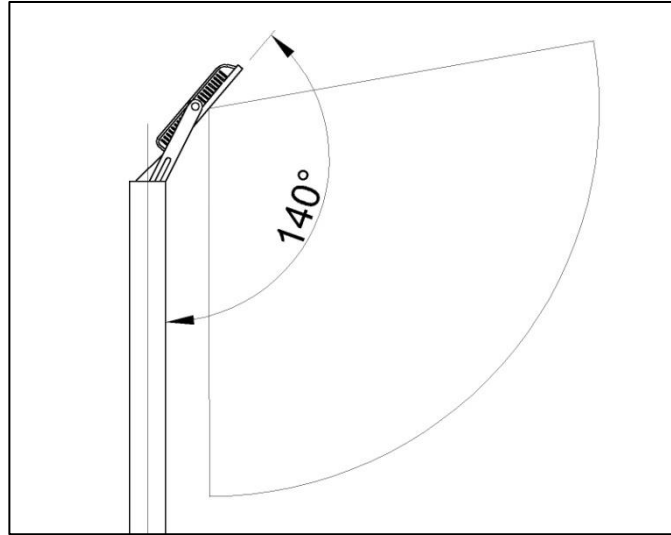
Fuente: elaboración propia mediante Ficha técnica Philips BVP161

Figura 2-15. Medidas generales Foco Philips BVP161

2.6.1.1. Ubicación de los focos

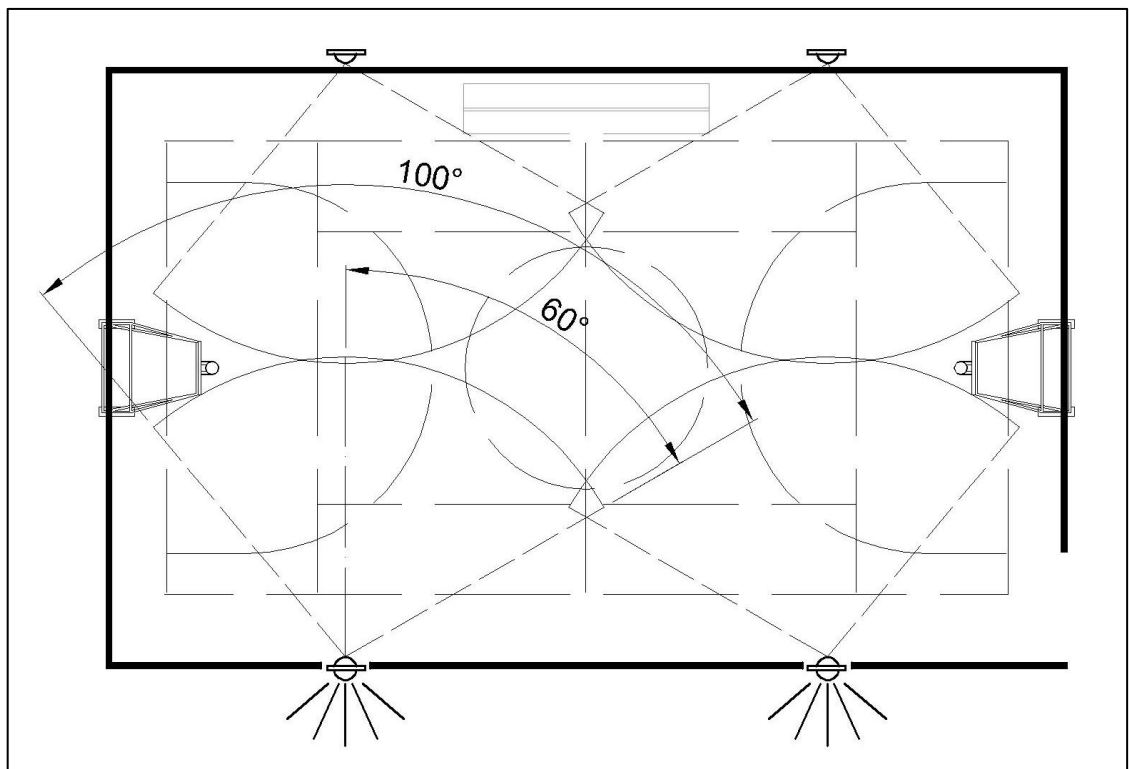
Cuando se realiza un proyecto de iluminación es necesario tener en cuenta que todos los jugadores deberán ver con precisión todo lo que ocurre en el terreno de juego para no tener inconvenientes en la actividad que se realice. Los postes de alumbrado se encuentran a 6m de altura con respecto al suelo, considerando que los focos poseen un

ángulo de luminosidad de 100° se instalaran con respecto al eje de los postes en un Angulo de 140° (véase Fig. 2-16). desde la parte superior se dará un ángulo de 10° hacia el interior para poder aprovechar el máximo posible la capacidad del foco (véase Fig. 2-17).



Fuente: Elaboración propia mediante software Cad

Figura 2-16. Inclinación de focos LED



Fuente: Elaboración propia mediante software Cad

Figura 2-17. Ubicación de focos LED

2.6.2. Tablero eléctrico

La selección del tablero eléctrico se realizara bajo los estándares de la norma chilena NCH Elec. 4/2003 instalaciones de consumo en baja tensión. En este se incluirán componentes necesarios para en funcionamiento del sistema los cuales se presentan a continuación:

2.6.2.1. Selección de tablero eléctrico

Para poder hacer el proyecto más eficiente, se deberá almacenar la energía producida durante el día para ser utilizada posteriormente en las horas de menos luz. Es por esto que se proyectan equipos necesarios para el almacenaje de energía, los cuales serán instalados en un armario eléctrico auto soportado de índice de protección IP66, el cual puede situarse a la intemperie impidiendo que los equipos instalados en su interior se vean afectados por las lluvias, la humedad, polvo, etc. Dicho armario será de la marca Legrand IP66 con pintura RAL 7035 de medidas 600x400x250mm (véase Fig. 2-18, anexo D).



Fuente: https://www.eecol.cl/385-large_default/caja-marina-500x400x206-ip66-legrand.jpg

Figura 2-18. Tablero marca Legrand

2.6.2.2 Especificaciones técnicas del tablero

El armario seleccionado en el punto anterior deberá contar con ciertas características propias debido a la ubicación de este. Los cuales se dan a conocer a continuación:

- **Techo:** Se instalara un techo para reforzar la proyección de agentes externos que puedan afectar los componentes eléctricos instalados en su interior.

Estos accesorios se pueden solicitar incorporados de manera adicional al proveedor, como se muestra en la siguiente figura (2-19).

- **Bandejas:** se instalaran bandejas a distintas alturas para separar distintos aparatos electrónicos, ya que si no ocurre puede ser perjudicial, sobre todo con las baterías eléctricas, estas están compuestas de líquidos tóxicos que pueden evaporarse y dañar otros componentes, además de escurrir por los distintos lados de la bandeja, es por esto que en la sección en donde irán las baterías se relazaran agujeros en su base para que el liquido escurra hacia una bandeja de abajo, la cual podrá ser removible para una fácil mantención.

Atlantic-E, armarios metálicos y equipamiento

DIMENSIONES EXTERNAS				ARMARIOS METALICOS RAL7035	EQUIPAMIENTOS						
Formas	Alto (mm)	Ancho (mm)	Prof. (mm)		Placa perforada Lina 12,5	Placa perforada Lina 25	Montanes seccionadas Lina 25	Riel Lina 25	Chasis cubre equipos	Techos	Zócalos
	300	200	150	399 30	360 00	360 07	361 50	-	-	-	-
	400	300	150	399 34	360 04	360 12	361 51	367 80	-	-	-
	500	400	150	399 38	360 09	360 15	361 52	367 81	-	-	-
	400	300	200	399 35	360 04	360 12	361 51	367 80	361 01	365 51	-
	500	400	200	399 39	360 09	360 15	361 52	367 81	361 02	365 52	-
	600	400	200	399 42	360 22	360 16	361 53	367 81	-	365 52	-
	600	500	200	399 44	-	-	361 53	367 82	-	-	-
	700	500	200	399 51	360 31	360 18	361 54	367 82	-	-	-
	800	600	200	399 54	360 33	360 19	361 55	367 83	-	-	-
	500	400	250	399 40	360 09	360 15	361 52	367 81	-	365 53	-
	600	400	250	399 43	360 22	360 16	361 53	367 81	361 03	365 53	-
	700	500	250	399 52	360 31	360 18	361 54	367 82	361 05	365 54	-
	800	600	250	399 55	360 33	360 19	361 55	367 83	-	365 54	-
	1000	800	250	399 64	360 42	360 21	361 56	367 84	-	-	-
	800	600	300	399 56	360 33	360 19	361 55	367 83	361 06	365 56	363 00
1000	600	300	399 63	360 40	360 23	361 56	367 83	-	365 56	363 00	
1000	800	300	399 65	360 42	360 21	361 56	367 84	361 09	365 57	363 01	
1200	800	300	399 69	360 46	360 27	361 58	367 84	361 10	365 57	363 01	

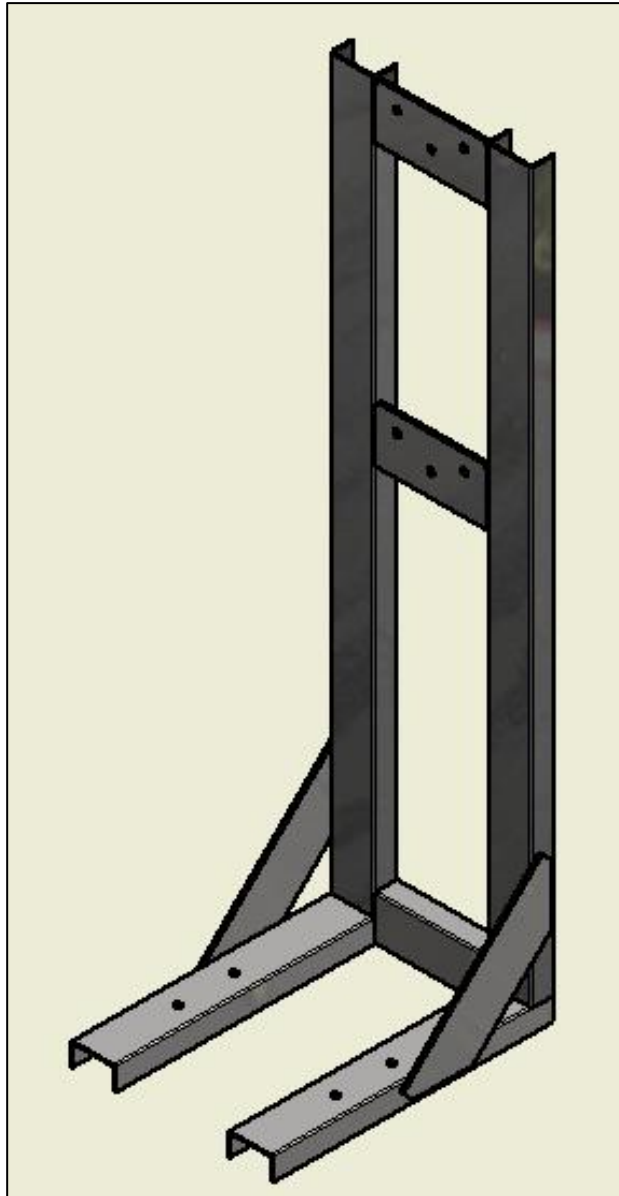
Fuente: https://www.legrand.cl/catalogos/nuevos/atlantic_e/files/assets/common/downloads/publication.pdf

Figura 2-19. Accesorios de tablero de distribución

La ficha técnica de este producto se puede encontrar en el anexo D

2.6.2.3. Soporte de tablero

Para posicionar el tablero en una posición óptima de trabajo y para futuras mantenciones, este debe quedar a una altura aproximada de 700mm con respecto al suelo, por lo cual se diseña un soporte de tablero para su instalación (véase Fig. 2-10). El cual además se puede apreciar su plano de fabricación en anexo H.



Fuente: Elaboración propia mediante software Inventor

Figura 2-20. Soporte de tablero

CAPÍTULO 3: INGENIERÍA DE DESARROLLO Y COSTOS DEL PROYECTO

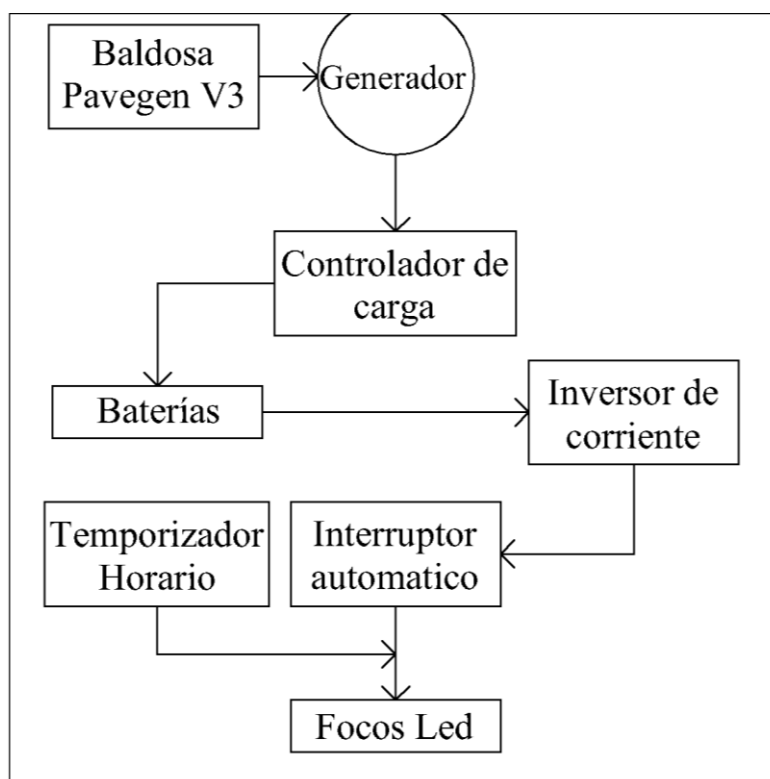
3. INGENIERÍA DE DESARROLLO Y COSTOS DEL PROYECTO

En este capítulo se presentara el diseño final del proyecto, detallando la instalación de las baldosas y la instalación de los componentes eléctricos que conllevan, además de los costos asociados al proyecto. Otro factor a considerar será la elaboración de los planos, para poder visualizar de mejor manea los detalles del diseño.

3.1. INSTALACIÓN DE RED ELÉCTRICA

Para la completa instalación de una red eléctrica será necesario tener en cuenta que el circuito eléctrico posee una tención de 220 V. Además cada foco LED instalado posee una potencia de 30 Watt. Estos son antecedentes básicos para poder realizar la selección de los componentes eléctricos adecuados para este proyecto. A continuación se mostraran los cálculos eléctricos para la red.

Para la instalación de los componentes eléctricos, en primer lugar es necesario comprender el proceso del sistema eléctrico de las baldosas piezoeléctricas, el cual se detallara en el siguiente esquema (véase fig. 3-1).



Fuente: Elaboración propia mediante software Cad

Figura 3-1. Esquema eléctrico de baldosa V3

3.1.1. Potencia total del circuito

La potencia total del circuito es lo primer dato necesario para dimensionar equipos. Como se presento en el capítulo 2, la iluminaria a utilizar será de tipo Led, con un total de 4, con 30 Watt de potencia por cada uno.

$$\text{proyector } A + \text{proyector } B + \text{proyector } C + \text{proyector } D = \text{potencia total}$$

$$30(W) + 30(W) + 30(W) + 30(W) = 120(W)$$

En donde:

- W= Watts

Mediante esta fórmula se logra apreciar que la potencia total consumida por los focos de iluminación sea de **120 W**.

3.1.2. Corriente de iluminación

La corriente de iluminación se establece mediante la fórmula para instalaciones eléctricas de bajo consumo, mediante la potencia del sistema que son 120 W y la tensión del sistema el cual es 220V.

$$\text{intensidad de corriente (A)} = \frac{\text{potencia(W)}}{\text{tensión(V)}}$$

$$\text{Intensidad de corriente (A)} = \frac{120(W)}{220(V)}$$

$$\text{Intensidad de corriente} = 0,65(A)$$

En donde

- A= Ampere
- W= Watts
- V= Volt

Por lo tanto la intensidad de corriente será de **0,65 A**. Para efectos de este proyecto se aproximara a **1,0 A** como factor de seguridad.

Por lo cual se obtiene como resultado una corriente de 1,0 A, por ende se empleara un regulador de tensión que sea capaz de conducir 5 A y 12 VCC.

3.1.3 Controlador de carga

Cada sistema de baldosas interconectadas trae un controlador de carga, el cual cumple como función principal recibir la energía proveniente de los generadores de las baldosas y de proteger los demás equipos de variaciones de voltaje, en otras palabras funciona como un regulador de voltaje.

3.1.4. Batería

Para las baterías a utilizar es necesario multiplicar la intensidad de la corriente por la cantidad de horas que permanecerán encendidos los focos LED, lo cual se detalló en capítulos anterior que era de 4 horas por día.

$$\text{Corriente diaria} = 1,0(A) * 4h$$

$$\text{Corriente diaria} = 4,0 (A)$$

Por lo cual bastara con utilizar dos baterías de 6V-4,5A/h para la realización de este proyecto, las que se emplearan son de la marca Ultracell (véase Fig. 3-2), las cuales cuentan con las siguientes especificaciones:

- Voltaje: 6V
- Capacidad: 4,5 A
- Dimensiones (mm): 151 (Largo) x 99.5 (Ancho) x 97 (Alto) / 100 (Alto con terminal) [± 2 mm]
- Peso: 4.2 Kg



Fuente: <http://dmu.cl/image/cache/data/productos/Baterias/ultracell/UCG12-12-ULTRACELL-500x500.jpg>

Figura 3-2. Batería de 6V – 4,5A

3.1.5. Corriente del inversor

Para elegir el inversor adecuado se conoce que la máxima potencia que pasara por él es de 500 W, por lo cual se utilizara un inversor de corriente para esa cantidad de potencia. A continuación se muestra en la imagen 3-3 el inversor a utilizar.



Fuente: <https://www.opitra.cl/inversor-de-corriente/444-inversor-onda-modificada-500w-12v.html>

Figura 3-3. Inversor de corriente de 500W

Algunas de las especificaciones técnicas de este inversor son las siguientes:

- Potencia de salida máxima: 500w.
- Voltaje max. de entrada: 12V.
- AC voltaje de salida: 220v 50hz.
- Tipo de display: Luces indicadoras

- Cable Conexión a Baterías
- Peso total: 1kg

3.1.6. Selección de conductores eléctricos

Los conductores eléctricos que se emplearan serán regidos bajo la norma chilena NCh Elec. 4/2003, en la cual aparece la siguiente tabla 3-1 sobre los conductores aislados a emplear.

Tabla 3-1. Características y condiciones de uso de conductores aislados

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	Máxima temperatura de servicio [° C]	Espesores de aislación		Tensión de servicio [V]	Chaqueta exterior
				Sección nominal [mm ²]	Espesor [mm]		
Conductor monopolar; alambre o cableado. Aislación etileno propileno chaqueta neopreno	EN	Instalaciones aéreas o subterráneas, en ducto o directamente en tierra o bajo agua, interiores canalizados en ductos, bandejas, o escalerillas. Ambiente secos, húmedos o mojados.	90	3,31 a 5,26 8,37 a 33,6 42,4 a 107 126,7 a 253,4 380 a 506,7	0,76 1,14 1,40 1,65 2,03	600	Neopreno

Fuente: http://www.sec.cl/sitioweb/electricidad_norma4/norma4_completa.pdf

Mientras que para la selección del diámetro del conductor se empleó la tabla 3-2 de la misma norma.

En esta tabla los grupos corresponden a lo siguiente:

- Grupo 1: conductores mono polares en tuberías
- Grupo 2: conductores multipolares con cubierta común, cables planos, cables móviles, cables portátiles y similares
- Grupo 3: conductores mono polares tendidos libremente al aire con un espacio mínimo entre ellos igual al diámetro del conductor

El grupo al cual corresponden los conductores a emplear es al grupo 1, y la corriente admisible del sistema es de 1,0 (A), por lo que se emplearan cables conductores de 1,0 mm² de sección nominal según la tabla.

Tabla 3-2. Intensidad de corriente admisible para conductores aislados fabricados según normas europeas

Sección nominal [mm ²]	Corriente admisible Amperes [A]		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
0,75	-	12	15
1	11	15	19
1,5	15	19	23
2,5	20	25	32
4	25	34	42

Fuente: http://www.sec.cl/sitioweb/electricidad_norma4/norma4_completa.pdf

3.1.6.1. Conductor eléctrico a utilizar

Para la selección del conductor a emplear se debe tener en cuenta que la conexión del foco LED consta de tres cables:

- Fase
- Tierra
- Neutro

Por lo cual se debe utilizar un cordón de tres conductores y con un diámetro de 1 mm² por cada conductor, el cordón además debe poseer una aislación de propileo y de neopreno para su uso en exteriores.

El cordón seleccionado es de tipo 3 X 1,0 mm² 500V (véase fig. 3-4), el cual posee las siguientes características:

- Temperatura de servicio: 70°C
- Voltaje de servicio: 500 Volts.
- Usos: En artefactos electrodomésticos y equipos portátiles sujetos a esfuerzos medianos tales como lavadoras, aspiradoras y secadoras. En lugares secos y húmedos, en talleres e industrias, como extensiones y conexiones flexibles para equipos portátiles.
- Características: Excelente flexibilidad, durabilidad y propiedades eléctricas como mecánicas.
- Conductor: Cable flexible de cobre blando.
- Aislación: Cloruro de Polivinilo PVC.
- Cubierta: Relleno de cubierta de cloruro de polivinilo PVC.
- Diámetro del cordón: 7,2 mm².



Fuente: https://www.gobantes.cl/image/cache/data/productos/0606519_1_2-500x500.jpg

Fig. 3-4. Cordón eléctrico de 3x1.0mm²

3.1.7. Canalización a utilizar

La canalización que se utilizara ira por debajo de la tierra y no es visible al ojo humano, la cual se denomina canalización subterránea, en ella se instalaran cañerías rígidas no metálicas de alto impacto, las cuales poseen una resistencia a la compresión y a la humedad mayor que otro tipo de canalizaciones. El diámetro de la cañería dependerá de la tabla siguiente en la cual se muestra que la sección dependerá de la cantidad de conductores.

Tabla 3-3. Porcentaje de Sección Transversal de la Tubería ocupada por los Conductores

Número de conductores	1	2	3 ó mas
Porcentaje ocupado	50%	31%	35%

Fuente: http://www.sec.cl/sitioweb/electricidad_norma4/norma4_completa.pdf

En la tabla se reflejan el espacio libre que debe quedar según la norma chilena 2003/4 elec, por lo cual sabemos que se emplearan tres conductores, en donde solo se debe ocupar el 35% del espacio de la tubería, además sabemos que el diámetro del cordón es de 7,2mm, por lo cual en primer lugar debemos saber el área de este, la cual será:

$$A = \frac{\pi X \phi^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi x 7,2^2}{4}$$

$$A = 40,72 \text{mm}^2$$

A continuación se realiza una regla de tres simple en donde se obtiene el siguiente resultado.

$$\frac{A = 40,72}{X} \quad \frac{35\%}{100\%}$$

Posteriormente se multiplica cruzado para saber el área de la sección total requerida.

$$X = \frac{40,72 \times 100}{35}$$

$$X = 116,32 \text{mm}^2$$

Ahora el área necesaria de la tubería la se pasa a diámetro.

$$116,32 = \frac{\pi X \phi^2}{4}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{116,32 \times 4}{\pi}}$$

$$\phi = 12,17 \text{mm}$$

En donde:

- A=Área (mm²)
- ϕ =Diámetro (mm)

La cañería que se utilizara será PVC conduit SCH 40 de color naranja de diámetro nominal 1/2", ya que es la que más se aproxima (véase Fig. 3-5).



Fuente: <https://www.dartel.cl/index.php/tubo-pvc-conduit-3-4-x-3-metros-25-c-3.html>

Figura 3-5. Conduit PVC SCH 40 1/2"

3.1.8. Componentes eléctricos de protección y automatización

A continuación se presentaran algunos de los componentes necesarios para la protección del sistema en caso de alguna falla en el circuito o una sobrecarga de este, impidiendo de esta manera dañar otros componentes más sofisticados. Igualmente se presentara la manera más óptima de automatizar el sistema.

3.1.8.1. Interruptor automático a emplear

Para la selección de este se debe tener en cuenta la corriente admisible del sistema, la cual es de 1,0 (A) y que además los focos son monofásicos (220V), por lo cual se utilizaran interruptores automático de 6 (A) como se muestra en la imagen 3-6. Se emplearan tres automáticos, dos para los focos y otro para el circuito en general.



Fuente: https://www.gobantes.cl/image/cache/data/productos/0607136_1_2-500x500.jpg

Figura 3-6. Interruptor de 6(A)

3.1.8.2. Temporizador horario

El temporizador anual semanal permitirá automatizar el sistema de manera completa, cumple la función de relé, en donde solamente se entregara corriente al sistema por el tiempo configurado por el usuario, permitiendo que los focos solo se encuentren encendidos cuando no exista luz natural. El temporizador a utilizar se selecciono debido a su configuración anual, además de poder ser configurado en dos distintos horarios, cuyo modelo es LE365S-41 (véase fig. 3-7, anexo C), el cual posee las siguientes características técnicas.

- Fácil de revisar y cambiar el ajuste de programa.
- Ajuste de tiempo semanal o anual personalizable y controlado por el usuario.
- Incluye función de horario de verano.
- 1 salida de control independiente. (Relevador).
- Montaje en panel frontal, superficie o riel DIN en la misma unidad.



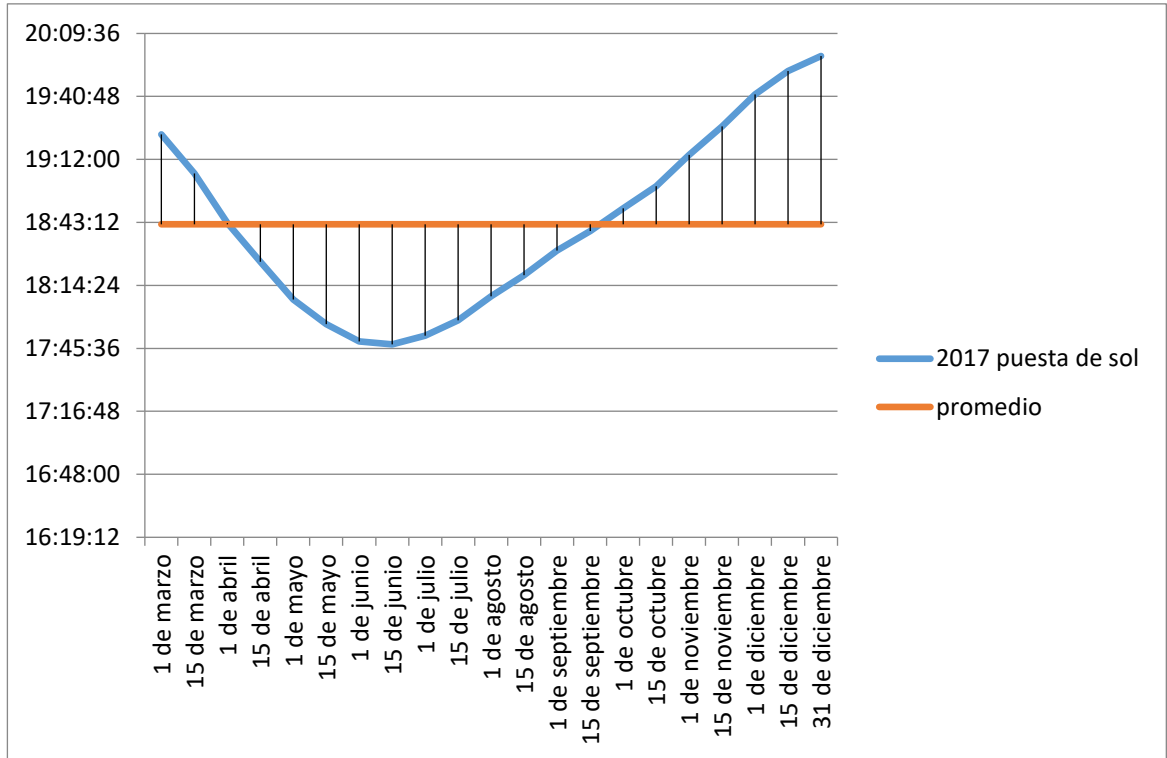
Fuente: <https://www.rhona.cl/uploads/2013/08/20130806112308-producto-interruptor-horario-48x48mm-800x515.jpg>

Fig. 3-7. Interruptor horario

- Configuración de temporizador horario

Para poder automatizar todo el sistema es necesario configurar el temporizador horario de tal forma que los focos LED se enciendan y apaguen de manera independiente, de este modo no se necesitara la intervención humana para iluminar el sistema todos los días. A continuación se muestra un grafico con las puestas de sol de los días 1 y 15 de cada mes del 2017.

Grafico 3-1.- Puestas de sol del año 2017 en viña del mar.



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de <https://salidaypuestadelosol.com>

En ella se puede sintetizar la hora más temprana que anochece durante el año, la cual es entre el 1 y 15 de junio a las 17:45 hrs. aprox. Mientras que la hora más tarde va en diciembre a las 19:50 aprox. Por otro lado se observa mediante una línea recta el promedio, dando a entender que durante el año existen dos horarios establecidos, el primero va desde el 1 de Abril hasta el 15 de Septiembre y el otro va desde el 15 de Septiembre hasta el 1 de Abril del próximo año. Por lo cual desde septiembre hasta abril las luces se prenderán desde las 18:45 hasta las 22:45 horas, mientras que desde abril hasta septiembre las luces se prenderán desde las 17:45 hasta las 21:45 horas, optimizando de esta manera el uso de luz natural.

3.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA

A continuación se presentarán los detalles necesarios para poder realizar la correcta instalación de las baldosas, además de la ubicación de los componentes eléctricos.

3.2.1 Instalación de baldosas

Para la correcta instalación de las baldosas se requiere intervenir el terreno y modificar la estructura que ya se encuentra construida. A continuación se presentan los pasos a seguir para la correcta instalación de las baldosas y el funcionamiento del sistema.

3.2.1.1. Intervención del terreno

El terreno a intervenir se encuentra a un costado de la multicancha, en donde se visualizan baldosas de concreto de 1x1 m² como se muestra en la siguiente figura 3-8.



Fuente: Imagen obtenida en terreno

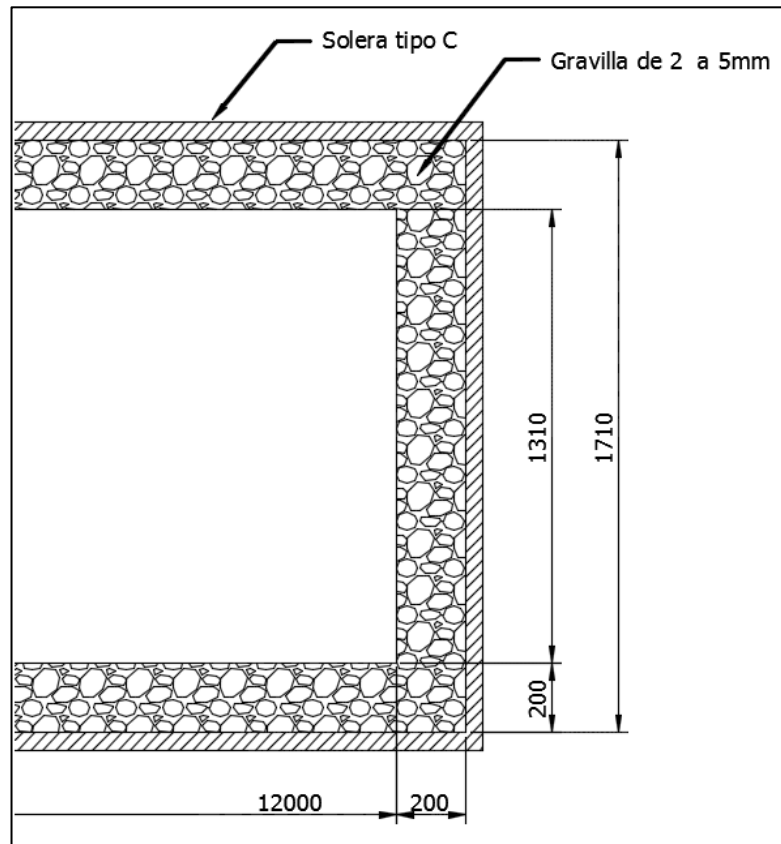
Figura 3-8. Baldosas de concreto

3.2.1.2. Procedimiento para instalación de baldosas

Para la correcta instalación de las baldosas se debe tener en cuenta los siguientes pasos:

- Las baldosas serán removidas mediante mano de obra calificada para realizar este tipo de maniobras, posteriormente al sitio se le removerá tierra dejando aproximadamente unos 25 cm bajo nivel del suelo, 175 cm de ancho y unos 1250 cm de largo. Luego se instalarán unos 13cm de bolones para el drenaje del agua cuando existan precipitaciones en el lugar, de tal manera de impedir que la baldosa quede inundada (véase fig. 3-9, anexo I).

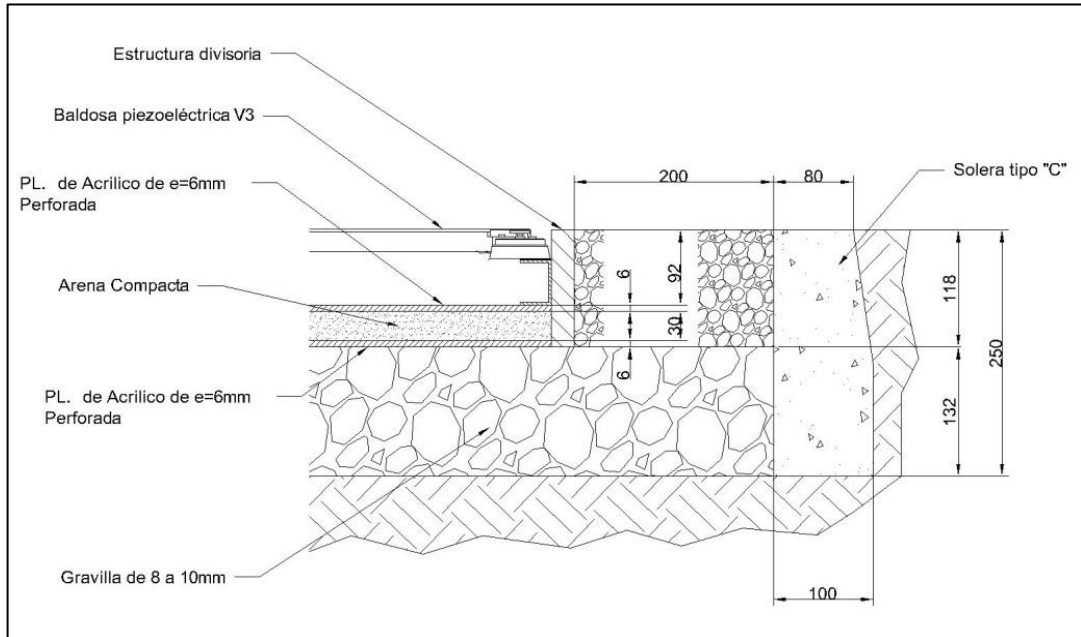
- Luego en el perímetro del lugar se instalarán soleras tipo C.
- Después se instalará una estructura al medio de 1200x130 cm y entre la solera y la estructura de las baldosas se dejará una capa de grava fina de unos 2 a 5 mm.



Fuente: Elaboración propia mediante software Cad

Figura 3-9. Detalle de instalación de gravilla

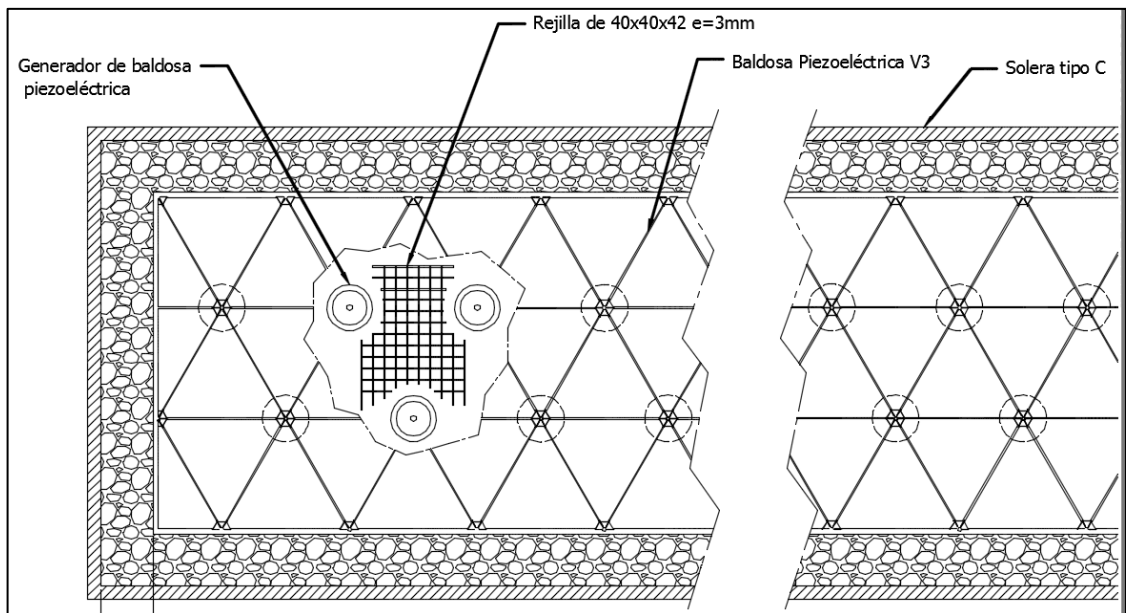
- Después se instalará una capa de arena compacta para estabilizar la zona baldosa, esta capa será de 30 mm y tendrá por abajo una plancha de acrílico perforada para que traspase el agua hacia abajo, posteriormente se emparejará el terreno con una máquina compactadora.
- Posteriormente se instalará una plancha de acrílico perforado para instalar quedando a 92 mm del suelo
- Después se instalarán los generadores piezoeléctricos, los cuales se sujetarán al suelo mediante pernos de anclaje de expansión con camisa (véase Fig. 3-10, anexo I).



Fuente: Elaboración propia mediante software Cad

Figura 3-10. Detalle de instalación de Baldosas

- La superficie será cubierta con una rejilla tipo GRP de 40x40mm con una altura de 42mm, para sostener la caída del azulejo como se muestra en la figura 3-11 (anexo I).



Fuente: Elaboración propia mediante software Cad

Figura 3-11. Instalación de rejillas

- Finalmente se instalarán los azulejos y serán fijados mediante tuercas de sujeción tipo “ojos de serpiente”, de esta manera se evita que alguien quiera retirarlas (véase Fig. 3-12)

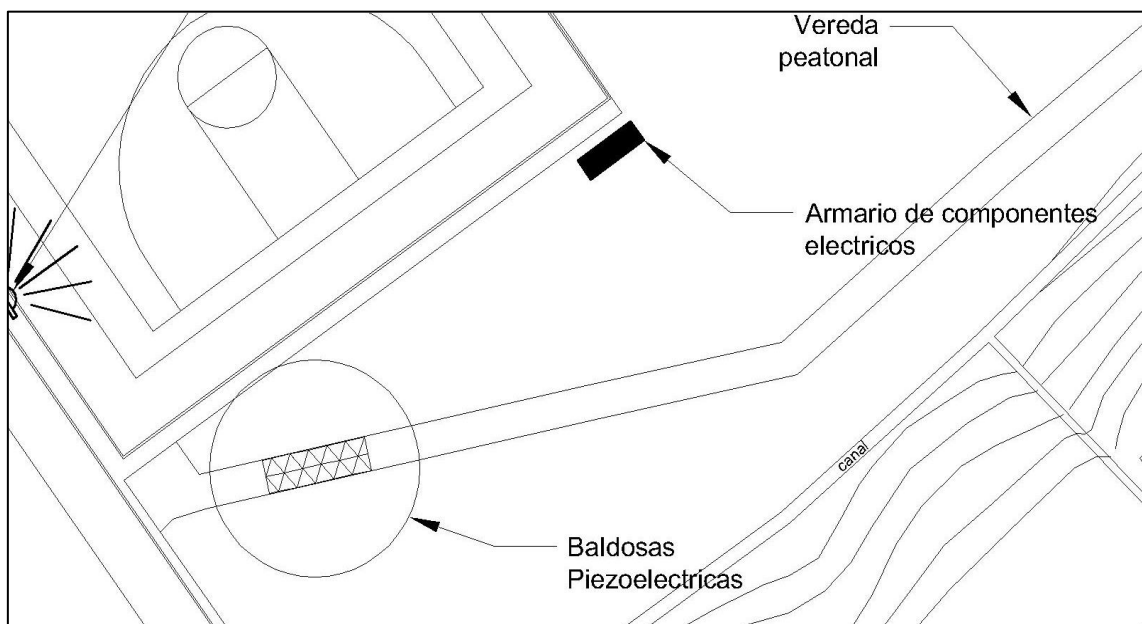


Fuente: <http://computerhoy.com/noticias/life/pavegen-v3-energia-limpia-que-genera-tus-pasos-46480>

Figura 3-12. Instalación final de baldosa

3.2.2. Ubicación del tablero de componentes eléctricos

El tablero se instalará a un costado de la multicancha, cerca de la vereda peatonal, de esta manera una vez que se instale se podrá apreciar a simple vista las acciones que se realicen con respecto a los focos o las baldosas (véase Fig. 3-13, anexo I).



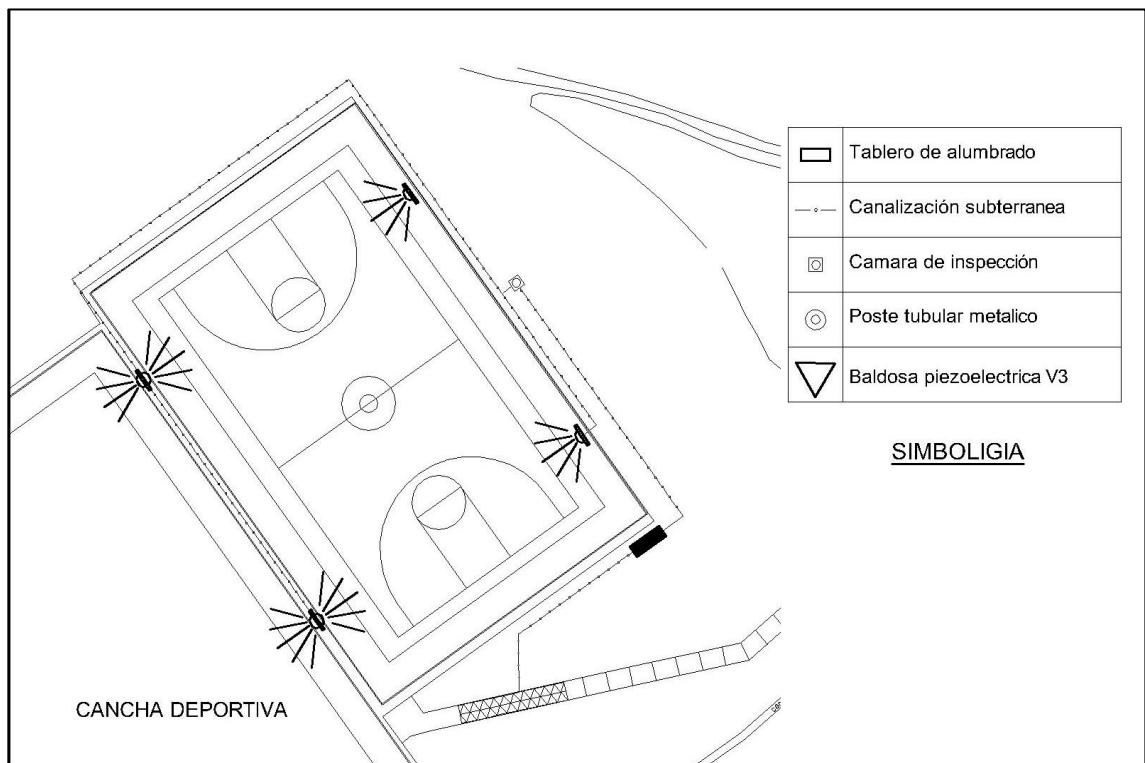
.Fuente: Elaboración propia mediante software Cad

Fig. 3-13. Ubicación de armario de distribución

3.2.3. Canalización eléctrica

Para poder energizar los focos es necesario cablearlos hacia el armario de componentes eléctricos, para ello se canalizara según el cordón de 3Gx1,5mm mas las cañerías conduit PVC de ½” seleccionadas con anterioridad.

La canalización se puede realizar bajo tierra gracias a las propiedades del cordón y del conduit seleccionado, por lo cual se intervendrá alrededor de la multicancha hasta llegar al armario en donde se encuentran los componentes eléctricos. A continuación en la imagen 3-14 (Anexo I) se muestra un diagrama detallado del recorrido:



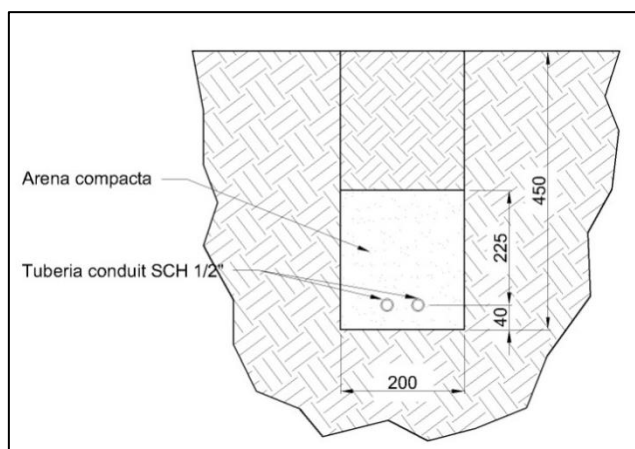
Fuente: elaboración propia mediante software Cad

Figura 3-14. Esquema de canalizaciones

El esquema recién visualizado representa la canalización de manera general, no representa la ubicación definitiva de los objetos y además el recorrido puede tener variaciones en su ruteo debido a condiciones de terreno.

3.2.3.1 Canalización subterránea

Para canalizar de manera subterránea la norma indica que es necesario realizar una zanja con una profundidad mínima de 0,45m, además de cubrir con arena unos 0.10m de espesor alrededor de las cañerías (véase Fig. 3-15, anexo I).

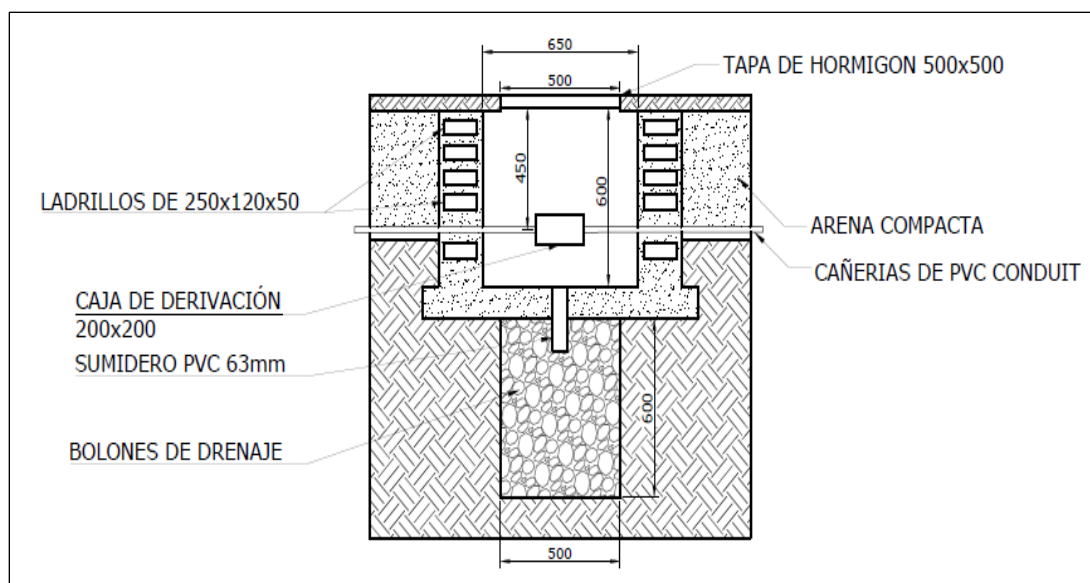


Fuente: Elaboración propia mediante software Cad

Figura 3-15. Canalización subterránea

3.2.6.2. Cámara de inspección

Producto de las desviaciones en el ruteo de las canalizaciones sobre el terreno será necesario instalar una cámara de inspección, ya que la norma no permite desviaciones de más de 60° en canalizaciones subterráneas en un tramo máximo de 90m. La cámara además facilitara el mantenimiento e inspección de los conductores eléctricos, esta cámara estará ubicada a un lado de la multicancha. En ella se empalmaran todos los cordones provenientes de los focos LED mediante una caja de derivación de índice de protección IP65, para así evitar el ingreso de aguas lluvias en su interior. Adicionalmente en la base de esta cámara se instalara un dren mediante un sumidero y bolones, a continuación en la siguiente imagen (véase Fig. 3-16) se logra apreciar con mayor detalle lo mencionado



Fuente: Elaboración propia mediante software Cad

Figura 3-16. Cámara de inspección

3.2.7. Cuadro de cargas de luminaria

El cuadro de cargas de luminaria se realizó mediante la norma chilena NCh 4 Elec 99, en cual establece los requisitos para el alumbrado, el resultado se muestra en la siguiente tabla 3-3.

Tabla 3-4. Cuadro de cargas de alumbrado

Cuadro de cargas de Alumbrado										
T.D.A.	Cto. N°	Foco Led 250W	Tot. centros	Potencia	I Amp.	proteccion		Canalizacion		Ubicación
						Automatico	Diferencial	Conductor mm²	Ducto "	
1	1	2	2	60	0,27	6A.	-	1,00	1/2"	Circuito 1 iluminacion multicancha
	2	2	2	60	0,27	6 A.	-	1,00	1/2"	Circuito 2 iluminacion multicancha
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	2	4	-	120	0,55	6A	-	-	-	Circuito iluminacion de multicancha

Fuente: Elaboración propia mediante excel

3.3. COSTOS Y PRESUPUESTOS

A continuación se presentaran los costos generales asociados al proyecto realizado, los datos se calcularon con precio de la UF del día 30/06/2019, el cual fue de \$27.903,30 CLP.

3.3.1. Elementos asociados al costo de producción

A continuación se presentaran los costos asociados a cada una de las utilidades empleadas para el proyecto en la tabla 3-5. Cabe señalar que las baldosas son comercializadas en Gran Bretaña en la moneda local que es el Euro, y su costo por metro lineal es de €3.000 a la fecha de junio de 2019. Adicionalmente se deben considerar otros gastos como costos de embarque de las baldosas, mano de obra para la instalación en terreno, mano de obra para la confección del tablero y para la configuración del sistema.

Tabla 3-5. Costo de materialidad del proyecto

Elementos de Costo	Cant.	Unidad de medida	Precio unitario	Precio Total	Valor UF
Baldosas V3	12	Mts. lineales	\$ 2.314.906	\$27.778.869	1.006,7 UF
costo de embarque de las baldosas	1	1m³/1/2 Ton	126.918	\$ 126.918	4,6 UF
Foco LED 250 Phiips	4	Unidades	\$ 74.710	\$ 298.840	10,8 UF
Inversor De Voltaje 500Watts	1	Unidad	\$ 34.990	\$ 34.990	1,3 UF
Batería Recargable 6v 4,5ah	2	Unidades	\$ 20.590	\$ 41.180	1,5 UF
Tablero Eléctrico Ip65 600x400x250	1	Unidad	\$ 785.000	\$ 785.000	28,4 UF
Interruptor Automático 1x6A	3	Unidades	\$ 3.790	\$ 11.370	0,4 UF
Interruptor Horario 48x48mm	1	Unidad	\$ 52.549	\$ 52.549	1,9 UF
Instalación de componente eléctricos en tableros	1	Unidad	\$ 120.000	\$ 120.000	4,3 UF
Diseño del proyecto	64	H/H	\$ 6.000	\$ 384.000	13,9 UF
Mano de Obra Confección	36	horas	\$ 12.500	\$ 450.000	16,3 UF
Alquiler maquinas	8	Horas	\$ 15.000	\$ 120.000	4,3 UF
Cordón 3x1.0mm2	60	Metros	\$ 543	\$ 32.580	1,2 UF
Conduit PVC naranja	60	Metros	\$ 150	\$ 9.000	0,3 UF
Canalizaciones subterráneas	-	global	-	\$ 250.000	9,1 UF
Total			\$ 3.567.646	\$ 30.245.296	1.096,1 UF

Fuente: elaboración propia mediante Excel

Según lo realizado en este capítulo, se logro representar de manera escrita el diseño de la instalación de baldosas piezoeléctricas, por otro lado en los anexos I se encuentran los planos del proyecto, en los cuales se logra apreciar lo realizado de una manera más visual para su comprensión.

En este capítulo además se dieron a conocer los cálculos y selección de elementos para realizar la instalación lo más autosustentable e independiente posible.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusión, en general se alcanzó a cubrir la energía necesaria para la iluminación de la cancha producto del tránsito de personas, la energía proporcionada por las baldosas piezoeléctricas y el cambio de los focos por unos más modernos con tecnología Led. De esta manera se instaló un sistema que es autosustentable no dependiente de energías no renovables.

Si bien es cierto la realización de este proyecto es de elevado costo, se podría subsidiar una parte a través de algún programa del ministerio de energía. El cual ofrece financiar un proyecto que debe de cumplir con una cierta cantidad de consumo energético diario mínimo. Sin embargo su elevado costo debido al alto precio de las baldosas sigue haciendo poco rentable el proyecto.

Con respecto a la energía piezoeléctrica, con su estudio se logró concluir que su implementación como energía renovable para su consumo se encuentra en vías de desarrollo y en una etapa de innovación. Adicionalmente a esto la baldosa piezoeléctrica posee una forma de generar energía muy útil para su implementación en áreas urbanas en comparación con otras energías renovables como la solar o la eólica, las cuales son muy invasivas y requieren de gran espacio o de lugares apartados para su correcto funcionamiento, tal vez las únicas dos limitantes geográficas que posee esta tecnología son un lugar de poco tráfico de personas o lugares con mucha lluvia. Sin embargo el alto costo de la baldosa no lo hace estar al alcance de todos, por lo cual se debería abaratar su costo y mejorar su eficiencia para hacer posible su implementación a gran escala en un futuro.

Se recomienda realizar un estudio en el cual se encuentre la zona más transitada de la universidad o en cualquier parte que se desee implementar el uso de las baldosas, de tal manera que se aproveche al máximo el uso de estas.

Adicionalmente, con respecto al proyecto en sí, se recomienda un estudio de mecánica de suelos para saber en qué condiciones se encuentra el terreno alrededor de la multicancha para la instalación de los componentes descritos en este proyecto.

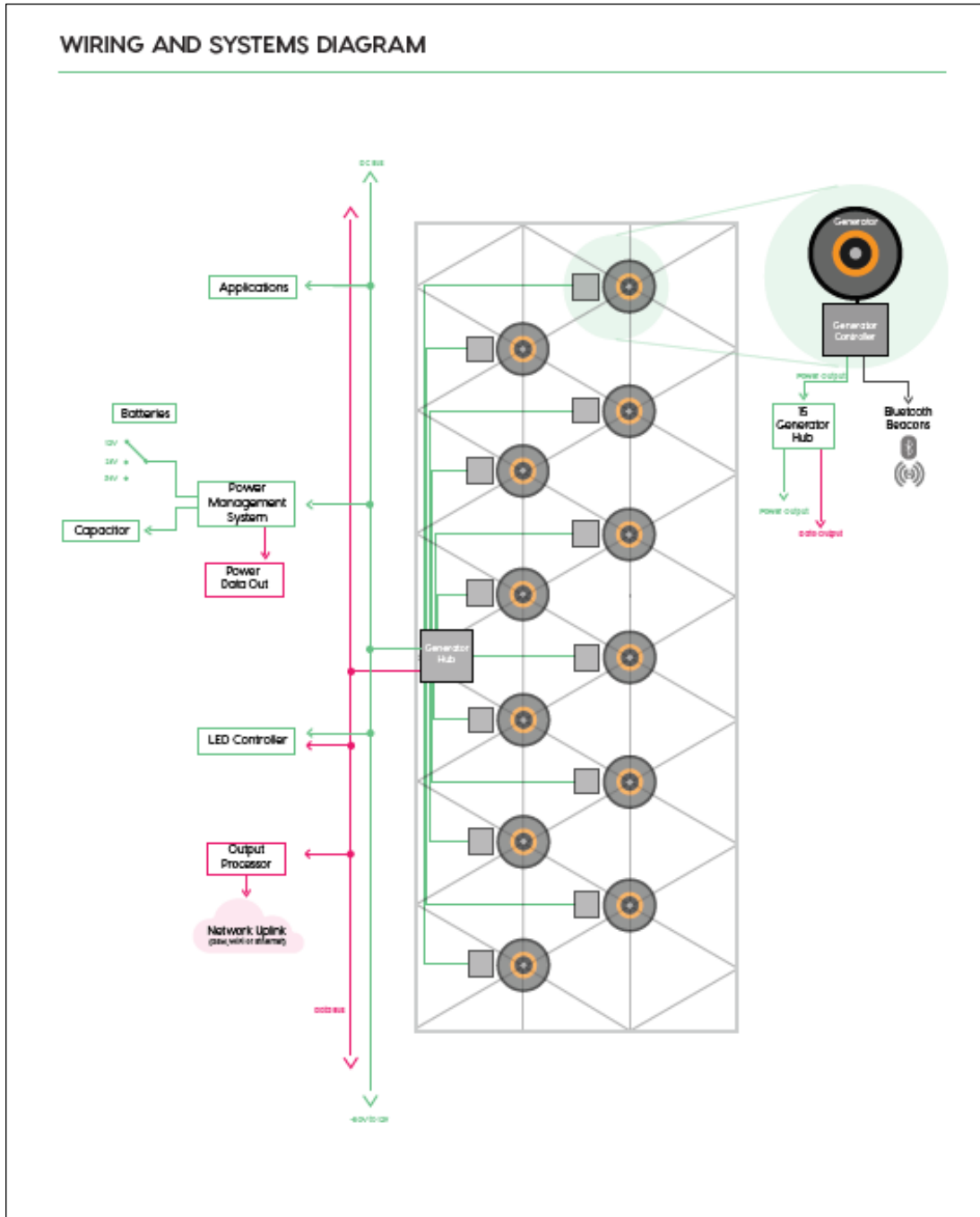
BIBLIOGRAFÍA

- FAUNDEZ Natalia. Diseño fotovoltaico para iluminar multicancha en Sede Viña del mar. Memoria (Técnico en proyectos de ingeniería), Viña del mar, Chile: UTFSM. Sede Viña del mar, 2011.
- PAVEGEN V3 technical guide, Londres, Gran Bretaña, 2017
- PEVEGEN, kinetic technology to power unique experiences [diapositiva]. Londres, Gran Bretaña. 2017. 28 diapositivas, col.
- NATIONAL GEOGRAPHIC. Unas baldosas generan energía con nuestras pisadas [en línea] 2013 <<http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2017/10/contaminacion-en-las-grandes-ciudades-madrid>> [consulta: 25 de mayo de 2017].
- RENOVABLES VERDES. Energía piezoeléctrica convierte el movimiento humano en electricidad [en línea] 2011 <<https://www.renovablesverdes.com/energia-piezoelctrica-convierte-movimiento-humano-en-electricidad/>> [consulta: 12 de junio de 2017].
- TRENDS IN JAPAN. The power beneath your feet [en línea] 2017 <http://web-japan.org/trends/09_sci-tech/sci100107.html> [consulta: 01 de junio de 2017].
- ENERGY-FLOORS. We are energy floors [en línea] 2017 <<http://www.energy-floors.com>> [consulta: 01 de junio de 2017].
- WIKIPEDIA. Energía renovable [en línea] 2017 <https://es.wikipedia.org/wiki/Energía_renovable> [consulta: 28 de mayo de 2017].
- WIKIPEDIA. Piezoelectricidad [en línea] 2017 <<https://es.wikipedia.org/wiki/Piezoelectricidad>> [consulta: 28 de mayo de 2017].
- GSTRATUM. El efecto piezoeléctrico [en línea] 2017 <<http://www.gstratum.com/energiasolar/blog/2009/05/06/el-efecto-piezoelectrico/>> [consulta: 28 de mayo de 2017].

- TWENERGY. Energías renovables [en línea] 2019
< <https://twenergy.com/energia/energias-renovables> > [consulta: 18 de mayo de 2019].
- SCHNEIDER ELECTRIC. Tableros de distribución [en línea] 2019
<<https://www.se.com/cl/es/product-category/4000-tableros-de-distribucion>> [consulta: 21 de mayo de 2019].
- SEC. Normas técnicas sector electricidad [en línea] 2019
<http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,3435544,33_3467521&_dad=portal&_schema=PORTAL> [consulta: 21 de marzo de 2019].
- ELECTRICIDAD APLICADA. Criterios de selección interruptores, protecciones o disyuntores eléctricos [en línea] 2019
<<https://www.electricaplicada.com/criterios-seleccion-interruptores-protecciones-disyuntores-electricos/>> [consulta: 21 de marzo de 2019].
- WIKIPEDIA. Batería eléctrica [en línea] 2019
<https://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_el%C3%A9ctrica> [Consulta: 01 de mayo de 2019].
- WIKIPEDIA. Inversor [en línea] 2019
<[https://es.wikipedia.org/wiki/Inversor_\(electr%C3%B3nica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Inversor_(electr%C3%B3nica))> [Consulta: 01 de mayo de 2019].
- ARMIJOS, Noemi. Proyecto “Iluminación de canchas deportivas consideradas como puntos inseguros en barrios del canto en Loja” (memora descriptiva), comuna de Loja, Chile.

ANEXOS

ANEXO A: DIAGRAMA SISTEMATICO DE BALDOSA



ANEXO B: FICHA TÉCNICA DE FOCOS LEDIluminación **deportiva****BVP161**

Alto rendimiento
diseño robusto y compacto

Philips Essential SmartBright LED es un reflector de LED compacto y versátil diseñado para ofrecer importantes ahorros de energía de hasta un 90%. Además, su construcción robusta con vidrio frontal templado cumple requisitos IP65 e IK07, por lo que es una solución ideal para diversas aplicaciones de iluminación para grandes áreas.

El producto también está diseñado para cumplir con el rendimiento y los niveles de seguridad correspondientes, brindando extensa vida útil.

Philips SmartBright esencial LED no sólo garantiza un ahorro sobre el capital inicial, sino que también ofrece ahorros operativos fiables.



Datos Técnicos

Potencia:

30W: 2300lm (WW)/2600lm (NW, CW)
 50W: 3900lm (WW)/4300lm (NW, CW)
 70W: 5500lm (WW)/6000lm (NW, CW)

Cantidad de LED

40/72/80LED

Temperatura de color:

3000/4000/5700k

Reproducción cromática:

CRI 80 (3000k)/70 (4000/5700k)

Eficiencia:

85lm/w

Grado de apertura:

30/80D

Tensión de alimentación:

220-240V/50-60Hz

factor de potencia:

0,9

Grado de estanqueidad

IP65

Vida útil:

30,000 Hrs

Dimensiones:

193.2 x 142.2 x 40.9mm
 269.4 x 201.2 x 40.4mm
 315.4 x 232.9 x 40.9mm

Beneficios:

Confiable

- Protección contra sobretensiones 4KV
- clasificación IK07
- Índice estanqueidad IP65
- Función de protección térmica

Rendimiento duradero

- Ahorran más de 90% de energía comparado con un sistema convencional
- L70 30k hrs*

- Operan en amplia gama de temperatura ambiente -40°C to 45°C

*Diseñado para mantener el 70% de flujo luminoso inicial (L70) a 30.000 horas de vida útil

Diseño y materiales de alta calidad


- Lentes de alta resistencia que aumentan la seguridad
- Carcasa moldeada a presión que ofrece robustez y una excelente resistencia a la corrosión

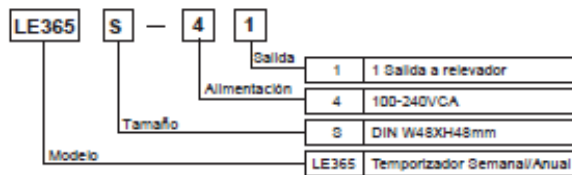
Amplia variedad

- Diversas temperaturas de color - Blanco cálido (3000k), blanco neutro (4000k) y blanco frío (5700k)
- Múltiples potencias luminicas - 2600 lm, 4300 lm y 6000 lm

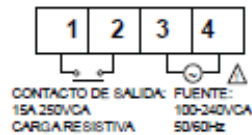
ANEXO C: FICHA TÉCNICA TEMPORIZADOR SEMANAL / ANUAL**LE365S-41****Temporizador semanal / anual W48 x H48mm****Características**

- *Fácil de revisar y cambiar el ajuste de programa.
- *Ajuste de tiempo semanal o anual personalizable y controlado por el usuario
- *Incluye función de horario de verano
- *1 salida de control independiente.(Relevador)
- *Montaje en panel frontal, superficie o riel DIN en la misma unidad.

 Por favor lea "Precauciones para su seguridad" en el manual de operación antes de usarlo.

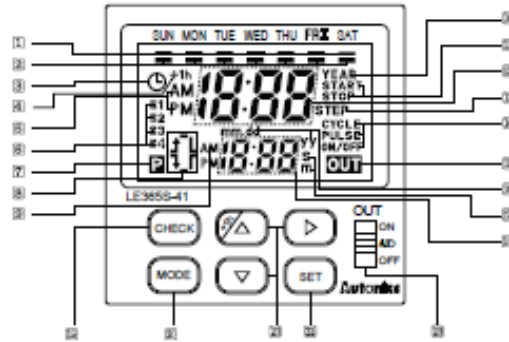
**Información para seleccionar****Especificaciones**

Modelo	LE365S-41	
Alimentación	100-240VCA 50/60Hz	
Rango de voltaje permisible	90 ~ 110% de tensión nominal	
Consumo de alimentación	2.4VA	
Programa de tiempo	48 pasos para el semanal, 24 para el anual	
Modo de operación	Modo ON/OFF, Modo Cycle, Modo Pulse	
Error de temperatura	±0.01% ±0.05seg	
Montaje	Panel flush, superficie, riel DIN	
Desviación de tiempo	±15seg/mes(25°C) (±4seg/semana)	
Protección de memoria	Más de 5 años(a 25°C)	
Salida de control	Tipo de contacto	3PST(Un solo polo, Un solo contacto)
	Capacidad de contacto	250VCA 15A de carga resistiva
	Número de salida	1 salida independiente(1a)
Ciclo de vida del rele	Mecánico	Min. 5,000,000 operaciones(Capacidad de switcheo de 30 veces/minuto)
	Eléctrico	50,000 operaciones<-Capacidad de switcheo de 20 veces/1 minuto, a 250VCA 15A(carga resistiva)>-
Resistencia de aislamiento	Min. 100M Ω a 500VDC	
Rigidez dieléctrica	2000VCA50/60Hz por 1minuto	
Fuerza de ruido	±2kV de ruido de onda cuadrada(ancho de pulso:1 μ s) por el simulador de ruido	
Temperatura ambiente	-10 ~ 55°C(sin congelamiento)	
Temperatura de almacenamiento	-25 ~ 65°C(sin congelamiento)	
Humedad ambiente	35 ~ 85%RH	
Peso	Aprox. 110g	

Conexiones

LE365S-41

Identificación del panel frontal



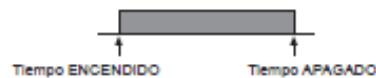
- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ① Indica el día ② Muestra el día <ul style="list-style-type: none"> ●Luz : El día esta seleccionado. ●Luz externa : El día no esta seleccionado. ③ Indicador del modo de ajuste de la hora actual ④ Muestra el horario de verano (DST) ⑤ Muestra AM/PM (Pantalla principal) ⑥ Muestra la temporada ⑦ Muestra el programa ⑧ Muestra el tiempo/día ENCENDIDO, tiempo/día APAGADO, Ancho de tiempo ENCENDIDO, Ancho de tiempo APAGADO ⑨ Muestra AM/PM(Display alterno) ⑩ Muestra el AÑO: se ilumina al ajustar, revisar, modificar, eliminar el programa anual, ajustar vacaciones anuales y en función del programa anual. ⑪ Muestra al día INICIO/PARO anual ⑫ Pantalla principal | <ul style="list-style-type: none"> ⑬ Muestra los pasos restantes ⑭ Muestra el modo de operación ⑮ Muestra el modo de salida ⑯ Muestra día, mes y año ⑰ Muestra la unidad del ancho de pulso ⑱ Display alterno ⑲ Tecla CHECK ⑳ Tecla MODE ㉑ Tecla de Operación : Presione la tecla [FRI] por 3seg en el modo RUN, el modo DST se ajusta y libera. ㉒ Tecla Set (de Ajuste) ㉓ Switch de selección de salida <ul style="list-style-type: none"> ●AUTO : Control de salida de acuerdo al programa de ajuste. ●ON : La salida se encuentra ENCENDIDA. (Operación) ●OFF : La salida esta APAGADA. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Funciones

- Definiciones
 - Registro : Una parte del programa que controla la operación de salida.
 - Paso : Componente básico del registro.
- Modo de Operación
 - Si el modo de operación del Programa 1(programa 2) se ajusta en el modo de pulso inicialmente, el modo de pulsos se fija para programas adicionales. Si el modo de operación del Programa 1 (programa 2) se ajusta en ON/OFF o en el modo de ciclo inicialmente, el modo de pulso no se puede usar para programas de pulso adicionales.
 - Si el modo de operación semanal se ajusta como ON/OFF o en modo de ciclo, el modo de operación anual se fija en el modo ON/OFF. Si el modo de operación anual se ajusta en ON/OFF, el modo de operación semanal se fija en ON/OFF o en modo de ciclo.

- Si el modo de operación semanal se ajusta en el modo de pulso, el modo de operación anual se fija en el modo de pulso. Si el modo de operación anual se ajusta como modo de pulso, el modo de operación semanal se fija en pulso.

- Modo Semanal ON/OFF
 - Operación de salida por tiempo de ajuste ON/OFF.
 - Tiempo mín. de la unidad de ajuste : 1 min.
 - Capaz de ajustar el día ON/OFF por separado.
 - Un registro de dos pasos
(ON day/ON time, OFF day/OFF time)



ANEXO D: FICHA TÉCNICA GABINETE METALICO



Armarios metálicos Atlantic

IP 66 (1 puerta)

DISPONIBLE DESDE JUNIO 2016.

SUMINISTRADO CON PLACA LISA.



Cotas (pág. 242)
Equipamientos (pág. 241)

IP66 con una puerta de acuerdo a las normas IEC 60529, IK 10 según las normas IEC 62262 (EN 501 02).
Certificación UL (1 puerta Nema 4X) CSA, Bureau Veritas, TÜV.
Revestimiento poliéster texturado (80 µ).
Excelente resistencia a la corrosión y a los agentes climáticos.
Un solo punto de cierre.
Puerta reversible, placa para perforarla en la base.
Autocentrado de los equipos. Regulación en profundidad opcional desde 600 (altura) x 600 (ancho).

Emb.	Ref.	RAL 7035		
		Suministrados con cerradura, y placa de montaje.		
		Dimensiones exteriores en mm	Peso (Kg)	Nº de puertas
		alto x ancho x prof.		
1	0 369 10	300 x 200 x 160 ⁽¹⁾	4,2	1
1	0 369 17	400 x 300 x 200	6,5	1
1	0 369 18	500 x 400 x 200	9,7	1
1	0 369 19	600 x 400 x 200	10,7	1
1	0 369 25	500 x 400 x 250	10,7	1
1	0 369 26	600 x 400 x 250	12	1
1	0 369 64	600 x 600 x 250	16,3	1
1	0 369 30	700 x 500 x 250	16,5	1
1	0 369 31	800 x 600 x 250	18,8	1
1	0 369 32	1000 x 600 x 250	24	1
1	0 369 37	800 x 600 x 300	28,8	1
1	0 369 38	1000 x 600 x 300	33,3	1
1	0 369 39	1000 x 800 x 300	42	1
1	0 369 43	1200 x 800 x 300	49,6	1
		Armarios de profundidad 400 mm.		
1	0 369 45	1000 x 800 x 400 ⁽²⁾	45	1
1	0 369 46	1200 x 800 x 400 ⁽²⁾	57	1
1	0 369 50	1400 x 800 x 400 ⁽²⁾	64	1

(1) Sin entrada de cables.

(2) Para montaje autosoportado utilizar zócalo.

Emb.	Ref.	Ral 7035 puerta con visor		
		Vidrio templado teñido		
		Suministrados con pestillo, sin placa de montaje.		
		Dimensiones exteriores en mm.	Peso (Kg)	Nº de puertas
		alto x ancho x prof.		
1	0 369 27	400 x 300 x 200	6	1
1	0 369 28	500 x 400 x 200	8	1
1	0 369 36	600 x 400 x 250	10	1
1	0 369 40	700 x 500 x 250	15	1
1	0 369 47	800 x 600 x 300	25	1
1	0 369 49	1000 x 800 x 300	36	1


Emb.	Ref.	Zócalos monobloc Ral 7021		
		altura de zócalo: 200 mm.		
		Para armarios		
		ancho x prof. (mm)	Peso (Kg)	
1	0 363 41	800 x 400	10,2	
1	0 363 43	1200 x 400	13,6	

Emb.	Ref.	Puerta Interior RAL 7035 - Metálica			
		Se instalan directamente en el armario Atlantic o Atlantic Inox.			
		Chapa de acero; espesor 1,2 mm para alturas de hasta 700 mm, 1,5 mm alturas superiores. Distancia entre la puerta del gabinete y la puerta interior: 63 mm.			
		Puerta Reversible.			
		Eje con bisagras imperdibles.			
		Cerradura de doble barra: 1 cerradura para alturas de hasta 600 mm y dos cerraduras para alturas superiores.			
		Recibe otro tipo de cilindros.			
		IP xxB.			
		Para envolventes	Dim (mm) alto x ancho	Dim Útil (mm) alto x ancho	
1	0 363 15	400 x 300	334 x 248	235 x 155	
1	0 363 16	500 x 400	434 x 348	335 x 255	
1	0 363 17	600 x 400	534 x 348	435 x 255	
1	0 363 18	700 x 500	634 x 448	535 x 355	
1	0 363 19	800 x 600	734 x 548	635 x 455	
1	0 363 20	1000 x 600	934 x 548	835 x 455	
1	0 363 21	1000 x 800	934 x 748	835 x 655	
1	0 363 23	1200 x 800	1134 x 748	1035 x 655	

ANEXO E: FICHA TÉCNICA CAJA DE DERIVACIÓN IP66

TIBOX®	SKU: 0700805020												
Caja Estanco 200x200x130mm													
<p>DETALLE</p> <p>Caja estanco fabricada en Acrilonitrilo Butadieno Estireno ABS, libre de corrosión y gran capacidad de aislación. Sistema de tapa atomillada. Índice de protección IP-66. Temperatura de servicio -40°+120°C. Color gris. Certificación de marca CE y RoHS. Inspección de calidad SGS y TUV. Aprobación UL. Aplicación: Para ser usados en el campo industrial.</p> <p>FICHA TÉCNICA</p> <table border="1" data-bbox="354 1042 639 1139"> <tr> <td>Marca</td> <td>TIBOX</td> </tr> <tr> <td>Dimensión</td> <td>200x200x130mm</td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>ABS</td> </tr> </table>	Marca	TIBOX	Dimensión	200x200x130mm	Material	ABS							
Marca	TIBOX												
Dimensión	200x200x130mm												
Material	ABS												
CE  RoHS													
<table> <tr> <td data-bbox="331 1701 444 1731">Sucursal Chiloé:</td> <td data-bbox="470 1701 760 1731">Chiloé N° 1189, Santiago - Fono: 229279200</td> <td data-bbox="1078 1696 1377 1795" rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1723 444 1752">Sucursal Matta:</td> <td data-bbox="470 1723 781 1752">Av. Matta N° 1155, Santiago - Fono: 227960000</td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1747 444 1776">Sucursal Vitacura:</td> <td data-bbox="470 1747 854 1776">Gerónimo de Alderete N° 1633, Santiago - Fono: 226110430</td> </tr> <tr> <td data-bbox="331 1768 444 1798">Oficina Concepción:</td> <td data-bbox="470 1768 1008 1798">Av. Bernardo O'Higgins Poniente No 77, Piso 15 - Concepción - Fono: 41-33371360</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="331 1790 532 1819">www.vitel.cl/ventas@vitel.cl</td> <td></td> </tr> </table>		Sucursal Chiloé:	Chiloé N° 1189, Santiago - Fono: 229279200		Sucursal Matta:	Av. Matta N° 1155, Santiago - Fono: 227960000	Sucursal Vitacura:	Gerónimo de Alderete N° 1633, Santiago - Fono: 226110430	Oficina Concepción:	Av. Bernardo O'Higgins Poniente No 77, Piso 15 - Concepción - Fono: 41-33371360	www.vitel.cl/ventas@vitel.cl		
Sucursal Chiloé:	Chiloé N° 1189, Santiago - Fono: 229279200												
Sucursal Matta:	Av. Matta N° 1155, Santiago - Fono: 227960000												
Sucursal Vitacura:	Gerónimo de Alderete N° 1633, Santiago - Fono: 226110430												
Oficina Concepción:	Av. Bernardo O'Higgins Poniente No 77, Piso 15 - Concepción - Fono: 41-33371360												
www.vitel.cl/ventas@vitel.cl													


ANEXO F: FICHA TÉCNICA CORDON ELECTRICO



Ekoline
MATERIALES ELECTRICOS

FICHA TECNICA

CORDON VF H03/H05



DESCRIPCION DEL PRODUCTO::

- Cordon VF H03/H05

ESPECIFICACIONES TECNICAS::

- Número de Certificación: H03: E-013-01-6302 H05: E-013-01-6301
- Marca Ekoline
- Precio por Metro
- Venta solo por Rollos de 100mts.

MEDIDAS::


Item	Color	Cód.	Sección Nominal mm ²	Espesor			Diametro Exterior mm	Peso Kg/Km	Resistencia Max. 20°C Ohm/Km	Capacidad de Carga
				Aislación mm	Cubierta mm	mm				
CORDON VF H03 3X0,75 MM2	Naranja	800606113	0,75	0,5	0,6	0,6	48	26	6	
CORDON VF H03 3X0,75 MM2	Naranja	800606112	0,75	0,5	0,6	0,3	64	26	6	
CORDON VF H03 3X0,75 MM2	Naranja	800606114	0,75	0,5	0,6	0,8	70	13,5	10	
CORDON VF H03 3X1 MM2	Naranja	800606115	1,0	0,6	0,8	0,8	71	26	6	
CORDON VF H03 3X1 MM2	Naranja	800606117	1,0	0,6	0,8	0,8	84	13,5	10	
CORDON VF H03 3X1 MM2	Naranja	800606118	1,0	0,6	0,8	0,8	84	13,5	10	
CORDON VF H03 3X1 MM2	Naranja	800606119	1,0	0,6	0,8	0,8	91	13,5	10	
CORDON VF H03 3X1,5 MM2	Naranja	800606120	1,5	0,7	0,8	0,8	91	13,5	16	
CORDON VF H03 3X1,5 MM2	Naranja	800606121	1,5	0,7	0,8	0,8	118	13,5	16	
CORDON VF H03 3X1,5 MM2	Naranja	800606122	1,5	0,7	0,8	0,8	118	13,5	16	
CORDON VF H03 3X1,5 MM2	Naranja	800606123	1,5	0,7	0,8	0,8	140	13,5	16	
CORDON VF H03 3X1,5 MM2	Naranja	800606124	1,5	0,7	0,8	0,8	140	13,5	16	
CORDON VF H03 3X2,5 MM2	Naranja	800606125	2,5	0,8	1,0	1,0	117	13,5	20	
CORDON VF H03 3X2,5 MM2	Naranja	800606126	2,5	0,8	1,0	1,0	126	13,5	20	
CORDON VF H03 3X2,5 MM2	Naranja	800606127	2,5	0,8	1,0	1,2	205	13,5	33	
CORDON VF H03 3X2,5 MM2	Naranja	800606128	2,5	0,8	1,0	1,2	205	13,5	33	
CORDON VF H03 3X4 MM2	Naranja	800606129	4,0	0,9	1,2	1,2	227	13,5	45	
CORDON VF H03 3X4 MM2	Naranja	800606130	4,0	0,9	1,2	1,2	227	13,5	45	


2012 

www.gobantes.cl/contactenos@gobantes.cl

ANEXO G: FICHA TÉCNICA INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Interruptor Miniatura mMC






Powering Business Worldwide

Interruptores Miniatura mMC


Datos técnicos	
Eléctricos	
Diseño de acuerdo con	IEC/EN 61008 Tipo G de acuerdo con OVE E 8601
Prueba de corriente impresa en el dispositivo	
Voltaje	AC: 230/400V DC 48V (por polo)
Frecuencia	50/60Hz
Capacidad de apertura de falla de acuerdo a norma	IEC/EN 60898-1
mMCM	10 kA
mMCS	6 kA
Fusible de respaldo máximo	
mMCM	max. 125A gL
mMCS	max. 100A gL
Clase selectividad	3
Voltaje de impulso	4kV (1.2/50µs)
Vida útil	
Componentes eléctricos	4000 ciclos de operación
Componentes mecánicos	20000 ciclos de operación
Mecánicos	
Tamaño	45mm
Altura	80mm
Ancho (4MU)	17.5mm por polo 26.3mm: 1 polo + N
Montaje	Montaje rápido con 3 fijaciones en riel DIN, IEC/EN 60715
Grado protección natural	IP20
Terminales superior/inferior	Prensa
Protección de terminales	Seguro contra contacto de manos y dedos, BGV A3, OVE-EN 6
Capacidad de terminales	1.25mm ²
Torque terminal rápido	2.2.4Nm
Espesor de láminas	0.8-2mm
Temperatura de funcionamiento	-25°C a 40°C
Montaje	Independiente

Diagramas de conexión


1- polo



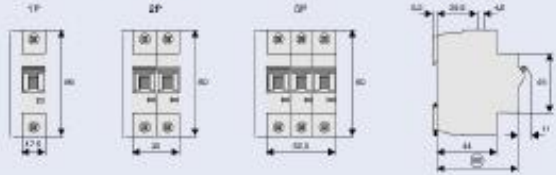
2- polo



3- polo



Dimensiones (mm)



ANEXO H: TABLA DE INDICES DE PROTECCIÓN BAJO LA NORMA IEC 60529

Apéndice

Definición y Tabla del Grado de Protección (IP), acorde a DIN EN IEC 60529

Definición del grado/índice de protección acorde a DIN EN IEC60529

Los niveles de protección están indicados por un código compuesto por dos letras constantes "IP" y dos números que indican el grado de protección. Por ejemplo: IP54

Ejemplo:

Ejemplo: Código IP65
 Primer Índice: — Protección contra el ingreso de cuerpos sólidos.
 Segundo Índice: — Protección contra líquidos.

Grado de protección contra la introducción de cuerpos sólidos			Grado de protección al agua		
Primer Índice	Descripción	Alcance de la protección	Segundo Índice	Descripción	Alcance de la Protección
0	Sin protección	Sin especial protección para personas contra un contacto directo de piezas móviles internas y las externas con vida. Sin protección a los equipamientos contra el ingreso de objetos sólidos externos.	0	Sin protección	Sin ninguna protección especial
1	Protección contra los cuerpos sólidos grandes	Protección contra el contacto accidental de grandes áreas con vida y partes interiores con movimiento, por ejemplo: la parte posterior de la mano. Pero sin protección contra el acceso deliberado del mismo. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor que 50 mm.	1	Protección contra el goteo de agua vertical (condensación)	La caída vertical de gotas de agua no debe causar daños
2	Protección contra los cuerpos sólidos medianos	Protección contra el contacto entre los dedos y las partes interiores móviles. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor a 12,5mm.	2	Protección contra el goteo de agua inclinada verticalmente	La caída de gotas de agua con hasta un ángulo de 15° de la vertical desde cualquier dirección, no debe causar daño.
3	Protección contra los cuerpos sólidos pequeños	Protección contra el contacto entre las piezas móviles internas y herramientas, cables, hilos... con un espesor mayor a 2,5mm. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor a 2,5mm.	3	Protección contra agua en spray	La caída de gotas de agua con hasta un ángulo de 60° de la vertical desde cualquier dirección, no debe causar daño. (lluvia)
4	Protección contra los cuerpos sólidos muy pequeños (granulados)	Protección contra el contacto entre las piezas móviles interiores y herramientas, cables, hilos... con un espesor mayor a 1mm. Protección contra el ingreso de objetos sólidos con un diámetro mayor a 1mm.	4	Protección contra las salpicaduras de agua	Las salpicaduras de agua desde cualquier dirección, no deben de causar daños al interior.
5	Protección contra los residuos de polvo	Protección contra el contacto entre las piezas móviles interiores y el ingreso de polvo. El ingreso no se previene completamente, pero el polvo no puede penetrar en tales cantidades que puedan afectar al funcionamiento correcto del mismo.	5	Protección contra chorros de agua de cualquier dirección con manguera	Los chorros de agua producidos con manguera y desde cualquier dirección, no deben de causar daño al interior.
6	Protección total contra la penetración de cualquier cuerpo sólido (estanqueidad)	Protección total contra el contacto de las piezas móviles interiores. Protección contra cualquier ingreso de polvo.	6	Protección contra inundaciones	La cantidad de agua que se introduzca, en casos de inundación esporádica o temporal, no debe dañar el interior, por ejemplo, los golpes de mar.
			7	Protección contra la inmersión temporal	La cantidad de agua que se introduzca, en caso de sumergir el equipamiento en específicas condiciones de presión entre 1 y 30 minutos, no debe dañar las piezas internas del mismo.
			8	Protección durante inmersión continua	El agua que se pueda introducir, si sumergimos el equipamiento al menos con 2 horas y con una presión de 2 bares (para los racores HelaGuard IP68 No Metálicos) y de 5 horas y con una presión de 5 bares (para los racores HelaGuard IP68 Metálicos), no deben producir daño en el interior.
			9k	Protección contra la introducción de agua usando pistolas de limpieza de alta presión	El agua que se introduzca en el interior, producida al utilizar pistolas de limpieza con agua de alta presión, no deben causar daño interior.

ANEXO I: PLANOS