

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

## INGENIERÍA ELÉCTRICA



**“ANÁLISIS, EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA  
TRANSFORMACIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE  
CUENCA EN UNA UNIVERSIDAD ENERGÉTICAMENTE VERDE”**

*Tesis de grado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero Eléctrico.*

### **AUTORES:**

Jorge Gonzalo Llivicura Portoviejo.

Erika Nataly Piedra Vásquez

### **DIRECTOR:**

Ing. Fernando Urgilés

**CUENCA – ECUADOR**  
**2012**

**DECLARACIÓN**

Nosotros, JORGE GONZALO LLIVICURA PORTOVIEJO y ERIKA NATALY PIEDRA VASQUEZ, declaramos bajo juramento que los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones descritas en este trabajo son de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que, hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. Además se autoriza a la Universidad Politécnica Salesiana el uso de la misma para fines académicos.

Cuenca, Agosto 2012

f)  ..  
Jorge Gonzalo Llivicura Portoviejo

f)  .....  
Erika Nataly Piedra Vásquez

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el siguiente trabajo fue desarrollado por Jorge Gonzalo Llivicura Portoviejo y Erika Nataly Piedra Vásquez, bajo mi supervisión.

f).....  


Ing. FERNANDO URGILES  
DIRECTOR DEL PROYECTO

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios ya que Él ha sido nuestro principal guía y elemento fundamental para la elaboración del presente trabajo, de igual manera a nuestros padres que con su gran esfuerzo y apoyo nos han brindado las fuerzas suficientes para lograr y alcanzar nuestras distintas metas y propósitos.

Al distinto personal del taller de Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca por brindarnos las diferentes maquinarias junto con la orientación correspondiente para realizar los estudios de esta investigación.

Al Ing. Fernando Urgiles que con su sabiduría y su colaboración nos ha sabido orientar de la mejor manera para la realización de esta tesis.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios por darme las fuerzas para seguir adelante día a día, a mis padres Juan y Janeth ya que con sus esfuerzos y sabiduría me han brindado su apoyo incondicional tanto en mi vida personal como en mi vida estudiantil, a mi hermano Paul por estar siempre a mi lado, a toda mi familia, a mis abuelos, mis tíos por estar siempre junto a mi brindándome su apoyo para culminar esta nueva etapa de mi vida.

Erika N. Piedra V.

El presente trabajo va dedicado a Dios por brindarme la sabiduría y la tranquilidad de siempre seguir adelante y no caer en ningún momento de mi vida. A mis queridos padres Florencio Llivicura y Teresa Portoviejo por el esfuerzo, dedicación y amor que siempre me han brindado con su apoyo incondicional. A mis queridas hermanas, tíos, primos, sobrinos y amigos que siempre estuvieron en aquellos instantes que parecen los más insignificantes en la vida pero que a la final nos dan ánimos y nos levantan haciéndonos entender que siempre hay un motivo para continuar.

Jorge G. Llivicura P.

## ÍNDICE GENERAL

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| DECLARACIÓN .....       | ii  |
| CERTIFICACIÓN .....     | iii |
| AGRADECIMIENTO .....    | iv  |
| DEDICATORIA .....       | v   |
| ÍNDICE GENERAL.....     | vi  |
| ÍNDICE.....             | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS .....  | xiv |
| ÍNDICE DE FIGURAS ..... | xxi |
| INTRODUCCIÓN .....      | xxv |

## ÍNDICE

### CAPÍTULO 1

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. ÁREAS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA</b>       | <b>1</b> |
| 1.1. INTRODUCCIÓN   | 1        |
| 1.2. RESEÑA HISTÓRICA Y PRINCIPIO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA | 2        |
| 1.2.1. HISTORIA DE LOS SALESIANOS   | 2        |
| 1.2.2. NACIMIENTO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA                 | 3        |
| 1.2.3. PRIMERAS FACULTADES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA        | 4        |
| 1.2.4. UBICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA                  | 5        |
| 1.2.5. ORGANIGRAMA INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA. | 5        |
| 1.3. ALCANCE DE ESTUDIO   | 6        |
| 1.3.1. DISTRIBUCIÓN DE AÉREAS   | 6        |

### CAPÍTULO 2

|  |          |
|--|----------|
| <b>2. GIMNASIO VERDE</b>   | <b>9</b> |
| 2.1. INTRODUCCIÓN  | 9        |
| 2.2 .GIMNASIO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA                              | 9        |
| 2.2.1. MÁQUINAS DISPONIBLES EN EL GIMNASIO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA | 10       |
| 2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS PARA GENERAR ENERGÍA                          | 11       |
| 2.3 .GIMNASIO VERDE  | 12       |
| 2.4. CAMINADORAS, STEPS, BICICLETAS, BALDOSAS PAVEGEN                              | 13       |
| 2.5. CLASES DE SPINNING  | 15       |

|   |    |
|---|----|
| 2.6. CÁLCULOS PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA                    | 17 |
| 2.6.1. MOVIMIENTO CIRCULAR                                  | 17 |
| 2.6.2. VELOCIDAD ANGULAR ( $\omega$ )                       | 17 |
| 2.6.3. TORQUE ( $\tau$ )                                    | 18 |
| 2.7. MÁQUINAS PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA            | 18 |
| 2.8. ANÁLISIS DE LA ENERGÍA QUE SE OBTENDRÁ EN EL GIMNASIO  | 19 |
| 2.8.1. ANÁLISIS DE LA ENERGÍA EN BICICLETAS Y ELÍPTICAS     | 19 |
| 2.9. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA                             | 23 |
| 2.9.1. RADIACIÓN SOLAR EN EL ECUADOR                        | 25 |
| 2.9.2. TABLA DE RADIACIÓN SOLAR EN EL MUNDO                 | 25 |
| 2.9.3. PANELES SOLARES                                      | 27 |
| 2.9.4. CÁLCULO DE PANELES SOLARES PARA EL GIMNASIO DE L UPS | 32 |
| 2.9.5. CÁLCULO DE ENERGÍA CON BALDOSAS PAVEGEN Y POWERFLOOR | 35 |
| <br>  |    |
| <b>CAPÍTULO 3</b>   |    |
| <b>3. AULAS VERDES</b>                                      | 37 |
| 3.1. INTRODUCCIÓN   | 37 |
| 3.2. EDIFICIO MARIO RIZZINI                                 | 38 |
| 3.3. EDIFICIOS INTELIGENTES                                 | 39 |
| 3.3.1. OBJETIVOS DE LOS EDIFICIOS INTELIGENTES              | 41 |
| 3.4. ILUMINACIÓN  | 43 |
| 3.4.1. LÁMPARAS OLED  | 44 |

|  |    |
|--|----|
| 3.4.2. LÁMPARAS BELENUS  | 46 |
| 3.5. DIVISIÓN DE AÉREAS DEL EDIFICIO                                   | 47 |
| 3.6. ENERGÍA CONSUMIDA POR LA ILUMINACIÓN EN EL EDIFICIO MARIO RIZZINI | 48 |
| 3.7. AHORRO EN CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN                                | 50 |
| 3.7.1. ANÁLISIS CON LÁMPARAS BELENUS                                   | 51 |
| 3.7.2. ANÁLISIS CON LÁMPARAS OLED                                      | 52 |
| 3.8. ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS PAVEGEN                             | 55 |
| 3.9. POWERFLOOR  | 58 |
| 3.9.1. CÁLCULO PARA BALDOSAS POWERFLOOR                                | 60 |

#### **CAPÍTULO 4**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>4. TALLERES VERDES</b>   | <b>62</b> |
| 4.1. INTRODUCCIÓN   | 62        |
| 4.2. EDIFICIO “CORNELIO MERCHÁN”  | 62        |
| 4.3. TALLERES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA EDIFICIO “CORNELIO MERCHÁN” | 63        |
| 4.3.1. TALLER DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA                                       | 63        |
| 4.3.2. TALLER DE MECÁNICA   | 64        |
| 4.3.3. LABORATORIOS DE COMPUTO  | 65        |
| 4.3.4. ÁREA DE OFICINAS   | 66        |
| 4.3.5. ÁREA DE AULAS  | 66        |
| 4.4. CÁLCULOS DE POTENCIA Y ENERGÍA EN LOS TALLERES DEL EDIFICIO CORNELIO MERCHÁN | 66        |
| 4.4.1. CÁLCULO DE POTENCIA Y ENERGÍA DEL TALLER DE ELECTRICIDAD                   | 66        |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 4.5.   | AHORRO EN LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN             | 68 |
| 4.5.1. | ANÁLISIS CON LÁMPARAS BELENUS                      | 68 |
| 4.5.2. | ANÁLISIS CON LÁMPARAS OLED                         | 69 |
| 4.6.   | ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS PAVEGEN              | 70 |
| 4.7.   | ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS POWERFLOOR           | 72 |
| 4.8.   | CÁLCULOS POTENCIA Y ENERGÍA DEL TALLER DE MECÁNICA | 73 |
| 4.9.   | AHORRO EN LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN             | 74 |
| 4.9.1. | ANÁLISIS CON LÁMPARAS BELENUS                      | 74 |
| 4.9.2. | ANÁLISIS CON LÁMPARAS OLED                         | 75 |
| 4.9.3. | ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS PAVEGEN              | 75 |
| 4.9.4. | ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS POWERFLOOR           | 77 |

## **CAPÍTULO 5**

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>5.</b> | <b>ANÁLISIS TÉCNICO DE LA UNIVERSIDAD ENERGÉTICAMENTE VERDE</b> | <b>78</b> |
| 5.1.      | INTRODUCCIÓN  | 78        |
| 5.2.      | ANÁLISIS DE ENERGÍA DEL GIMNASIO                                | 79        |
| 5.2.1.    | ENERGÍA CONSUMIDA POR EL GIMNASIO                               | 79        |
| 5.2.2.    | ENERGÍA GENERADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO                       | 80        |
| 5.2.3.    | ENERGÍA GENERADA POR LAS MÁQUINAS UTILIZADAS EN EL GIMNASIO     | 80        |
| 5.2.4.    | ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS                                   | 81        |
| 5.2.5.    | ENERGÍA AHORRADA POR CAMBIO DE LUMINARIAS                       | 83        |
| 5.2.6.    | ANÁLISIS DEL GIMNASIO CON NUEVA ENERGÍA                         | 85        |

|  |     |
|--|-----|
| 5.2.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS                   | 89  |
| 5.3. ANÁLISIS DE ENERGÍA EN EL ÁREA AULAS          | 90  |
| 5.3.1. CONSUMO ACTUAL DEL ÁREA AULAS               | 91  |
| 5.3.2. ENERGÍA GENERADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO   | 93  |
| 5.3.3. ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS               | 93  |
| 5.3.4. ENERGÍA AHORRADA POR ILUMINACIÓN            | 95  |
| 5.3.5. ANÁLISIS CON NUEVA ENERGÍA EN EL ÁREA AULAS | 99  |
| 5.3.6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS                   | 103 |
| 5.4. ANÁLISIS DE ENERGÍA EN EL ÁREA TALLERES       | 104 |
| 5.4.1. ENERGÍA EN EL TALLER DE ELECTRICIDAD        | 105 |
| 5.4.2. ENERGÍA EN EL TALLER DE MECÁNICA            | 116 |

## **CAPÍTULO 6**

|   |     |
|---|-----|
| <b>6. ANÁLISIS ECONÓMICO QUE SE OBTENDRÍA AL TRANSFORMAR EN UNA UNIVERSIDAD VERDE</b>   | 129 |
| 6.1. INTRODUCCION   | 129 |
| 6.2. ANÁLISIS DE COSTOS QUE SE OBTENDRÍA AL TRANSFORMAR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA EN UNA UNIVERSIDAD ENERGÉTICAMENTE VERDE | 130 |
| 6.3. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN E “GIMNASIO” DE LA UPS   | 130 |
| 6.3.1. COSTOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y DE CADA UNA DE SUS PARTES  | 131 |
| 6.3.2. COSTO DE DINAMOS PARA IMPLEMENTACIÓN EN LAS BICICLETAS Y CAMINADORAS   | 132 |

|   |     |
|---|-----|
| 6.3.3. COSTO DE BALDOSAS PAVEGEN Y POWERFLOOR   | 134 |
| 6.3.4. COSTO DE CAMBIO DE LUMINARIAS  | 135 |
| 6.3.5. ANÁLISIS DE COSTOS DEL GIMNASIO CON LA COMBINACIÓN DE LOS SISTEMAS   | 136 |
| 6.4. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LAS “AULAS” DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA              | 138 |
| 6.4.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN CON EL CONSUMO ACTUAL   | 138 |
| 6.4.2. COSTOS DE BALDOSAS PAVEGEN Y POWERFLOOR  | 139 |
| 6.4.3. COSTOS DE CAMBIO DE LUMINARIAS   | 141 |
| 6.4.4. ANÁLISIS DE COSTOS DE LAS AULAS CON LA COMBINACIÓN DE LOS SISTEMAS   | 142 |
| 6.5. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN “TALLER DE ELECTRICIDAD” DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA | 144 |
| 6.5.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN CON EL CONSUMO ACTUAL   | 145 |
| 6.5.2. COSTOS DE BALDOSAS PAVEGEN Y POWERFLOOR  | 146 |
| 6.5.3. COSTOS DE CAMBIO DE LUMINARIAS   | 147 |
| 6.5.4. ANÁLISIS DE COSTOS DEL “TALLER DE ELECTRICIDAD” CON LA COMBINACIÓN DE LOS SISTEMAS                               | 148 |
| 6.6. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN “TALLER DE MECÁNICA” DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA     | 150 |
| 6.6.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN CON EL CONSUMO ACTUAL   | 150 |
| 6.6.2. COSTOS DE BALDOSAS PAVEGEN Y POWERFLOOR  | 152 |
| 6.6.3. COSTOS DE CAMBIO DE LUMINARIAS   | 153 |
| 6.6.4. ANÁLISIS DE COSTOS EN EL “TALLER DE MECÁNICA” CON LA COMBINACIÓN DE LOS SISTEMAS                                 | 154 |
| 6.7. RESUMEN DE COSTOS  | 156 |

|   |     |
|---|-----|
| 6.8. COSTOS DE ENERGÍA                          | 156 |
| 6.8.1. Análisis del TIR                         | 159 |
| 6.8.2. Análisis del VAN                         | 160 |
| 6.8.3. Retorno de Inversión                     | 160 |
| 6.8.4 .Toma de Decisiones                       | 161 |
| 6.8.5. Cálculos TIR, VAN y Retorno de Inversión | 161 |
| 6.8.6. Análisis solo con Iluminación            | 162 |
| 6.8.7. ANÁLISIS GENERALES                       | 165 |
| CONCLUSIONES                                    | 167 |
| RECOMENDACIONES                                 | 169 |
| LISTA DE ANEXOS                                 | 171 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS                      | 172 |

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 1

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. ÁREAS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA</b> | <b>1</b> |
|---|----------|

### CAPÍTULO 2

|  |          |
|--|----------|
| <b>2. GIMNASIO VERDE</b>   | <b>9</b> |
| Tabla 2.1: Inventario del Gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana | 11       |
| Tabla 2.2: máquinas para trabajo cardiovascular                            | 12       |
| Tabla 2.3: Máquinas para el entrenamiento de la fuerza                     | 19       |
| Tabla 2.4: Cálculo de la energía generada por las bicicletas estáticas     | 22       |
| Tabla 2.5: Cálculo de la energía generada por las bicicletas estáticas     | 22       |
| Tabla 2.6: Potencia total generada por ambas máquinas                      | 23       |
| Tabla 2.7: Ubicación geográfica de Cuenca-Ecuador                          | 26       |
| Tabla 2.8: Radiación solar en Cuenca                                       | 27       |
| Tabla 2.9: Cálculo de paneles y baterías para el gimnasio                  | 34       |
| Tabla 2.10: Potencia de las cargas   | 34       |

### CAPÍTULO 3

|   |           |
|---|-----------|
| <b>3. AULAS VERDES</b>  | <b>37</b> |
| Tabla 3.1: Número de aulas, servicios higiénicos, etc., por cada planta | 48        |
| Tabla 3.2: Número de lámparas por área de cada planta                   | 48        |
| Tabla 3.3: Número total de lámparas                                     | 48        |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 3.4: Potencia de la iluminación en el edificio Mario Rizzini (excepción de aulas magnas) | 49 |
| Tabla 3.5: Número de tomacorriente por área de cada planta                                     | 50 |
| Tabla 3.6: Número total de tomacorriente   | 50 |
| Tabla 3.7: Nueva cantidad de focos por área al cambiar de luminarias                           | 51 |
| Tabla 3.8: Nueva cantidad de focos por área al cambiar de luminarias                           | 51 |
| Tabla 3.9: Potencia con lámparas Belenus   | 52 |
| Tabla 3.10: Número de luminarias por cada área   | 53 |
| Tabla 3.11: Número total de luminarias por cada planta   | 53 |
| Tabla 3.12: Potencia total por la iluminación con lámparas OLED                                | 53 |
| Tabla 3.13: Número de lámparas por área de cada planta   | 54 |
| Tabla 3.14: Número total de lámparas por cada planta   | 54 |
| Tabla 3.15: Potencia con nueva iluminación   | 55 |
| <br>   |    |
| <b>CAPÍTULO 4</b>  |    |
| <b>4. TALLERES VERDES</b>  | 62 |
| Tabla 4.1: Número de lámparas en el Taller Eléctrico   | 67 |
| Tabla 4.2: Potencia Total de Lámparas  | 68 |
| Tabla 4.3: Total de lámparas en el Taller de Electricidad                                      | 68 |
| Tabla 4.4: Total lámparas BELENUS  | 69 |
| Tabla 4.5: Potencia Total  | 69 |
| Tabla 4.6: Total de lámparas en el Taller de Electricidad                                      | 69 |
| Tabla 4.7: Total lámparas OLED   | 70 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 4.8: Potencia Total de las lámparas OLED          | 70 |
| Tabla 4.9: Número de Lámparas del Taller de Mecánica    | 73 |
| Tabla 4.10: Potencia Total de Lámparas                  | 74 |
| Tabla 4.11: Número de lámparas en el Taller de Mecánica | 74 |
| Tabla 4.12: Potencia Total de las Lámparas Belenus      | 75 |
| Tabla 4.13: Número de lámparas en el Taller de Mecánica | 75 |
| Tabla 4.14: Potencia Total de las Lámparas OLED         | 75 |

## **CAPÍTULO 5**

### **5. ANÁLISIS TÉCNICO DE LA UNIVERSIDAD ENERGÉTICAMENTE VERDE** 78

|  |    |
|--|----|
| Tabla 5.1: Energía Consumida por el Gimnasio, datos tomados con el Medidor de la Calidad de Energía FLUKE... | 79 |
| Tabla 5.2: Número de paneles solares para el Gimnasio  | 80 |
| Tabla 5.3: Energía generada en Bicicletas Estáticas  | 81 |
| Tabla 5.4: Cálculo de Potencia en Elípticas  | 81 |
| Tabla 5.5: Energía en iluminación  | 84 |
| Tabla 5.6: Ahorro energético con Lámparas OLED   | 85 |
| Tabla 5.7: Ahorro energético con Lámparas BELENUS  | 85 |
| Tabla 5.8: Ahorro energético Lámparas OLED + Baldosas Pavegen  | 86 |
| Tabla 5.9: Cálculo de paneles solares y baterías   | 87 |
| Tabla 5.10: Ahorro energético Lámparas OLED + Baldosas Powerfloor  | 87 |
| Tabla 5.11: Cálculo de paneles solares y baterías  | 87 |
| Tabla 5.12: Ahorro energético Lámparas Belenus+ Baldosas Pavegen   | 88 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 5.13: Cálculo paneles solares y baterías   | 88  |
| Tabla 5.14: Ahorro energético Lámparas Belenus + Baldosas Powerfloor                                 | 88  |
| Tabla 5.15: Cálculo paneles solares y baterías   | 89  |
| Tabla 5.16: Energía Consumida por el edificio Mario Rizzini (Medidor de la Calidad de Energía FLUKE) | 92  |
| Tabla 5.17: Cálculo de paneles solares y baterías  | 93  |
| Tabla 5.18: Número de aulas, servicios higiénicos, etc., por planta                                  | 95  |
| Tabla 5.19: Número de lámparas por área de cada planta   | 95  |
| Tabla 5.20: Número total de lámparas por cada planta   | 95  |
| Tabla 5.21: Potencia y energía consumida en el edificio Mario Rizzini                                | 96  |
| Tabla 5.22: Potencia y energía consumida con lámparas Oled   | 97  |
| Tabla 5.23: Número de lámparas Belenus   | 98  |
| Tabla 5.24: Potencia y energía consumida con lámparas Belenus  | 98  |
| Tabla 5.25: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas oled + baldosas Pavegen                    | 100 |
| Tabla 5.26: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas oled + baldosas Powerfloor                 | 101 |
| Tabla 5.27 Número total de lámparas Belenus por cada planta  | 101 |
| Tabla 5.28: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosas Pavegen                 | 102 |
| Tabla 5.29: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas Belenus y Powerfloor                       | 103 |
| Tabla 5.30: Consumo Actual del taller de electricidad  | 106 |
| Tabla 5.31: Potencia y Energía en iluminación del taller de Electricidad                             | 107 |
| Tabla 5.32: Cálculo del sistema fotovoltaico del taller de electricidad                              | 107 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 5.33: Potencia y Energía actual de las lámparas del taller de electricidad        | 109 |
| Tabla 5.34: Potencia y energía con lámparas Oled en el taller de Electricidad           | 110 |
| Tabla 5.35: Número de lámparas Belenus  | 111 |
| Tabla 5.36: Potencia y energía en el taller de Electricidad con lámparas Belenus        | 111 |
| Tabla 5.37: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas Oled + baldosas Pavegen       | 112 |
| Tabla 5.38: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas Oled + baldosas Powerfloor    | 113 |
| Tabla 5.39: Cálculo de sistema fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosas Pavegen     | 114 |
| Tabla 5.40: Cálculo de sistema fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosas Powerfloor  | 115 |
| Tabla 5.41: Consumo en el taller de Mecánica  | 117 |
| Tabla 5.42: Consumo actual en el taller de Matricería                                   | 118 |
| Tabla 5.43: Potencia y Energía en iluminación del taller de Mecánica                    | 119 |
| Tabla 5.44: Cálculo del sistema fotovoltaico del taller de Mecánica                     | 120 |
| Tabla 5.45: Potencia y Energía Actual en iluminación del taller de Mecánica             | 122 |
| Tabla 5.46: Potencia y energía con lámparas Oled en el taller de Mecánica               | 122 |
| Tabla 5.47: Número de lámparas Belenus  | 123 |
| Tabla 5.48: Potencia y energía en el taller de Mecánica con lámparas Belenus            | 123 |
| Tabla 5.49: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas oled + baldosas Pavegen       | 125 |
| Tabla 5.50: Cálculo del sistema fotovoltaico con iluminación Oled + baldosas Powerfloor | 125 |
| Tabla 5.51: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosas            |     |

|         |     |
|---------|-----|
| Pavegen | 127 |
|---------|-----|

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 5.52: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas Belenus y baldosas Powerfloor | 127 |
|---|-----|

## CAPÍTULO 6

|  |     |
|--|-----|
| <b>6. ANÁLISIS ECONÓMICO QUE SE OBTENDRÍA AL TRANSFORMAR EN UNA UNIVERSIDADVERDE</b> | 129 |
|--|-----|

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 6.1: Costo del sistema fotovoltaico sin ahorro en el gimnasio | 131 |
|---|-----|

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 6.2: Costos de alternador + banda para bicicletas y elípticas. | 133 |
|--|-----|

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| Tabla 6.3: Costos de baldosa Pavegen | 135 |
|--------------------------------------|-----|

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| Tabla 6.4: Costos de lámparas Oled | 135 |
|------------------------------------|-----|

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| Tabla 6.5: Costos de lámparas Belenus | 136 |
|---------------------------------------|-----|

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| Tabla 6.6 Costo de cada sistema | 137 |
|---------------------------------|-----|

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| Tabla 6.7: Costos de cada sistema | 137 |
|-----------------------------------|-----|

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 6.8: Costos del sistema fotovoltaico con el consumo de energía actual | 139 |
|---|-----|

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 6.9: Costos de baldosas Pavegen “Aulas” | 140 |
|---|-----|

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 6.10: Número de lámparas por cada planta | 141 |
|--|-----|

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Tabla 6.11: Costos de Lámparas Oled | 142 |
|-------------------------------------|-----|

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 6.12: Costos de lámparas Belenus | 142 |
|--|-----|

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 6.13: Costos del sistema fotovoltaico con Lámparas Oled + baldosas Pavegen | 143 |
|--|-----|

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 6.14: Costos del sistema fotovoltaico + Lámparas Oled + Baldosas Pavegen | 143 |
|--|-----|

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 6.15: Costos del sistema fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosas Pavegen | 144 |
|---|-----|

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 6.16: Costos del sistema fotovoltaico + Lámparas Belenus + baldosas Pavegen                                  | 144 |
| Tabla 6.17: Costos del sistema fotovoltaico con el consumo actual de energía “Taller de Electricidad”              | 145 |
| Tabla 6.18: Costos baldosas Pavegen  | 146 |
| Tabla 6.19: Costos de Lámparas Oled  | 147 |
| Tabla 6.20: Costos de Lámparas Belenus   | 148 |
| Tabla 6.21: Costos del sistema fotovoltaico con lámparas Oled + baldosas Pavegen                                   | 148 |
| Tabla 6.22: Costos del todos los sistema   | 149 |
| Tabla 6.23: Costos de sistemas fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosa Pavegen                                 | 149 |
| Tabla 6.24: Costos de todos los sistemas   | 149 |
| Tabla 6.25: Costos del sistema fotovoltaico con la energía actual en el “Taller de Mecánica”                       | 151 |
| Tabla 6.26: Costos de baldosas Pavegen   | 152 |
| Tabla 6.27: Costos de lámparas Oled  | 153 |
| Tabla 6.28: Costos de lámparas Belenus   | 153 |
| Tabla 6.29: Costos del sistema fotovoltaico con lámparas Oled + baldosas Pavegen                                   | 154 |
| Tabla 6.30: Costos sistema fotovoltaico + lámparas Oled + baldosas Pavegen   | 154 |
| Tabla 6.31: Costos del sistema fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosas Pavegen                                | 155 |
| Tabla 6.32: Costos de todos los sistemas   | 155 |
| Tabla 6.33: Resumen de costos  | 156 |
| Tabla 6.34: Monto económico Total de la energía aplicando la planilla de cargos tarifarios impuesta por el CONELEC | 158 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 6.35: Costo Adicionales constantes                         | 159 |
| Tabla 6.36: Costo de Energía                                     | 159 |
| Tabla 6.37: TIR, VAN y Retorno de Inversión o Pay Back           | 161 |
| Tabla 6.37: Costos Iluminación                                   | 163 |
| Tabla 6.38: Ahorro en el Pago de la energía, TIR, VAN y Pay Back | 163 |
| Tabla 6.39: Costos Iluminación                                   | 164 |
| Tabla 6.40: Ahorro en el Pago de la energía, TIR, VAN y Pay Back | 164 |
| Tabla 6.41: Costos Iluminación                                   | 164 |
| Tabla 6.42: Ahorro en el Pago de la energía, TIR, VAN y Pay Back | 164 |
| Tabla 6.43: Costos Iluminación                                   | 165 |
| Tabla 6.44: Ahorro en el Pago de la energía, TIR, VAN y Pay Back | 165 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

|  |          |
|--|----------|
| <b>1. ÁREAS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA</b>        | <b>1</b> |
| Figura 1.1: Primera Foto de la Universidad Politécnica Salesiana           | 3        |
| Figura 1.2: Diagrama Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana | 5        |

## **CAPÍTULO 2**

|   |          |
|---|----------|
| <b>2. GIMNASIO VERDE</b>  | <b>9</b> |
| Figura 2.1: Generación de energía mediante el uso de bicicletas   | 13       |
| Figura 2.2: Imágenes de las baldosas Pavegen  | 14       |
| Figura 2.3: Funcionamiento de las baldosas Pavegen y dispositivos de aprovechamiento de la energía generada | 14       |
| Figura 2.4: Principio de Funcionamiento de las baldosas Pavegen   | 15       |
| Figura 2.5: Movimiento cuando se produce torque   | 18       |
| Figura 2.6: Fuerza aplicada para producir el torque   | 20       |
| Figura 2.7: Componentes de una instalación Fotovoltaica   | 24       |
| Figura 2.8: Panel solar   | 27       |
| Figura 2.9: Emplazamiento de Panel Solar  | 29       |
| Figura 2.10: 40A 48 V Reguladores Solares, 40 Amp. 48 Volt Cargador solar controladores                     | 30       |
| Figura 2.11: Conexión en serie de un Banco de baterías  | 31       |
| Figura 2.12: Conexión en Paralelo de un banco de baterías   | 32       |

## **CAPÍTULO 3**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>3. AULAS VERDES</b>   | <b>37</b> |
| Figura 3.1: Edificio Mario Rizzin  | 38        |
| Figura 3.2: Ficha Técnica del Transformador 1860                                 | 38        |
| Figura 3.3: Aulas del Edificio Mario Rizzini                                     | 39        |
| Figura 3.4: Lámparas OLED  | 44        |
| Figura 3.5: Bombillas Belenus (Bombillas de OEP Electric. Cortesía de la empresa | 46        |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 3.6: Tipos de bombillas BELENUS  | 47  |
| Figura 3.7: Baldosa POWERFLOOR  | 58  |
| Figura 3.8: Dimensiones baldosa POWERFLOOR  | 60  |
| <br>  |     |
| <b>CAPÍTULO 4</b>   |     |
| <b>4 TALLERES VERDES</b>  | 62  |
| <br>  |     |
| <b>CAPÍTULO 5</b>   |     |
| <b>5. ANÁLISIS TÉCNICO DE LA UNIVERSIDAD ENERGÉTICAMENTE VERDE</b>                    | 78  |
| Figura 5.1: Comparación de energías por día   | 89  |
| Figura 5.2: Número de paneles   | 90  |
| Figura 5.3: Análisis de energía con los diferentes sistemas                           | 103 |
| Figura 5.4: Reducción de paneles con los diferentes sistemas                          | 104 |
| Figura 5.5: Análisis Energía con los diferentes sistemas en el taller de Electricidad | 115 |
| Figura 5.6: Reducción de paneles con los diferentes sistemas                          | 116 |
| Figura 5.7: Análisis de energía con los diferentes sistemas                           | 128 |
| Figura 5.8: Reducción de paneles con los diferentes sistemas                          | 128 |
| <br>  |     |
| <b>CAPÍTULO 6</b>   |     |
| <b>6. ANÁLISIS ECONÓMICO QUE SE OBTENDRÍA AL TRANSFORMAR EN UNA UNIVERSIDAD VERDE</b> | 129 |
| Figura 6.1: Bici generador  | 133 |
| Figura 6.2: Inversión Total para cada caso  | 156 |
| Figura 6.3: Factura del medidor 272385  | 157 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 6.4: Cargo Tarifario  | 158 |
| Figura 6.5: Análisis del TIR en cada caso                                | 162 |
| Figura 6.6: Análisis del Pay Back  | 162 |
| Figura 6.7: Consumo Total solo con Iluminación Gimnasio                  | 163 |
| Figura 6.8: Consumo Total solo con Iluminación Aulas                     | 163 |
| Figura 6.9: Consumo Total solo con Iluminación Taller de Electricidad    | 164 |
| Figura 6.10: Consumo Total solo con Iluminación Taller de Mecánica       | 165 |
| Figura 6.11: Inversión total en todas las tecnologías                    | 165 |
| Figura 6.12: Análisis TIR en todas las tecnologías                       | 166 |
| Figura 6.13: Análisis Pay Back estático en años en todas las tecnologías | 166 |

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día la utilización de energías limpias o renovables se encuentra en un pleno apogeo por parte no solo del Ecuador sino en todo el mundo, ya que nos encontramos en un acelerado incremento de la demanda de la energía eléctrica, y también debido a que este tipo de energías produce un gran impacto ambiental y constituyen una fuente inagotable de abastecimiento de energía que provienen de manera directa o indirecta no solo de la luz del sol, sino de cualquier otro método que hace que vaya renovándose continuamente.

Este tipo de métodos son utilizados para la generación de energías limpias, puesto que hoy en día se ha notado la necesidad de cuidar el medio ambiente, así como también realizar un ahorro energético no solo en los domicilios sino también en las industrias, comercio y en el este caso en de las Universidades ya que existe una gran cantidad de demanda energética que se utiliza en estos sectores.

Para el caso de esta investigación, se conoce que la producción de energía eléctrica de la universidad es continua y permanente por lo que se necesita de fuentes de alimentación fiables para el uso de los laboratorios, de las aulas y del gimnasio que posee la Universidad Politécnica Salesiana y por este motivo esta investigación podría ser encaminada a realizar una Universidad con un sistema autónomo.

## **CAPÍTULO 1**

### **1. ÁREAS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA**

#### **1.1. INTRODUCCIÓN**

Para el estudio que se realizará en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, se ha tomado muy en cuenta la nueva constitución vigente desde el 20 de octubre de 2008 en el “Art 15” expuesta en la “Sección Segunda” “AMBIENTE SANO” que indica que “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.”. Como se observa esta ley plantea sobre la generación de energía limpia de modo que las personas traten al planeta con mucho respeto debido al deterioro que este ha sufrido por la explotación de sus recursos naturales y la contaminación que estos procesos causan al transformarlos para el aprovechamiento del ser humano.

Se toma muy en cuenta esta ley debido a esta tesis plantea un estudio sobre la factibilidad de transformar a la Universidad Politécnica Salesiana en una Universidad energéticamente verde.

En el caso de este capítulo el propósito es la determinar las áreas con las que dispone la Universidad Politécnica Salesiana de tal manera que se pueda apreciar de mejor manera las diferentes características que posee cada área, ya que no van a ser las mismas porque son utilizadas con diferentes fines.

Como es el caso del edificio “Mario Rizzini” solo es utilizada para el uso de aulas, es decir, el uso de luminarias y tomacorrientes.

En el caso del edificio “Cornelio Merchán” se tiene el uso de los talleres y aulas donde encontramos diferentes maquinaria de tecnología de punta para las diferentes prácticas de los estudiantes de Electricidad, Mecánica y Matricería, que también cuentan con el uso de luminarias y tomacorrientes.

Para el caso del Gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana posee las diferentes máquinas de fitness para la actividad física, y para el uso de la instalación se utilizarlas luminarias y tomacorrientes.

Para mayor información de la Universidad Politécnica Salesiana sobre cómo se formó en sus inicios, la ubicación y otros datos específicos se darán a conocer en el siguiente ítem con un breve resumen sobre la reseña histórica de la Universidad.

## **1.2. RESEÑA HISTÓRICA Y PRINCIPIO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

### **1.2.1. HISTORIA DE LOS SALESIANOS**

El 6 de diciembre de 1887 el gobierno de Ecuador firmó un convenio con Don Bosco para que los salesianos inicien su labor mediante el Protectorado Católico de Artes y Oficios en Quito. Ecuador llegó a ser uno de los primeros países no-europeos en recibir las obras de don Bosco. El 18 de febrero de 1888, comenzó el Oratorio Festivo y el 15 de abril se inauguraron los Talleres Salesianos del Sagrado Corazón, seguido por otras obras como la Escuela de Artes y Oficios y la transformación del penal García Moreno, entre otras.

El 30 de agosto de 1896 se dio inicio al Instituto Don Bosco, primera obra salesiana propia en el Ecuador. Posteriormente se fundaron obras en otras ciudades del país: Guayaquil 1902, Manabí 1927, Indanza 1914, Méndez 1915, Macas 1924, Sucúa 1931 y Limón 1936. Hasta el año de 1893, las casas salesianas del Ecuador formaban una Visitaduría, ese año se la erigió en Inspectoría y su primer Inspector fue el Padre Luis Calcagno.

La presencia salesiana en el campo universitario es relativamente nueva, excepto por un proyecto de la India en 1934, es por lo que aquí nace un proyecto universitario “La Universidad Pontificia Salesiana” con propósito de dar formación universitaria a los salesianos en 1940 en Turín. En la actualidad existen 35 instituciones de Educación Superior, lo que resulta un crecimiento muy elevado de la oferta superior universitaria salesiana en el mundo.

### 1.2.2. NACIMIENTO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA



**Figura 1.1: Primera Foto de la Universidad Politécnica Salesiana<sup>1</sup>**

La propuesta de la creación de la universidad Politécnica salesiana surge gracias a la iniciativa del Padre Luciano Bellini Fedozzi, por lo que a mediados de 1992 inicio con el proyecto de la Universidad Politécnica Salesiana, el mismo que fue entregado al Consejo de Universidades y Escuela Politécnicas - CONUEP en diciembre de 1993 para su conocimiento y posterior aprobación.

La Universidad Politécnica Salesiana nace con su Sede Matriz en la ciudad de Cuenca Ecuador el 4 de Agosto de 1994 cuando el presidente de la república del Ecuador en ese año, el Arquitecto Sixto Durán Ballén, firmó el decreto presidencial para la creación de la UPS. Ese mismo año fue fundada la Universidad Politécnica Salesiana en la ciudad de Cuenca teniendo sedes en las ciudades de Quito y

<sup>1</sup> Archivo Institucional obtenido en el Rectorado de la Universidad Politécnica Salesiana

Guayaquil. El 6 de septiembre toma posesión el Rector y Vicerrector de la UPS, iniciando la formación académica en octubre de ese mismo año.

### **1.2.3. PRIMERAS FACULTADES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA<sup>2</sup>**

1. Facultad de Electro-Mecánica
  - Escuela de Tecnología en Electro-Mecánica  
Especialidad: Electro-Mecánica, Electrónica
  - Escuela de Tecnología en Mecánica Industrial  
Especialidad: Mecánica Industrial, Mecánica en Matricería, Mecánica Automotriz.
  - Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Especialidad: Ingeniería Mecánica Industrial (única titulación de ingeniero), Mecánico (duración 5 años).
2. Facultad de Ciencias Pecuarias y Agro Industriales
  - Escuela de Tecnología Agro-Industrial  
Especialidad: Tecnología Agronómica, Tecnología Agro-Industrial
  - Escuela de Tecnología en Zootecnia  
Especialidad: Especie Menores, Producción Animal, Industrias Pecuarias.
  - Escuela de Ingeniería Agro – Industrial  
Especialidad: Ingeniería Agro - Industrial
3. Facultad de Ciencias Humanas y Sociales
  - Departamento de Ciencias de la Educación  
Escuelas de: Psicopedagogía, Educación Intercultural Bilingüe, Tecnología Educativa.
  - Departamento de Ciencias Humanas y Sociales  
Escuelas de: Antropología Aplicada, Comunicación Social.
  - Departamentos de Ciencias Religiosas  
Escuela de: Teología, Estudios Pastorales

<sup>2</sup> Fuente: Rectorado Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca

- Programas de Pregrado  
Docencia Técnica (pueden tomar a partir del 4to año la Licenciatura en Docencia Técnica, las facultades de Electro – Mecánica y Ciencias Pecuarias y Agro-Industriales)

Los títulos otorgados en la culminación de la formación académica son:

- Técnico Básico
- Técnico Superior
- Tecnólogo
- Ingeniero en Ejecución
- Licenciado en Docencia Técnica de Nivel Medio
- Ingeniero

#### **1.2.4. UBICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

La Universidad Politécnica Salesiana tiene un carácter nacional, puesto que su Sede Matriz está en la ciudad de Cuenca ubicada en la Calle Vieja 12-30 y Elia Liut. También tiene Sedes en las ciudades de Quito y Guayaquil. En la ciudad de Quito se tienen 4 diferentes campus que son “Campus El Girón” ubicado en las calles Av. 12 de Octubre 24-22 y Wilson, “Campus Kennedy” ubicado en las calles Av. Rafael Bustamante 450 y Gonzalo Zaldumbe, “Campus Sur” ubicado en la Av. Rumichaca y Av. Morán Valverde s/n y “Centro de Apoyo Cayambe” que se encuentra ubicada en la Av. Natalia Jarrin y 9 de octubre. En la ciudad de Guayaquil con la sede “Campus el Centenario” que se encuentra ubicada en las calles de Robles 107 y Chambers.

### 1.2.5. ORGANIGRAMA INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA



Figura 1.2: Diagrama Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana<sup>3</sup>

### 1.3. ALCANCE DE ESTUDIO

#### 1.3.1. DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS

La distribución de áreas se la realizará para poder analizar la cantidad de energía que utiliza los diferentes ambientes que posee la Universidad Politécnica Salesiana, puesto a que no va a ser la misma cantidad de energía consumida en los talleres que en las aulas, ya que algunos edificios que posee la universidad tienen diferentes características, por lo que se tendrán cantidades de energía diferentes, esto se dependerá del edificio a analizar.

Por esta razón se ha dividido a los edificios que posee la Universidad Politécnica Salesiana en las siguientes áreas:

- ÁREA DE AULAS
- ÁREA DE TALLERES
- ÁREA DEL GIMNASIO

De esta manera se podrá analizar de mejor manera la cantidad de energía que posee cada área para conocer cuál sería la mejor manera de obtener el ahorro energético en cada caso.

<sup>3</sup>Fuente: <http://www.ups.edu.ec/organigrama>

### **1.3.1.1. CARACTERÍSTICAS “ÁREA AULAS”**

Las características esenciales que poseen las aulas deben ser los necesarios para que el aprendizaje de los alumnos sea apropiado, ya que esto se los lleva diariamente en las aulas, debido al gran número de horas que tanto los alumnos como los profesores se encuentran dentro de estas, por lo que deberían tener las siguientes características:

- ✓ Separación adecuada entre sillas.
- ✓ Iluminación apropiada para los alumnos y profesores
- ✓ Temperatura apropiada dentro del aula.

Esta tesis se dirige a la iluminación que se debe tener ya que debe poseer la cantidad de lúmenes necesarios para que no llegue afectar a los alumnos o profesores, para que no se cansen, tengan una mayor concentración, un mayor rendimiento y una mejor comprensión en los horarios de clases.

En el caso de la Universidad Politécnica Salesiana sus aulas poseen alrededor de 30 a 40 pupitres por aula, por lo que la iluminación que se debería tener debe ser uniforme y con los mismos niveles de luz en toda el aula,

También hay que tener en cuenta que a cantidad de energía utilizada en las aulas no va a ser la misma en el horario diurno que en el nocturno, puesto que en el diurno se ocupa cierta cantidad de luz natural, así como también se debe tener en cuenta el uso que se tendrá de ciertas aulas, como por ejemplo las aulas de uso múltiple, ya que no tienen el mismo propósito que una aula normal.

### **1.3.1.2. CARACTERÍSTICAS “ÁREA TALLERES”**

En el caso de los talleres es muy indispensable la colocación de luminarias en perfecto estado con la cantidad de lúmenes necesarios, puesto que debe cumplir con un rendimiento máximo visual y que cumpla con las exigencias de seguridad y comodidad, ya que se debe tener muy en cuenta que la visibilidad de un objeto, como el tamaño preciso, las características exactas que este debe tener son muy

necesarias, por lo que se debe tener a simple vista una precisión de este objeto pues se dice que el 80% de la información que se requiere para realizar algún trabajo con precisión se obtiene por medio de la vista.

En este caso la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca cuenta con varios talleres que en estos últimos años se ha venido invirtiendo para que los alumnos tengan conocimientos tanto teóricos como prácticos. Podemos mencionar que casi todos los talleres de la universidad han sido casi en su totalidad remodelados contando con tecnología nueva para que el estudiante desarrolle conocimiento que vaya de acorde al mundo moderno que con su constante cambio cada vez nos exige que nos actualicemos y vayamos a la par con el desarrollo de la tecnología.

La Universidad Politécnica Salesiana consta de laboratorios para la facultad de Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecánica Industrial.

### **1.3.1.3. CARACTERÍSTICAS “ÁREA GIMNASIO”**

Esta área se la ha tomado en cuenta ya que la Universidad Politécnica Salesiana posee con un Gimnasio propio no muy amplio pero si muy concurrido ya que haciendo el análisis correspondiente, este podría generar su propia energía limpia mediante el uso de las bicicletas estáticas y las máquinas llamadas elípticas, y esta sería una de las primeras tanto en el Ecuador como en Latinoamérica en crear este tipo de energía mediante el uso de las máquinas del gimnasio haciendo que la Universidad posea un “Gimnasio Verde” lo cual sería algo novedoso, innovador y una manera de hacer que la gente tome conciencia de la contaminación y la manera de ayudar al medio ambiente cuidando su salud.

El Gimnasio se encuentra dentro de las instalaciones de la Universidad politécnica Salesiana, su entrada se encuentra entre el coliseo y el patio de comidas. En el gimnasio se pueden realizar diferentes tipos de aeróbicos, ejercicios en las bicicletas, entrenamiento de pesas, así como también planificación física, que se la

puede realizar junto al entrenador encargado del gimnasio. Lo que se pretende en este estudio es verificar si es o no factible la posibilidad de hacer el gimnasio verde puesto que este gimnasio no posee con ningún método para el ahorro de energía.

## **CAPÍTULO 2**

### **2. GIMNASIO VERDE**

#### **2.1. INTRODUCCIÓN**

El análisis que se realizará será referente al gimnasio que dispone la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca la cual cuenta con diferentes maquinarias para realizar deporte, para que de esta manera podamos obtener un ahorro energético, es decir, que se tratará de disminuir el consumo de energía utilizando las diferentes máquinas para hacer ejercicios que posee la Universidad manteniendo los niveles de confort y obtener los mismos resultados que se tienen al utilizar la energía del tendido eléctrico como generalmente se utiliza pero con un menor coste económico.

Este gimnasio es utilizado por los estudiantes de la Universidad, pero también está abierta hacia el público que requiera ejercitarse y tener una vida más saludable siendo esta es una manera de mantener el gimnasio activo, ya que los alumnos de la Universidad Politécnica Salesiana no concurren mucho al gimnasio.

#### **2.2. GIMNASIO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

El gimnasio de la Universidad politécnica salesiana tiene alrededor de 6 años en funcionamiento, los entrenadores que son el Sr. Geovanny Palacios que es el encargado del gimnasio desde sus inicios. Aquí ellos proporcionan un entrenamiento para las personas que asisten al gimnasio, tanto en el uso de las caminadoras, bicicletas, elípticas, entrenamiento de pesas, etc. Aquí también existe un espacio para realizar aeróbicos. El horario de atención del gimnasio es de: 09h00 a 12h00 y de 16h00 a 21h00 de lunes a viernes y el día sábado se lo utiliza de 09h00 a 12h00. Por lo que el uso del mismo por semana es de 58 horas, aproximadamente, estos datos serán utilizados para saber el uso de las máquinas a utilizar en el gimnasio para la generación de energía.

Como se mencionó con anterioridad lo que se desea realizar es que mediante sesiones de spinning se genere electricidad, puesto que el Gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana posee 4 bicicletas estáticas se analizará la energía que se generará dentro de un determinado tiempo en las clases de spinning, también cuenta con 5 elípticas de las cuales están funcionando 4 de las que también se analizará la energía que se genera al utilizar estas máquinas.

### **2.2.1. MÁQUINAS DISPONIBLES EN EL GIMNASIO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Las máquinas que se tienen en el Gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana son varias, las que se indica en la tabla 2.1, las cuales son tomadas de los datos proporcionados por el Instructor del Gimnasio el Sr. Geovanny Palacios, que indica que estos activos han sido recibidos el día 21 de julio de 2010, estas máquinas están a disposición de todo el personal de la Universidad Politécnica Salesiana, para los cuales existe un descuento por el uso de las máquinas por ser parte de la institución, las máquinas de la universidad también están a disposición de personas que no pertenecen a la institución y que deseen ejercitarse para mantener una vida saludable, este gimnasio también cuenta con una área de aeróbicos, las cuales no son muy utilizadas por los alumnos de la Universidad.

| Número | Descripción                                 | Estado |
|--------|---|--------|
| 5      | Eclípticas                                  | Bueno  |
| 4      | Bicicletas                                  | Bueno  |
| 4      | Caminadoras                                 | Bueno  |
| 30     | Steps con colchoneta                        | Bueno  |
| 1      | Hammer de Hombros                           | Bueno  |
| 1      | Press para pecho medio                      | Bueno  |
| 1      | Predicador de Bíceps con polea              | Bueno  |
| 1      | Predicador para Bíceps                      | Bueno  |
| 1      | Polea para Espalda                          | Bueno  |
| 1      | Máquina para flexión y extensión cuádriceps | Bueno  |
| 1      | Máquina para femoral Tumbado                | Bueno  |
| 1      | Hammer de Polea para Espalda                | Bueno  |
| 1      | Press para pecho bajo                       | Bueno  |
| 1      | Castillo para cruce de poder de poleas      | bueno  |
| 1      | PeckDeck                                    | Bueno  |
| 1      | Prensa                                      | Bueno  |
| 1      | Hacka                                       | Bueno  |
| 1      | Hammer peso libre para espalda              | Bueno  |
| 1      | Press para pecho alto                       | Bueno  |
| 1      | Jaula de potencia                           | Bueno  |
| 1      | Banco Regulable para abdominales            | Bueno  |
| 1      | Pantorrillera Sentado                       | Bueno  |
| 1      | Pantorrillera Smit                          | Bueno  |
| 1      | Smith                                       | Bueno  |

Tabla 2.1: Inventario del Gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana<sup>4</sup>

### 2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS PARA GENERAR ENERGÍA

El gimnasio cuenta con dos tipos de máquinas las que se clasifican de la siguiente manera:

- **Máquinas para trabajo cardiovascular.-** son las máquinas habitualmente utilizadas para el fortalecimiento del sistema cardiovascular encendiendo

<sup>4</sup> Fuente: Sr. Geovanny Palacios instructor del Gimnasio de la UPS

las reservas de grasas acumuladas en nuestro cuerpo mediante la quema de calorías.

- **Máquinas para trabajo de musculación.**- son las máquinas que son utilizadas para trabajar partes del cuerpo que la persona decide que va a hacer con esos músculos elegidos, como es el caso de aumentar su volumen, ganar fuerza, obtener más resistencia.

**2.2.2.1. MÁQUINAS PARA TRABAJO CARDIOVASCULAR**

Dentro de este grupo de máquinas para la actividad cardiovascular y de las que dispone la Universidad Politécnica Salesiana donde se sacara la energía para convertir en un gimnasio verde encontramos las siguientes:

| Número | Descripción          | Estado |
|--------|----------------------|--------|
| 5      | Eclípticas           | Bueno  |
| 4      | Bicicletas           | Bueno  |
| 30     | Steps con colchoneta | Bueno  |

Tabla 2.2: máquinas para trabajo cardiovascular

**2.3. GIMNASIO VERDE**

Esta idea ha venido creciendo de una manera muy significativa en los Estados Unidos como es en el caso de la ciudad de Portland, ya que ahí cuentan con una cadena de gimnasios que es todo un éxito dándole una perspectiva ecológica o verde a estos gimnasios.

El conjunto de gimnasios impulsado por “The Green Microgym” le ha dado una perspectiva ecológica a la simple razón de hacer ejercicios, proporcionando de máquinas que producen energía cuando uno realiza deporte, de esta manera no solo se sentirían bien las personas perdiendo peso sino que también que al ejercitarse pueden generar energía eléctrica. Basándose en esta idea se ha propuesto el análisis para saber sobre la factibilidad de transformar al gimnasio de la UPS en un gimnasio energéticamente verde

## 2.4. CAMINADORAS, STEPS, BICICLETAS, BALDOSAS PAVEGEN

El principio de funcionamiento de este gimnasio es el de generar energía cuando las personas usan la bicicleta fija o las elípticas, y con un pequeño motor hacer que se carguen las baterías para mantener en funcionamiento el equipo de música y la iluminación del lugar. Por ahora la energía que ocupa el gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana es mediante la red eléctrica por lo que el análisis determinará la energía que se generará y la factibilidad de la transformación mencionada con anterioridad.



Figura 2.1: Generación de energía mediante el uso de bicicletas<sup>5</sup>

Otra alternativa también sería el uso de baldosas Pavegen, estas baldosas generan energía al pisarlas, estas serían colocadas en el área de aeróbicos que tiene el gimnasio de la UPS, al igual que en los steps, ya que si se basa en el principio de funcionamiento de estas baldosas se puede ver que funcionan con pasos, y es lo que se realiza en aeróbicos y en steps. Se han realizado pruebas e indican que cinco de estas baldosas Pavegen situadas en determinado sitio son capaces de generar suficiente energía para alimentar un panel de información de una parada de autobuses durante toda la noche, ya que puede llegar a generar 2,1 vatios por hora. Por lo que también se han hecho estudios donde nos indica que una persona puede generar de 2 a 10 vatios<sup>6</sup> por un tiempo determinado que camine por la misma baldosa.

<sup>5</sup> <http://generatuenergia.com/2011/12/20/sostenibilidad-generacion-energia-limpia-gimnasios-the-green-microgym/>

<sup>6</sup> <http://www.tierramerica.info/nota.php?idnews=3089&lang=esp>



Figura 2.2: Imágenes de las baldosas Pavegen<sup>7</sup>

La energía que generan estas baldosas Pavegen también se las puede almacenar en baterías como es en el caso de la generación de la energía por medio de las bicicletas. Estas baldosas están fabricadas en un 80% por materiales reciclados, ya que la parte superior de las baldosa está realizada con una goma reciclada al 100% que proviene de neumáticos de automóvil reciclados. Resisten al agua y a condiciones climáticas externas por lo que también puede ser utilizado al aire libre.

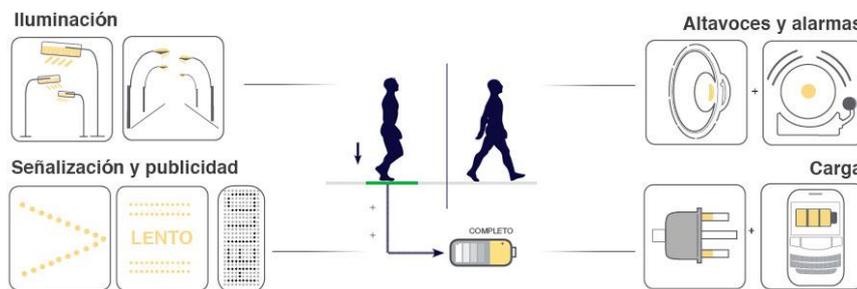


Figura 2.3: Funcionamiento de las baldosas Pavegen y dispositivos de aprovechamiento de la energía generada<sup>8</sup>

El principio de funcionamiento de estas baldosas se da mediante el uso de resortes colocados en la parte interna de esta, ya que al pisarla, se accionan los resortes y por medio de una dinamo que hace que genere la energía eléctrica, a que posteriormente se acumulará en las baterías.

<sup>7</sup> <http://www.pavegen.es/energy-harvesting-applications.php>

<sup>8</sup> <http://www.pavegen.es/energy-harvesting-applications.php>

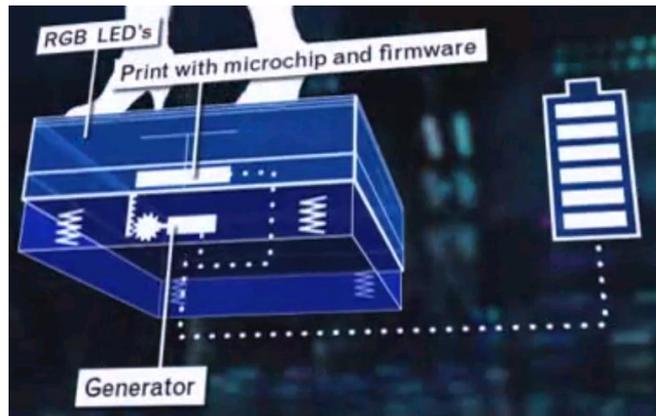


Figura 2.4: Principio de Funcionamiento de las baldosas Pavegen<sup>9</sup>

Esta investigación se basa en el hecho de que el gobierno del Ecuador en los últimos años se ha planteado objetivos en la explotación de recursos energéticos renovables, ha dispuesto inversiones que permitan asegurar un suministro fiable, de bajo costo y ambientalmente sostenible para el país, Empezando desde el estudio de “Políticas y Estrategias para el Cambio de la Matriz Energética del Ecuador”. Ciertamente es que el Ecuador no es un Investigador pero si un consumidor en lo que se refiere a energías Renovables por lo cual ha hecho uso de estas como la Energía solar, fotovoltaica, biomasa, eólica y últimamente lo hará en la geotérmica. Por lo que en este caso se planteará la posibilidad de una nueva clase de generación de energía eléctrica, ayudándose también con el uso de paneles solares.

## 2.5. CLASES DE SPINNING

Para la generación de energía de manera considerable con el uso de las bicicletas, se ha pensado en la posibilidad de realizar clases de spinning en el gimnasio de la UPS, puesto que para una clase de spinning lo único que se necesitan son las bicicletas estáticas al igual que las elípticas, máquinas que son indispensables para la generación de energía eléctrica. Una manera de motivación para que este tipo de ejercicio sea de mayor atención para las personas que asisten a este gimnasio es que este tipo de ejercicio es muy completo e intenso, ideal para tonificar los músculos, eliminar grasa y mejorar la circulación, es agradable ya que no es tedioso ni cansado, algo parecido a un paseo tranquilo en bicicleta, lo que se

<sup>9</sup> <http://xn--diseosostenibilidad-66b.com/2012/03/discotecas-sostenibles/>

utiliza para aclimatar las clases de spinning es realizarlo al ritmo de la música que coloca el entrenador

Una clase de spinning necesita de 3 etapas diferentes para que no exista ningún tipo de lesión al momento de realizar este ejercicio, la de calentamiento, la principal y la de bajar pulsaciones:

- **Calentamiento:** La primera etapa de calentamiento se la debe realizar en un tiempo de 10 a 12 minutos, aquí lo que hace es empezar a calentar el musculo mediante un pedaleo suave y continuo, luego lo que se debe hacer es estirar todas las articulaciones de los brazos, y después del tiempo mencionado se busca aumentar la resistencia pedaleando a mayor velocidad hasta alcanzar el ritmo de la música.
- **Parte principal:** esta etapa dura alrededor de 30 a 40 minutos, lo que se hace en esta etapa es combinar los ejercicios durante el tiempo mencionado alcanzando el máximo rendimiento de la persona.
- **Bajar pulsaciones.** La última etapa varia de 5 a 10 minutos aproximadamente, esta etapa consiste en un pedaleo suave y sin carga alguna.

Lo que se recomienda para una clase de spinning es asistir de 2 a 3 clases por semana. Por lo que “Los expertos aseguran que este furor por las bicicletas es algo que crece cada día porque el ejercicio que se hace es completo, ayuda a la salud cardiovascular, aumenta la capacidad respiratoria y en una práctica de 60 minutos se pierden fácilmente entre 500 y 900 calorías.”<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup>[http://www.bicicletasdespinning.com/beneficios\\_del\\_spinning.htm](http://www.bicicletasdespinning.com/beneficios_del_spinning.htm)

## 2.6. CÁLCULOS PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA

### 2.6.1. MOVIMIENTO CIRCULAR

El movimiento circular es aquél cuya trayectoria es una circunferencia, todo aquello da vueltas tiene movimiento circular. Si lo que gira da siempre el mismo número de vueltas por segundo, se dice que posee **movimiento circular uniforme** (MCU), en cambio el movimiento es acelerado o decelerado se conoce como **circular variado**.

### 2.6.2. VELOCIDAD ANGULAR ( $\omega$ )

La velocidad Angular es la rapidez con la que algo se está moviendo con movimiento circular, es decir el número de vueltas que da un cuerpo por unidad de tiempo y se designa por  $\omega$ . Su unidad en el Sistema Internacional es el radián por segundo (rad/s). También existe otra manera para la denominación de la velocidad angular que son las revoluciones por minuto (rpm) o también se usan los grados por segundo. Por ejemplo, pasar una velocidad de 60 rpm a varias unidades diferentes:

$$60 \text{ rpm} = \frac{1 \text{ rev}}{\text{seg}} = \frac{360^\circ}{\text{seg}} = \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{seg}} \quad (1)$$

La velocidad Angular En un movimiento circular uniforme, dado que una revolución completa representa  $2\pi$  radianes, se tiene:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad (2)$$

Donde:

- $\omega$ = velocidad Angular
- $T$ = periodo (tiempo en dar una vuelta entera)
- $f$  = frecuencia (número de revoluciones o vueltas por unidad de tiempo).

Si  $v$  es la velocidad de un punto y  $r$  es su distancia al eje de rotación (radio), el periodo también se puede obtener a partir de la velocidad:

$$T = \frac{2\pi r}{v} \quad (3)$$

También puede ser llamado el ángulo recorrido, dividido por el tiempo transcurrido y se mide en radianes sobre segundo  $\omega = a/t$ , de esta manera tenemos:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{2\pi r}{v}} = \frac{v}{r} \quad (4)$$

### 2.6.3. TORQUE ( $\tau$ )

Se define como torque a la fuerza aplicada  $F$  que actúa sobre algún punto del cuerpo rígido, en una posición  $d$  con respecto de cualquier origen, este cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación entorno algún eje. Por lo que se tiene que:

$$\tau = dxF \quad (5)$$

Donde:

- $\tau$  = Torque
- $d$  = Distancia
- $F$  = Fuerza

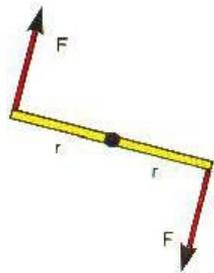


Figura 2.5: Movimiento cuando se produce torque<sup>11</sup>

## 2.7. MÁQUINAS PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA

Para el entrenamiento de los músculos la Universidad Politécnica Salesiana cuenta con las siguientes máquinas de donde se obtendrá energía con el trabajo que las personas realizan en estas actividades:

<sup>11</sup><http://dubois2.galeon.com/>

| Número | Descripción                                 | Estado |
|--------|---|--------|
| 1      | Predicador de Bíceps con polea              | Bueno  |
| 1      | Polea para Espalda                          | Bueno  |
| 1      | Máquina para flexión y extensión cuádriceps | Bueno  |
| 1      | Máquina para femoral Tumbado                | Bueno  |
| 1      | Hammer de Polea para Espalda                | Bueno  |
| 1      | Castillo para cruce de poder de poleas      | bueno  |
| 1      | Peck Deck                                   | Bueno  |
| 1      | Prensa                                      | Bueno  |
| 1      | Hacka                                       | Bueno  |
| 1      | Hammer peso libre para espalda              | Bueno  |

Tabla 2.3: Máquinas para el entrenamiento de la fuerza

## 2.8. ANÁLISIS DE LA ENERGÍA QUE SE OBTENDRÁ EN EL GIMNASIO

### 2.8.1. ANÁLISIS DE LA ENERGÍA EN BICICLETAS Y ELÍPTICAS

Como se ha mencionado en los puntos anteriores el Gimnasio que posee la Universidad Politécnica Salesiana posee alrededor de 5 elípticas y 4 bicicletas que nos servirían para poder generar energía eléctrica, de los cuales se conoce que solo están en funcionamiento 4 elípticas y 4 bicicletas por lo que se procederá a realizar un cálculo estimado de la energía que se obtendría en con uso de estas máquinas, puesto que son máquinas estáticas, están no se movilizarán a ningún lado, el único que produciría trabajo sería el de las piernas aplicada a los pedales.

El estudio centra solamente será el cálculo de la energía que podría generarse en el gimnasio de la UPS, por lo que se debe realizar es adaptar un generador a la bicicleta estática para que transforme de energía mecánica a energía eléctrica. El generador de la bicicleta se conectara a un dispositivo que convierte la corriente continua producida con el pedaleo en corriente alterna que se inyecta a la red. Un inversor da prioridad en la energía a utilizar en el recinto a la generada por las bicicletas antes que a la que proviene de la red eléctrica. Aunque la cantidad de energía generada no es despreciable y depende de la intensidad del ejercicio (ésta

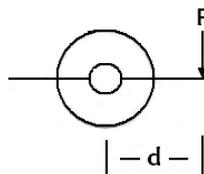
incluye la resistencia establecida y el nivel de cadencia del pedaleo), la duración de la sesión y el número de participantes en ella.

Estudios ya hechos en gimnasios en ubicados en Estados Unidos como lo es en la ciudad de Portland nos indica que “Veinte personas producen cerca de 3 kilovatios por hora que dura la clase. En un mes serian 300 Kilovatios, lo necesario para alumbrar una casa durante seis meses asegura su creador y en un año se crearía lo suficiente para brindar energía a 72 casas medianas durante un mes”<sup>12</sup>, se han hecho estudios en un grupo de personas puesto que la energía que genera una sola persona, ya sea hombre o mujer no da más de 50 a 100 vatios en una sesión de spinning, lo cual se realizará el cálculo.

**2.8.1.1. CÁLCULO DE LA ENERGÍA**

Se hará un análisis de las máquinas y de las luminarias instaladas en el gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana para en este caso saber cuál es la energía que se podría llegar a producir por medio del uso de las bicicletas estáticas, para la generación se tomará en cuenta la fuerza que aplicaría una persona promedio para saber cuál es la cantidad de energía a crear.

Por lo que es conocido que la mayor fuerza muscular que se aplica en estas máquinas es realizado por las piernas, por lo cual se considerará solo la fuerza aplicada sobre el pedal de la bicicleta como se muestra en a figura.



**Figura 2.6: Fuerza aplicada para producir el torque**

Por lo que el par aplicado por esta fuerza está dado por  $\tau = F \times d$ :

Siendo:

<sup>12</sup><http://www.1p-deportes.com/spinning-%C2%BFgenerador-de-energia-electrica/>

- $\tau$ = Torque
- $d$ = Radio del pedal
- $F$  = Fuerza Aplicada al pedal (“La fuerza promedio que puede aplicar los adultos sin distinguir sexos es de 30 Kg (66 lb)”)<sup>13</sup>

La potencia suministrada por la persona será:

$$P_m = \tau \times \omega \quad (6)$$

- $P_m$ = Potencia Suministrada por la bicicleta
- $\omega$ = velocidad angular

De esta manera se realiza los cálculos correspondientes con las ecuaciones (5) y (6) para poder calcular la potencia generada tanto para las bicicletas estáticas como para las elípticas y así poder saber si es o no factible la realización del gimnasio verde en el gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana.

#### Cálculo de una Bicicleta

Datos:

- Radio del pedal = 20 cm
- Vueltas por minuto= 60 rpm
- Fuerza= 30 kg por persona

#### Cálculo del torque

$$\tau = 30kg \times 0.2m$$

$$\tau = 6Kg * m$$

#### Cálculo de la potencia con la ecuación (6)

$$\omega = \frac{60 * 2\pi}{60}$$

$$\omega = 6.2832 \text{ rad/s}$$

<sup>13</sup><http://www.izt.uam.mx/contactos/n65ne/generador.pdf>

$$Pm = 6 * 6.28$$

La potencia suministrada por una bicicleta.

$$Pm = 37.698 w$$

| <b>Cálculo para las Bicicletas Estáticas</b> |         |            |
|--|---------|------------|
| Revoluciones por Minuto                      | 60      | rpm        |
| Diámetro de las ruedas                       | 45      | cm         |
| Masa de la persona                           | 140     | lb         |
| Tiempo de uso de las máquinas                | 2       | horas      |
| Número de Máquinas                           | 4       | Bicicletas |
| Velocidad Angular                            | 6,2832  | Rad/s      |
| Fuerza promedio aplicada                     | 30,00   | kg         |
| Velocidad                                    | 1,4137  | m/s        |
| Radio del pedal                              | 0,20    | m          |
| Torque                                       | 6,00    | Kg-m       |
| Potencia Suministrada                        | 37,6991 | Watts      |
| Energía Total                                | 301.593 | Wh         |

Tabla 2.4: Cálculo de la energía generada por las bicicletas estáticas

| <b>Cálculo para las Elípticas</b> |        |           |
|-----------------------------------|--------|-----------|
| Revoluciones por Minuto           | 65     | rpm       |
| Diámetro de las ruedas            | 51     | cm        |
| Masa de la persona                | 140    | lb        |
| Tiempo de uso de las máquinas     | 2      | horas     |
| Numero de Máquinas                | 4      | Elípticas |
| Velocidad Angular                 | 6,8068 | Rad/s     |
| Fuerza Promedio                   | 30,00  | kg        |
| Velocidad                         | 1,7357 | m/s       |
| Radio del Pedal                   | 0,30   | m         |
| Torque                            | 9      | Kg-m      |
| Potencia Suministrada             | 9,3000 | Watts     |
| Energía Total                     | 490,08 | Wh        |

Tabla 2.5: Cálculo de la energía generada por las bicicletas estáticas

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Energía total en el uso de las máquinas por día</b> | 791,681 Wh   |
| <b>Energía total en el uso de las máquinas por mes</b> | 20583,706 Wh |

Tabla 2.6: Potencia total generada por ambas máquinas

## 2.9. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Esta es la energía que se obtiene mediante la captación de la luz y del calor que el sol nos ofrece.

La radiación solar puede ser aprovechada de tal manera que se utiliza dispositivos que absorban la radiación solar, dentro de estos dispositivos se puede encontrar a los ópticos y otros tipos. De tal manera que es llamada una energía renovable, por estar dentro del grupo no contaminante o más conocida ahora en día como energía verde o energía limpia.

La potencia de la radiación tiende a depender de diferentes factores que pueden variar con el día como, las condiciones atmosféricas y la latitud. Es considerada una buena irradiación un valor aproximado a  $1000 \text{ W/m}^2$  en la superficie terrestre, a esta potencia se la conoce como irradiación.

A la radiación la consideramos aprovechable en sus componentes directa y difusa, así como también a la suma de las dos. La radiación directa llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, tales como lo son las nubes y el resto de elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa es la podemos reflejarse y concentrar para su utilización, mientras que no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas las direcciones.

La energía solar fotovoltaica es una forma de obtención de la energía eléctrica por medio de la radiación solar que incide sobre paneles solares fotovoltaicos, estos están compuestos por dispositivos semiconductores tipo diodo llamadas celdas

fotovoltaicas que son dispositivos electrónicos que permiten convertir la radiación solar que incide sobre ella directamente en energía eléctrica.

El acoplamiento en serie de estas celdas permite obtener voltajes en corriente continua, adecuados para alimentar dispositivos electrónicos sencillos o a mayor escala, esta corriente eléctrica continua generada por los paneles se puede transformar en corriente alterna e inyectar en la red eléctrica.

Las principales ventajas que tiene el uso de energía solar fotovoltaica es que es una fuente de energía renovable, limpia que no tiene emisiones y no causa problemas en el medio ambiente. El uso de los paneles solares tienen un año de vida de aproximadamente entre 25 a 30 años<sup>14</sup>, es de fácil instalación, es de mínimo mantenimiento y no es costoso ya que no contiene piezas metálicas y su movimiento es casi nulo, resisten a las condiciones climáticas como granizo, viento, lluvia, humedad.

Las desventajas de este tipo de fuente de energía es que posee ciertas limitaciones con respecto al consumo ya que no puede utilizarse más energía de la acumulada en períodos en donde no haya sol, así como también su inversión inicial es elevada puesto que el costo de los paneles fotovoltaicos son elevados

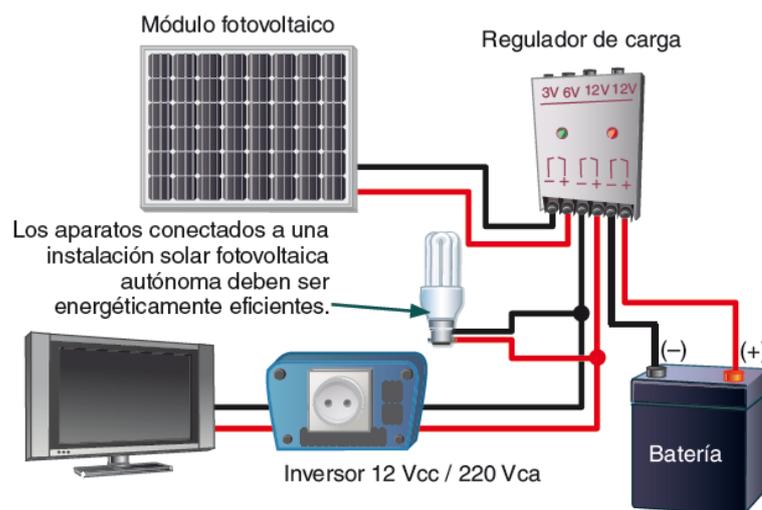


Figura 2.7: Componentes de una instalación Fotovoltaica<sup>15</sup>

<sup>14</sup> <http://www.codeso.com/EqPanel01.html>

<sup>15</sup> <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>

### 2.9.1. RADIACIÓN SOLAR EN EL ECUADOR

El 31 de octubre del 2008 fue uno de los días en donde los países andinos obtuvieron mayor radiación ultravioleta. En este caso Ecuador, Perú y Colombia son los países más afectados en recibir alta radiación ultravioleta debido al deterioro de la capa de ozono en la franja ecuatorial, según las investigaciones realizadas por la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA).

“Los datos obtenidos de 4 satélites que monitorean la capa de ozono, indican una disminución de la densidad de esta capa ligeramente mayor a la detectada a finales del año pasado y superior a lo que esperaba, además según el último reporte de la Administración Nacional de Océano y Atmósfera (NOAA por sus siglas en Inglés) de Estados Unidos la actividad solar a Marzo 4, 2010 se ha incrementado aún más rápidamente de lo esperado.

Hasta ahora, la ciudad con mayor radiación ha sido Cuenca, con, el nivel más alto jamás registrado en esa ciudad, excediendo el máximo nivel especificado como tolerable por la Organización Mundial de la Salud - OMS, que es de 11 UVI. UVI.”<sup>16</sup>

### 2.9.2. TABLA DE RADIACIÓN SOLAR EN EL MUNDO

Para obtener la radiación solar diaria se recurrirá a la tabla de radiación solar en el mundo donde se encuentra los datos para el cálculo de paneles solares dependido de la región o país en donde estemos situados:

Paso 1: Encontrar la localización geográfica donde se necesite para el cálculo de los paneles solares, ya que se necesita la latitud y longitud del lugar en estudio. En este caso se está encontrando la latitud, longitud de Cuenca – Ecuador ya que en esta ciudad se encuentra la matriz de la Universidad Politécnica Salesiana.

---

<sup>16</sup><http://ecua-noticias.blogspot.com/2010/03/radiacion-solar-en-ecuador.html>

| Cuenca                                 | Unidad | Los datos de ubicación Climático |
|--|--------|----------------------------------|
| Latitud                                | °N     | 2.9                              |
| Longitud                               | °E     | 79.01                            |
| Elevación                              | M      | 0                                |
| Temperatura de diseño de calentamiento | °C     | 24.52                            |
| Temperatura de diseño de refrigeración | °C     | 28.48                            |
| Amplitud térmica de la Tierra          | °C     | 0.72                             |
| Los días helados en el sitio           | Días   | 0                                |

Tabla 2.7: Ubicación geográfica de Cuenca-Ecuador<sup>17</sup>

Paso 2: Encontrar los valores de radiación.

Con los datos de la NASA se puede buscar de cualquier lugar del planeta, como lo veremos en la siguiente tabla. De esta tabla es donde se obtiene el dato de radiación solar diaria que servirá para realizar los cálculos siguientes, que nos ayudará a saber cuál es la cantidad de radiación solar que se tiene en el Ecuador y de esta manera poder realizar el cálculo de los paneles solares que se necesitaría no solo en el caso del gimnasio sino en las aulas y en los talleres que posee la Universidad Politécnica Salesiana, para los cálculos de paneles solares se tomará en cuenta la energía faltante en cada área, con esto lo que se trata de explicar es tratar de crear energía para su suplir su propia demanda de energía, de modo que la radiación solar depende estrictamente del lugar donde se encuentren viviendo las personas interesadas en implementar este tipo de tecnología, como es el caso de la Universidad, que se encuentra en la ciudad de Cuenca - Ecuador y se puede ver en la siguiente tabla:

<sup>17</sup><http://www.world-gazetteer.com/wg.php?x=&men=gcis&lng=en&des=wg&srt=npan&col=abcdefghijklmnoq&msz=1500&geo=-67>

| Month           | Air temperature | Relative humidity | Daily solar radiation - horizontal | Atmospheric pressure | Wind speed | Earth temperature | Heating degree-days | Cooling degree-days |
|-----------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|----------------------|------------|-------------------|---------------------|---------------------|
|                 | °C              | %                 | kWh/m <sup>2</sup> /d              | kPa                  | m/s        | °C                | °C-d                | °C-d                |
| January         | 26.9            | 78.2%             | 5.11                               | 101.1                | 4.3        | 28.6              | 0                   | 524                 |
| February        | 26.9            | 76.9%             | 6.08                               | 101.1                | 3.8        | 28.9              | 0                   | 475                 |
| March           | 27.1            | 77.2%             | 6.18                               | 101.0                | 3.1        | 29.4              | 0                   | 530                 |
| April           | 27.5            | 78.9%             | 5.79                               | 101.0                | 3.6        | 29.9              | 0                   | 524                 |
| May             | 27.9            | 76.8%             | 5.25                               | 100.9                | 5.6        | 29.6              | 0                   | 554                 |
| June            | 27.5            | 76.0%             | 5.10                               | 101.0                | 5.0        | 29.0              | 0                   | 523                 |
| July            | 27.2            | 76.0%             | 5.12                               | 101.0                | 4.7        | 28.8              | 0                   | 531                 |
| August          | 26.9            | 77.7%             | 5.25                               | 101.1                | 4.8        | 28.5              | 0                   | 523                 |
| September       | 26.9            | 78.2%             | 5.28                               | 101.1                | 5.0        | 28.5              | 0                   | 507                 |
| October         | 26.8            | 78.4%             | 5.47                               | 101.1                | 4.9        | 28.5              | 0                   | 520                 |
| November        | 26.7            | 79.8%             | 5.25                               | 101.1                | 4.1        | 28.6              | 0                   | 501                 |
| December        | 26.8            | 79.8%             | 4.97                               | 101.1                | 3.7        | 28.6              | 0                   | 521                 |
|                 |                 |                   |                                    |                      |            |                   |                     |                     |
| <b>Annual</b>   |                 |                   |                                    |                      |            |                   |                     |                     |
|                 | 27.1            | 77.8%             | <b>5.40</b>                        | 101.0                | 4.4        | 28.9              | 0                   | 6233                |
| Measured at (m) |                 |                   |                                    |                      | 10.0       | 0.0               |                     |                     |

 Tabla 2.8: Radiación solar en Cuenca<sup>18</sup>

### 2.9.3. PANELES SOLARES


 Figura 2.8: Panel solar<sup>19</sup>

<sup>18</sup><http://www.world-gazetteer.com/wg.php?x=&men=gcis&lng=en&des=wg&srt=npan&col=abcdefghijklmnoq&msz=1500&geo=-67>

<sup>19</sup><http://casasycarrossolares.wordpress.com/paneles-monocristalinos-2/placa-panel-solar-fotovoltaica-monocristalina-90wp-12v-2/>

Los paneles solares son dispositivos que producen energía eléctrica con corriente continua basado en la extracción de la energía solar.

Los paneles fotovoltaicos están constituidos por diversas celdas que convierten la luz en electricidad. De tal forma que depende del efecto fotovoltaico debido a que la energía luminosa produce cargas positivas y negativas en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente.

Las celdas solares fotovoltaicas, actualmente son la solución para la electrificación de hoy, tienen una amplia ventaja sobre otras alternativas energéticas, no contaminan ni causan ruido alguno, no consumen combustible y no necesitan mantenimiento continuamente, también tienen la ventaja de que funcionan en días nublados, debido a que pueden captar la luz que se filtra por las nubes.

Un panel solar es una colección de celdas solares. Aunque cada celda solar provee una cantidad relativamente pequeña de energía, muchas de estas repartidas en un área grande pueden proveer suficiente energía. Para obtener la mayor cantidad de energía las celdas solares deben apuntar directamente al sol.

#### **2.9.3.1. FUNCIONAMIENTO GENERAL DE LOS PANELES SOLARES**

El funcionamiento es tal que se tiene que captar y transformar los rayos del sol con los paneles solares a energía eléctrica continua, y esta a su vez llevarla al banco de baterías o acumuladores.

Para transformar la corriente continua de 12 o 24 voltios en corriente alterna de 110 voltios, utilizaremos el inversor y de aquí podemos distribuir a través de la red de cableado eléctrico donde tenemos conectado nuestras cargas como: focos, caminadoras, radiograbadoras, refrigeradoras, etc.

### 2.9.3.2. **EMPLAZAMIENTO DE LOS PANELES SOLARES**

En el gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana la opción de colocar los paneles solares sería en el tejado, puesto que es el único lugar donde se podría colocar porque el gimnasio es pequeño y no posee espacio en otro lugar para la colocación de estos.



Figura 2.9: Emplazamiento de Panel Solar<sup>20</sup>

Se debe tomar en cuenta el evitar la fijación del panel sobre una superficie metálica negra expuesta de lleno a la luz solar. Normalmente se trabaja a una temperatura de no superior a los 10 °C por encima de la temperatura ambiental. La temperatura de funcionamiento es un factor a tener en cuenta al instalar un panel solar.

### 2.9.3.3. **REGULADORES SOLARES**

Los reguladores Solares son utilizados puesto que estos aparatos son los encargados de regular la carga de la batería evitando que se sobrecargue, es decir que sea demasiado elevada o demasiado bajo, garantizando la máxima duración de las mismas, así como también evita que se descargue por la noche. También regula el voltaje generado por el sistema fotovoltaico por lo que es necesario darle un mantenimiento correcto de las baterías, Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo. Las pérdidas de energía

<sup>20</sup> <http://www.dantemelano.com.ar/site/index.php/servicios/energia-renovable/>

diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.



Figura 2.10: 40A 48 V Reguladores Solares, 40 Amp. 48 Volt Cargador solar controladores<sup>21</sup>

#### 2.9.3.4. INVERSORES

Los inversores solares fotovoltaicos son inversores de corriente que se utilizan en el sistema fotovoltaico para transformar la Corriente Continua en Corriente Alterna ya que el sistema que se va a utilizar es uso del suministro eléctrico para este caso del gimnasio. Se basan en el empleo de dispositivos electrónicos que actúan a modo de interruptores permitiendo interrumpir las corrientes e invertir su polaridad.

#### 2.9.3.5. BATERÍAS FOTOVOLTAICAS

Las baterías fotovoltaicas son aparatos electroquímicos que transforma energía química en energía eléctrica y son utilizadas para acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad, para poder ocupar en la noche o en días donde no exista sol. Sin las baterías la instalación fotovoltaica no serviría de nada ya que la funcionalidad de estos sistemas depende del almacenamiento de la energía en baterías.

Las baterías más utilizadas son las de Plomo y Acido ya que no son costosas y el mantenimiento no es complicado, estas se deben tener en un lugar fresco, se debe revisar la cantidad de electrolito periódicamente, además, es necesario su

<sup>21</sup><http://es.pvsolarchina.com/40a-48v-reguladores-solares-40amp-48-volt-cargador-solar-controladores.html>

ventilación por desprendimiento de gases. La tensión de cada rejilla o celda es de 2 V. Dentro de este tipo de batería podemos encontrarnos:

- Baterías de plomo-antimonio
- Baterías de plomo-selenio
- Baterías de plomo-calcio

Existen 2 maneras de conectar los bancos de baterías de plomo-acido, que es en serie o en paralelo, la cual se indicará a continuación:

**Conexión en serie:** Esta es la conexión más conocida y sencilla que existe, se conecta el borne de la batería ya sea el positiva o negativa al borne opuesto de otra batería idéntica o de características idénticas ya que si no tienen estas características existirán problemas tanto en la descarga como en la posterior carga, se obtendrá un comportamiento disparejo y esto afectarán el desempeño y la vida útil del conjunto de baterías. Lo que se logra con esta conexión es que se tendrá el doble de tensión y la misma capacidad de cada batería en forma individual. Y si agregamos una batería más a la serie anterior, la tensión resultante será el triple. Y así sucesivamente.

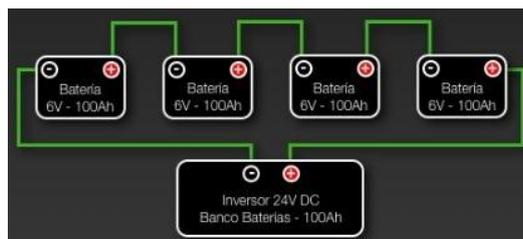


Figura 2.11: Conexión en serie de un Banco de baterías<sup>22</sup>

**Conexión en Paralelo:** La conexión en paralelo se la utiliza cuando no es posible obtener una batería con una capacidad deseada o cuando existe en un determinado modelo o tipo constructivo. Esta conexión se conecta los bornes de la misma polaridad entre las baterías a ser conectadas.

<sup>22</sup> <http://ayudaelectronica.com/conexion-banco-baterias-plomo-acido/>

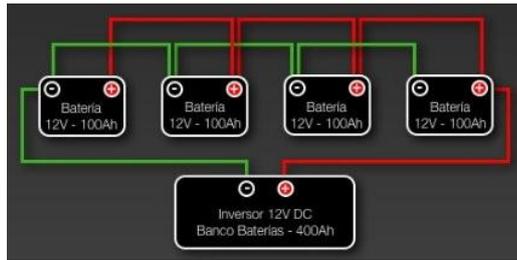


Figura 2.12: Conexión en Paralelo de un banco de baterías<sup>23</sup>

Existen otro tipo de baterías que son las de níquel y cadmio, este tipo de baterías son de mejor rendimiento que las baterías de plomo-acido pero con de elevado costo. Tienen un bajo coeficiente de auto-descarga, la carga ronda el 80%. Este a diferencia de las baterías de plomo-acido sus celdas tienen un voltaje de 1,2V. Tienen un buen rendimiento con temperaturas extremas. La descarga que admiten está sobre el 90% de su capacidad nominal.

Estas baterías no solo se utilizarán en los paneles solares, puesto que se necesita almacenar la energía que generan las bicicletas, las elípticas así como también la energía generada por las baldosas Pavegen.

#### 2.9.4. CÁLCULO DE PANELES SOLARES PARA EL GIMNASIO DE L UPS

A continuación dará conocer la lista de aparatos eléctricos y luego de eso procederá a realizar el cálculo de paneles para producción de energía. En un inicio el cálculo realizado se lo hará con la energía diaria que consume ahora.

Para realizar los cálculos correspondientes del Gimnasio de la UPS se tomo los datos de la energía actual que consumen las cargas de lo cual se pudo obtener los siguientes datos.

Número de paneles<sup>24</sup>:

$$Np = \frac{E}{\eta * Wp * HPS} (7)$$

<sup>23</sup> <http://ayudaelectronica.com/conexion-banco-baterias-plomo-acido/>

<sup>24</sup> <http://www.slideshare.net/pepincaj/sistema-de-generacin-fotovoltaica>

**$N_p$**  = número de paneles

**$E$**  = Energía requerida en Wh

**$\eta$**  = Rendimiento del panel

**$W_p$**  = Watios pico

**$HPS$**  = Radiación solar promedio diaria

Capacidad a almacenar de una batería:

$$Ca = \frac{E}{vb} \quad (8)$$

**$Ca$**  = Capacidad a almacenar

**$E$**  = Energía requerida en Wh

**$Vb$**  = Voltaje de la batería

Número de Baterías:

$$Nb = \frac{Ca}{Ah} \quad (9)$$

**$Nb$**  = Número de baterías

**$Ca$**  = Capacidad a almacenar

**$Ah$**  = Cantidad de amperios hora que suministra las baterías

Datos

- **$E$**  = 24500 Wh en un día
- **$W_p$**  = 240 w de un panel solar
- **$Ah$**  = 100 de la batería
- **$Vb$**  = 24V

Cálculo para una energía requerida con la ecuación (7) con una energía de 24500 Wh

$$Np = \frac{24500}{0.972 * 240 * 5.4}$$

$$Np = 19,44 \approx 20 \text{ Paneles}$$

Cálculo de la capacidad a almacenar con la ecuación (8) es de:

$$Ca = \frac{24500}{24} = 1020,83$$

Cálculo número de paneles con la ecuación (9) es de:

$$Nb = \frac{1020,83}{100}$$

$$Nb = 10$$

| Cálculo de Número de Paneles y Baterías |        |          |
|---|--------|----------|
| Características Principales             |        |          |
| Descripción                             | Unidad |          |
| Potencia del panel                      | 240    | W        |
| Número de paneles                       | 20     | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100 Ah         | 10     | baterías |

Tabla 2.9: Cálculo de paneles y baterías para el gimnasio

Cargas del gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana

| GIMNASIO                  |                      |            |                     |
|---------------------------|----------------------|------------|---------------------|
| Cantidad                  | Equipo               | Potencia W | Potencia W Subtotal |
| 1                         | Equipo de sonido     | 160        | 160                 |
| 1                         | Computadora Portátil | 100        | 100                 |
| 3                         | Caminadoras          | 1440       | 4320                |
| 1                         | Nevera               | 440        | 440                 |
| <b>Potencia Total (W)</b> |                      |            | <b>5020</b>         |

Tabla 2.10: Potencia de las cargas

### 2.9.5. CÁLCULO DE ENERGÍA CON BALDOSAS PAVEGEN Y POWER FLOOR

Para el cálculo del número de baldosas se procederá de la siguiente manera:

$$Pt = Nt * Pi \text{ (10)}$$

**Pt** = Potencia total

**Nt** = Número total de pisadas

**Pi** = potencia generada interna por pisadas 7 J

El número total de pisadas sería:

$$Nt = N * t \text{ (11)}$$

**N** = Número de pisadas

**t** = Tiempo de utilización de una baldosa

Y la potencia en Joule expresado en energía eléctrica watio hora es:

$$Ep = Pt * \frac{1Wh}{3600J} \text{ (12)}$$

**Ep** = Energía generada por baldosa

**t** = Tiempo de utilización estimado de la baldosa

**3600 J** = 1 Wh Unidad de potencia expresada en energía eléctrica watio hora.

Cálculo de energía generada promedio por una baldosa Pavegen con unos 18 pasos por minuto con promedio en una hora de utilización de las baldosas.

Para el cálculo total de pisadas se utiliza la ecuación (11) y se tiene:

$$Nt = 18 * 60$$

$$Nt = 1080$$

La potencia en Joules se calcula con la ecuación (10) y queda como:

$$Pt = 1080 * 7 = 7560J$$

De modo que la potencia la obtenemos con la formula (12) y se tiene lo siguiente:

$$Ep = 7560 * \frac{1Wh}{3600J}$$

$$Ep = 2.1 Wh$$

Esta es la energía generada por una baldosa Pavegen con la utilización de una baldosa en una hora.

Cálculo con una baldosa Powerfloor con 18 pisadas, potencia de 5J, en una hora con las ecuaciones (10), (11) y (12), teniendo los siguientes datos.

$$Nt = 1080$$

$$Pt = 1080 * 5 = 5400J$$

$$Ep = 5400J * \frac{1Wh}{3600J} = 1.5 Wh$$

## CAPÍTULO 3

### 3. AULAS VERDES

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

El capítulo presente está basado en las aulas que posee la Universidad Politécnica Salesiana, como se mencionó en el capítulo 1 tiene diferentes características que en los otros edificios, el edificio que se analizará en este capítulo es el edificio Mario Rizzini, ya que el edificio Guillermo Mensi por ser nuevo ya tiene en sus instalaciones los sensores de movimiento, contiene PLCs, que hace que las luces se enciendan en determinado horario, en este caso ya es un edificio inteligente.

El edificio Mario Rizzini posee alrededor de 36 aulas, 16 servicios higiénicos, 2 salas de uso múltiple, 6 aulas de proyección, por lo que todo el edificio tiene similares características por lo que la energía en un aula será el similar a las demás.

Se realizará un estudio para conocer si necesario la colocación de plc en el edificio, ya que existe demasiado gasto de energía en las aulas debido a que en un gran porcentaje de tiempo pasan encendidas las luces de las aulas y no existe un control para este inconveniente, así como también a la hora de salida, el guardia encargado de este edificio, apaga las luces de las aulas debido a que los alumnos no dejan apagando al momento de salir de las aulas.

También se realizará el análisis para la colocación de las baldosas Pavegen, ya que los pasillos, y las gradas son lugares concurridos por los alumnos, lo cual nos ayudará a la generación de energía limpia. Otro estudio que también se realizará es la colocación de paneles solares, ya que estos ayudarán en un gran porcentaje para la generación de energía, la colocación de estos paneles se lo indicará posteriormente en el presente capítulo.

### 3.2. EDIFICIO MARIO RIZZINI



Figura 3.1: Edificio Mario Rizzini

El edificio Mario Rizzini es uno de los nuevos edificios creados por la Universidad Politécnica Salesiana, su fin es solo para las aulas, por esta razón consta de 36 aulas, 17 servicios higiénicos, 9 bodegas, 6 salas de uso múltiple, 3 auditorios o aulas magnas.

Este edificio se encuentra alimentado por el transformador 1860 P de 300 KVA que se encuentra emplazada en el sótano, por la parte baja del taller de electricidad, el transformador posee las siguientes características.

| FICHA DEL TRANSFORMADOR                  |                       |  |                           |                                  |
|--|-----------------------|--|---------------------------|----------------------------------|
| Laboratorio de Transformadores           |                       |  |                           |                                  |
| EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR CA |                       |  |                           |                                  |
| NUMERO:<br>1860                          | P                     | Propietario: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA |                           |                                  |
| Marca<br>TRANSUNEL                       | Potencia (kVA)<br>300 | No. Fabrica<br>P03876G                         | Año Fabricación<br>1978   | Año Compra<br>1978               |
| No. Fases:<br>3                          | Primario              |  | Secundario                | Volumen Aceite (lt):<br>0        |
| Frecuencia (Hz):<br>60                   | Voltaje (kV/V):       | 22,0   | 220                       | Peso Aceite (kg):<br>0           |
| Reactancia (%):<br>4                     | Corrientes(kA/A):     | 7,9  | 788,2                     | Peso Total (kg):<br>0            |
| BIL (kV)                                 | Pérdidas (W) (%)      |  | Tipo de Protección: C     | Conexión: DYN5                   |
| Alta Tensión:<br>150                     | Vacio:                | 0  | Taps:<br>2,5              | Tipo de Estación:<br>Cabina      |
| Baja Tensión:<br>30                      | Carga:                | 0  | Aislamiento: <sup>A</sup> | Enfriamiento<br>N                |
|  | Totales:              | 0  | 0,00                      | Clase:<br>Altura (msnm):<br>3000 |

Figura 3.2: Ficha Técnica del Transformador 1860

Este transformador no solo alimenta al edificio Mario Rizzini sino que también alimenta al edificio Cornelio Merchán y a sus Laboratorios, los cuales serán analizados en el capítulo 4 de esta investigación.

Cada aula que tiene el edificio Mario Rizzini está diseñada para 33 alumnos para que exista la comodidad tanto para los alumnos como para el profesor, con mesas y sillas que sean las adecuadas y que se encuentran en buen estado para los alumnos.



Figura 3.3: Aulas del Edificio Mario Rizzini

También cuenta con 4 servicios higiénicos, 2 para damas y 2 para caballeros por piso que se encuentran en las esquinas de cada planta del edificio. De igual manera, las bodegas se encuentran en los lados posteriores de cada planta del edificio, que son utilizados por el personal de limpieza de la Universidad Politécnica Salesiana.

### 3.3. EDIFICIOS INTELIGENTES

Actualmente existen los llamados edificios inteligentes, y se encuentran en pleno auge debido a que existen muchas maneras de cuidar al planeta y que gracias a la tecnología, las personas tengan mayor comodidad en su ambiente de trabajo, o en sus hogares, o a cualquier lado que vayan, por esta razón los edificios inteligentes son una integración de construcción, tecnología y sistemas de energía.

Los edificios inteligentes no solo se basan en la instalación eléctrica del edificio, como es la colocación de sensores, sino también se preocupan en la seguridad de estos, ya que se colocan las alarmas contra incendios, etc. Actualmente son muy

tomados en cuenta ya que ayudan a los propietarios, operadores y ocupantes, a realizar sus propósitos en términos de:

- costo,
- confort,
- comodidad,
- seguridad,
- flexibilidad y
- comercialización.

Estudios realizados, indican que a nivel mundial los edificios representan más o menos un 40% del total de consumo de energía por lo que esto contribuye a un porcentaje elevado e emisiones de carbono al medio ambiente.

Los edificios inteligentes no son muy explotados en la actualidad, debido a que los dueños de estos no son conscientes del impacto ambiental que causan las emisiones de carbono, tampoco saben que se puede reducir el consumo de energía eléctrica, por ende el costo de la energía que pagarían en su planilla mensual. Estos edificios pueden estar equipados con sensores y controles, pero los dueños de los edificios aún no están dispuestos a realizar el costo de inversión inicial que se debe tener al realizar este tipo de edificios, debido a que no saben que en un futuro será recobrada esta inversión.

En el caso de la Universidad Politécnica Salesiana, se sabe que su instalación eléctrica ya está realizada, por lo que se debería analizar las maneras para transformar en un edificio inteligente sin modificar su instalación, en este caso primero se debe analizar la cantidad de cargas instaladas que se tiene en el edificio ya que existe un gran porcentaje de carga desperdiciada y una manera con la que se podría ahorrar es mediante un control por medio de PLCs, también se analizará el cambio de luminarias, ya que hoy en día existen varias marcas, varios tipos de iluminación y que servirían para el ahorro energético en el edificio, de igual manera la colocación de baldosas Inteligentes y lo paneles solares para la generación de energía limpia.

### 3.3.1.OBJETIVOS DE LOS EDIFICIOS INTELIGENTES

Existen 4 tipos de objetivos en un edificio inteligente que sirve tanto para los ocupantes como para el dueño del edificio que son:

- Arquitectónicos
- Tecnológicos
- Ambientales
- Económicos

#### 3.3.1.1.ARQUITECTÓNICOS

Un edificio inteligente debe cumplir con ciertos requisitos en la arquitectura del edificio, ya que siempre se debe satisfacer las necesidades de las personas que ocupan y ocuparán el edificio, al igual que las necesidades de los propietarios de este.

- La flexibilidad, tanto en la estructura como en los sistemas y servicios.
- El diseño arquitectónico adecuado y correcto.
- La funcionalidad del edificio.
- La modularidad de la estructura e instalaciones del edificio.
- Mayor confort para el usuario.
- La no interrupción del trabajo de terceros en los cambios o modificaciones.
- El incremento de la seguridad.
- El incremento de la estimulación en el trabajo.

En el caso de la Universidad Politécnica Salesiana se tiene ya realizada la arquitectura, y los espacios, las aulas, pasillos, baños, etc., tienen lo necesario, por lo que no se enfocará en el diseño de este punto, lo que si se debe tener en cuenta es que el edificio Mario Rizzini que el edificio que se encuentra en análisis no cuenta con la seguridad adecuada como ya posee el edificio Cornelio Merchán por lo que si se procederá hacer un breve análisis de este punto para este edificio, al igual que para el edificio Guillermo Mensi. En muchos casos en un edificio se habla sobre la temperatura adecuada pero en el caso de la Universidad Politécnica Salesiana sede

Cuenca no necesita ningún tipo de aire acondicionado ni nada similar, ya que el clima de la ciudad no es muy elevado para la instalación de estos dispositivos, de la misma manera no existe demasiado alumnado por cada aula, ya que los directores de la Universidad se encargan de colocar la cantidad adecuada de alumnos por aula, para que no se tenga ningún tipo de incomodidad ni para los alumnos ni para el profesor encargado.

#### **3.3.1.2. TECNOLÓGICOS**

Para el caso de caso de la parte tecnológica que debería tener un edificio inteligente se debe tener en cuenta:

- La disponibilidad de medios técnicos avanzados de telecomunicaciones.
- La automatización de las instalaciones.
- La integración de servicios

#### **3.3.1.3. AMBIENTALES**

Este es el punto más importante ya que en este caso la transformación de la UPS en una universidad energéticamente verde, en el caso de las aulas verdes se debe tener muy en cuenta el cuidado del medio ambiente y el ahorro energético que se llegaría a tener.

#### **3.3.1.4. ECONÓMICOS**

Como se ha mencionado con anterioridad para la transformación de este edificio con aulas se debe tener en cuenta muchos aspectos, pero en especial para los administradores de la Universidad Politécnica Salesiana ya que se necesitará un elevado costo para la transformación, pero a continuación se darán las características económicas que se tendrán a largo plazo con dicha transformación:

- Reducción de los altos costos de operación y mantenimiento.
- Beneficios económicos para la cartera del potencial cliente.
- Incremento de la vida útil del edificio.
- La posibilidad de cobrar precios más altos por la renta o venta de espacios.
- La relación costo-beneficio.

- El incremento del prestigio de la Universidad ya que no existe ninguna otra que tenga algún mecanismo para el ahorro energético.

### **3.4. ILUMINACIÓN**

Para el caso de la iluminación en las aulas del edificio Mario Rizzini se hará el análisis necesario, ya que en todas las aulas se tiene colocado las lámparas de 2x32w y en la actualidad existen otro tipo de iluminación que consumen mucho menos y se podría llegar a tener una mejor iluminación dentro del aula que sería mucho mejor tanto para los alumnos como para el profesor.

Hoy en día existen varios tipos de fuentes de luz, pero solo el 30% de la energía consumida para la iluminación se utiliza para generar luz, el resto se desperdicia en forma de calor. En el caso de las lámparas incandescentes, estas consumen un 45% de toda la energía de iluminación y sin embargo produce solo el 14% de la luz. En cambio las lámparas fluorescentes que son las que se utilizan en la Universidad Politécnica Salesiana son cuatro veces más eficientes que las incandescentes pero igual existe un porcentaje de energía que se desperdicia transformándose en calor

En la actualidad se ha mejorado mucho el uso de los nuevos tipos de iluminación, en la actualidad se sabe sobre las lámparas led, que en el país se encuentra en pleno auge, pero también existen otro tipos de iluminación que no se han escuchado como son las lámparas OLED (organic light emitting diode), también se sabe ahora sobre las lámparas llamadas BELENUS puesto que estas son lámparas creadas por un español y en sus especificaciones técnicas nos dicen que estas lámparas duran toda la vida.

A continuación se hará un análisis más detallado sobre estos dos tipos de luminarias ya que se debe escoger cual sería la mejor opción para reemplazar las luminarias en las aulas de la Universidad Politécnica Salesiana.

### 3.4.1. LÁMPARAS OLED

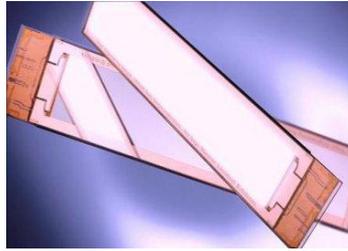


Figura 3.4: Lámparas OLED<sup>25</sup>

Las lámparas OLED (diodo emisor de luz orgánico) (organic light emitting diode) este tipo de lámparas están formadas por un material de emisión orgánica, por esa razón su nombre, su alimentación es mediante corriente alterna. Estas lámparas también se las pueden recargar mediante un puerto USB, y miden más o menos 146 x 100 x 18.5 mm y pesan 180 gramos sin baterías<sup>26</sup>. Funcionan a voltajes muy bajos, del orden de 3 a 5 V.

Este tipo de iluminación produce una emisión de luz mucho más simpática y agradable, haciendo que las personas u objetos que se encuentren dentro de una habitación sean iluminados uniformemente sin sentir el calor que producen los otros tipos de lámparas, así como también evitan el cansancio en la vista, sombras molestas, etc.

Estudios realizados sobre los OLED se indica que la cantidad de energía eléctrica necesaria para la iluminación se reduce en un 50% de la deseada, haciendo que exista un ahorro monetario, un ahorro de la energía consumida haciendo que exista menos contaminación de agua y aire. Según estimaciones, el uso de electricidad se puede reducir en un 50% en el año 2020, ahorrando a la atmosfera unos 45 millones de toneladas de emisiones de carbono al año, dependiendo de la rapidez con la que se produzcan los cambios.<sup>27</sup>

<sup>25</sup> <http://www.ecologismo.com/2010/01/08/oled-tecnologia-que-reemplazara-las-bombillas-de-luz/>

<sup>26</sup> <http://www.ecologiahoy.com/toshiba-dona-lamparas-oled-para-japon>

<sup>27</sup> [http://lighting.sandia.gov/lightingdocs/OIDA\\_SSL\\_OLED\\_Roadmap\\_Full.pdf](http://lighting.sandia.gov/lightingdocs/OIDA_SSL_OLED_Roadmap_Full.pdf)

Otra ventaja de los OLED es que podrían depositarse sobre cualquier material: vidrio, cerámica, metal, delgadas láminas de plástico, telas, sustratos flexibles y confortables etc., por lo tanto, podrían fabricarse en cualquier forma y diseño. Esto abrirá nuevas posibilidades de diseño y arquitectura. Los Oled tienen las siguientes características:

- Brillante, de bajo consumo y agradable emitiendo luz blanca.
- Ultra-delgado, ligero, resistente y adaptable

Las desventajas de los OLED es que su tiempo de vida es muy baja puesto que tienen una duración cercana a las 14.000 horas, y utilizados en tecnología de la construcción de televisores su duran alrededor de unas 35.000 horas, por lo que se debería analizar cuál sería la mejor opción para el cambio de luminarias. Otra desventaja de estas luminarias es que aun no están muy bien diseñadas por lo que todavía existen algunos defectos en los colores o poco de tiempo de vida útil en ciertos colores, pero en este caso no se utilizarán colores sino solo la luz blanca. También cabe recalcar que no se encuentran fácilmente para su comercialización por lo que es una tecnología nueva.

Estas lámparas no se las encuentran con facilidad debido a que todavía se encuentran realizando estudios para el mejoramiento del tiempo de vida, actualmente la empresa OSRAM la comercializa a un precio de \$89,045<sup>28</sup>, en las especificaciones técnicas que brinda el fabricante indica que esta bombilla tiene una potencia de 0,71<sup>29</sup> w con una eficiencia lumínica de 23 lm/w<sup>30</sup>

---

<sup>28</sup> <http://cl.rsdelivers.com/product/osram/cdw-031/orbeos-warm-white-oled-lighting-tile/6925330.aspx>

<sup>29</sup> <http://cl.rsdelivers.com/product/osram/cdw-031/orbeos-warm-white-oled-lighting-tile/6925330.aspx>

<sup>30</sup> <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0d96/0900766b80d967e8.pdf>

### 3.4.2. LÁMPARAS BELENUS

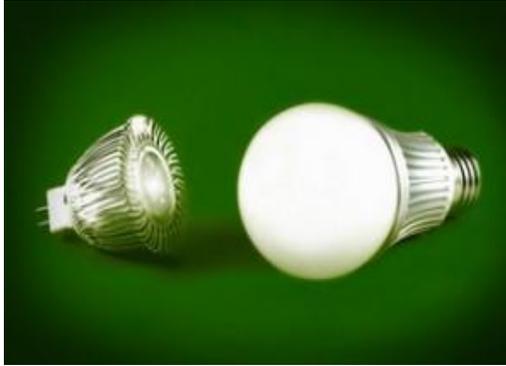


Figura 3.5: Bombillas Belenus (Bombillas de OEP Electric. Cortesía de la empresa)<sup>31</sup>

Las lámparas Belenus son creadas por el español Benito Muros, tras 10 años de investigación, basándose en la bombilla que se encuentra en el parque de bomberos de la ciudad de Livermore, en este parque existe una bombilla que permanece encendida desde hace más de 111 años de forma ininterrumpida, pero que no existe ningún tipo de registro sobre la creación de esta. La bombilla está basada en la no obsolescencia programada, es decir, no está diseñada para que deje de funcionar en un tiempo determinado. No contiene hierro carbónico, por lo que no se producen micro-roturas, causas que motivan a la fundición. Según su creador esta bombilla ayudará a ahorrar hasta un 92% de electricidad, emiten hasta un 70% menos de CO<sub>2</sub> y se encuentra a la venta por internet, su precio está alrededor de \$26 euros<sup>32</sup> que equivalen a \$32,2504 dólares, estas “consumen 6 vatios que corresponde a una bombilla incandescente de 60 W”<sup>33</sup> están basadas en la tecnología LED, también existen tubos fluorescentes y otras bombillas de la misma marca.

<sup>31</sup> <http://ecoguiaemporda.com/econoticias-noticias-mediambiente-ecologia-sostenibilitat-contaminacio/64-noticies/2342-bombillas-sin-obsolencia-programada.html>

<sup>32</sup> <http://www.faunatura.com/bombilla-eterna.html>

<sup>33</sup> <http://www.larazon.es/noticia/6118-podra-dejar-la-bombilla-eterna-en-herencia>



Figura 3.6: Tipos de bombillas BELENUS<sup>34</sup>

De igual manera se indican en algunos sitios de internet que esta bombilla no es del todo cierta, y que solo se trata de una bombilla LED normal, debido a que todo tiene su tiempo de vida útil y que esta no es verdadera, pero su creador Benito Muros indica todo lo contrario, esto no se puede afirmar o negar puesto que esa bombilla es nueva y recién salió al mercado, pero si tiene bastante acogida por parte de las personas, su venta como se indicó anteriormente es solo mediante internet debido a que las ferreterías o los comerciantes no les beneficia este tipo de mercado ya que solo se venderán una sola vez y esto no les resultaría económicamente.

### 3.5. DIVISIÓN DE ÁREAS DEL EDIFICIO

La Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca consta de varios edificios como se indicó en el capítulo 1 por lo que en este capítulo se procederá a realizar el análisis correspondiente para el edificio Mario Rizzini, para el cual se hará un análisis para conocer la cantidad exacta de aulas que posee el edificio, la cantidad de servicios higiénicos, aulas magna y aulas de audiovisuales.

En este edificio consta con 4 plantas, las 3 primeras son exclusivas para las horas de clase, y el último piso se encuentran las aulas magnas y las salas de uso múltiplo, y en cada piso cuenta con 4 servicios higiénicos, teniendo:

<sup>34</sup> <http://www.opelectrics.com/bomillas-led.html>

|          | Aulas | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas |
|----------|-------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|
| Planta 1 | 12    | 5                    | 0           | 0             | 1       | 1      | 4       |
| Planta 2 | 12    | 4                    | 0           | 0             | 1       | 1      | 2       |
| Planta 3 | 12    | 4                    | 0           | 0             | 1       | 1      | 2       |
| Planta 4 | 0     | 4                    | 3           | 6             | 1       | 0      | 1       |

Tabla 3.1: Número de aulas, servicios higiénicos, etc., por cada planta

### 3.6. ENERGÍA CONSUMIDA POR LA ILUMINACIÓN EN EL EDIFICIO MARIO RIZZINI

Para el análisis de la energía consumida por parte de la iluminación se tendrá en cuenta la división que se realizó al edificio, puesto que cada área tiene diferentes números de lámparas y para mayor facilidad de cálculo.

Primero se analizará la cantidad de lámparas que existe por área para conocer el total de lámparas que se necesitará para el cambio, de igual manera se conocerá el tipo de luminarias que ya se tiene colocado para conocer el ahorro energético que se obtendría al colocar una nueva iluminación, por lo que se tiene que:

|          | Por Cada Aula | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas |
|----------|---------------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|
| Planta 1 | 6             | 1                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 1       |
| Planta 2 | 6             | 1                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 1       |
| Planta 3 | 6             | 1                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 1       |
| Planta 4 | 0             | 1                    | 26          | 6             | 26      | 0      | 1       |

Tabla 3.2: Número de lámparas por área de cada planta

|                          | Aulas | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas | Total      |
|--------------------------|-------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|------------|
| Planta 1                 | 72    | 5                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 4       | 109        |
| Planta 2                 | 72    | 4                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 2       | 106        |
| Planta 3                 | 72    | 4                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 2       | 106        |
| Planta 4                 | 0     | 4                    | 78          | 36            | 26      | 0      | 1       | 145        |
| <b>Total de lámparas</b> |       |                      |             |               |         |        |         | <b>466</b> |

Tabla 3.3: Número total de lámparas

Se debe tener en cuenta que las aulas magnas tienen 26 luminarias llamadas ojos de buey, pero este análisis solo es para conocer la cantidad de luminarias que posee el edificio Mario Rizzini.

A continuación se dará un detalle sobre el consumo que se tiene en el edificio Mario Rizzini por parte de la iluminación, para posteriormente conocer cuál sería el ahorro energético que se tendría al colocar las luminarias, ya sean los oled o las Belenus.

|                             | Aulas | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas | Total |
|-----------------------------|-------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|-------|
| Planta 1                    | 5760  | 400                  | 0           | 0             | 2080    | 160    | 320     | 8720  |
| Planta 2                    | 5760  | 320                  | 0           | 0             | 2080    | 160    | 160     | 8480  |
| Planta 3                    | 5760  | 320                  | 0           | 0             | 2080    | 160    | 160     | 8480  |
| Planta 4                    | 0     | 320                  | 0           | 2880          | 2080    | 0      | 80      | 5360  |
| Potencia en Iluminación (W) |       |                      |             |               |         |        |         | 31040 |

**Tabla 3.4: Potencia de la iluminación en el edificio Mario Rizzini (excepción de aulas magnas)**

En la tabla 3.4 que se presentada con anterioridad se hace el análisis de la energía consumida por cada planta solo con los circuitos de iluminación pero no se toma en cuenta las 3 aulas magnas ya que estas poseen una iluminación diferente y no se modificará estas aulas, porque las bombillas que se encuentran aquí son las llamadas Ojos de Buey y son utilizados en una iluminación especial.

Como se muestra en tablas anteriores existen 3 aulas magnas, de iguales características, en ellas hay 26 ojos de bey, y cada uno consumo 60 W por lo que se tiene un consumo de

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| POTENCIA DE AULAS MAGNA: | 4680 W |
|--------------------------|--------|

Teniendo un consumo total por parte de la iluminación de:

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| POTENCIA TOTAL DE ILUMINACIÓN: | 35720 W |
|--------------------------------|---------|

Eso se tendría si toda la iluminación de todo el edificio estaría prendida, cosa que no sucede, por lo que se analizará cada cuanto se prenden las luces y de cuales aulas específicamente.

Para el caso de los circuitos de fuerza se tiene que en todas las aulas se tienen 2 tomacorrientes, pero para mayor visualización se tiene que:

|          | Por Cada Aula | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas |
|----------|---------------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|
| Planta 1 | 2             | 0                    | 0           | 0             | 0       | 0      | 1       |
| Planta 2 | 2             | 0                    | 0           | 0             | 0       | 0      | 1       |
| Planta 3 | 2             | 0                    | 0           | 0             | 0       | 0      | 1       |
| Planta 4 | 0             | 0                    | 5           | 2             | 0       | 0      | 1       |

Tabla 3.5: Número de tomacorriente por área de cada planta

|                                | Aulas | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas | Total |
|--------------------------------|-------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|-------|
| Planta 1                       | 24    | 0                    | 0           | 0             | 0       | 0      | 4       | 28    |
| Planta 2                       | 24    | 0                    | 0           | 0             | 0       | 0      | 2       | 26    |
| Planta 3                       | 24    | 0                    | 0           | 0             | 0       | 0      | 2       | 26    |
| Planta 4                       | 0     | 0                    | 15          | 12            | 0       | 0      | 1       | 28    |
| <b>Total de Tomacorrientes</b> |       |                      |             |               |         |        |         | 108   |

Tabla 3.6: Número total de tomacorrientes

De igual manera que en la iluminación en las aulas magnas estas tienen 5 tomacorrientes por ser aulas especiales. Pero eso si fue tomado en cuenta en la tabla indicada con anterioridad.

Para el análisis de la cantidad de energía consumida en los circuitos de fuerza no es posible, ya que siempre es variante debido a que no se conoce cuántas computadoras portátiles son conectadas o cuánto tiempo son utilizadas, por esta razón se analizará con los datos obtenidos con el **Medidor de la Calidad de Energía FLUKE** que ayudará a obtener la cantidad de energía consumida por el edificio

### 3.7. AHORRO EN CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN

El presente análisis se hará para conocer con cual sería mejor el ahorro energético que se obtendrá al momento de cambiar el tipo de luminarias ya sea con las lámparas OLED o con las bombillas BELENUS, para saber cuál sería la mejor opción para luego realizar el análisis económico en el capítulo 6.

### 3.7.1. ANÁLISIS CON LÁMPARAS BELENUS

Como ya se mencionó con anterioridad las lámparas Belenus consumen 6 W que representa a un foco de 60 w, por lo que se realizará el análisis con esta potencia, pero duplicando la cantidad de focos, ya que para las aulas se necesita una iluminación que no afecte a la vista de los alumnos o de los profesores. Por lo que aumentando la cantidad de focos en cada aula se tendría:

|          | Por Cada Aula | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas |
|----------|---------------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|
| Planta 1 | 12            | 2                    | 0           | 0             | 52      | 4      | 8       |
| Planta 2 | 12            | 2                    | 0           | 0             | 52      | 4      | 4       |
| Planta 3 | 12            | 2                    | 0           | 0             | 52      | 4      | 4       |
| Planta 4 | 0             | 2                    | 0           | 12            | 52      | 0      | 2       |

Tabla 3.7: Nueva cantidad de focos por área al cambiar de luminarias

|                   | Aulas | servicios Higiénicos | aulas magna | audiovisuales | pasillo | gradas | Bodegas | total |
|-------------------|-------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|-------|
| Planta 1          | 144   | 10                   | 0           | 0             | 52      | 4      | 8       | 218   |
| Planta 2          | 144   | 8                    | 0           | 0             | 52      | 4      | 4       | 212   |
| Planta 3          | 144   | 8                    | 0           | 0             | 52      | 4      | 4       | 212   |
| Planta 4          | 0     | 8                    | 0           | 72            | 52      | 0      | 2       | 134   |
| Total de lámparas |       |                      |             |               |         |        |         | 776   |

Tabla 3.8: Nueva cantidad de focos por área al cambiar de luminarias

Como se observa no se ha tomado en cuenta la iluminación de las aulas magna por lo que tienen diferente tipo de bombillas como se mencionó con anterioridad.

A continuación se hará el análisis de energía consumida con las nuevas lámparas para conocer el ahorro energético que se obtendrá con las lámparas Belenus para conocer si existe o no un ahorro energético al momento de cambiar realizar el cambio de bombillas.

|                                    | Aulas | Servicios<br>Higiénicos | Aulas<br>Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas | Total       |
|------------------------------------|-------|-------------------------|----------------|---------------|---------|--------|---------|-------------|
| <b>Planta 1</b>                    | 864   | 60                      | 0              | 0             | 312     | 24     | 48      | 1308        |
| <b>Planta 2</b>                    | 864   | 48                      | 0              | 0             | 312     | 24     | 24      | 1272        |
| <b>Planta 3</b>                    | 864   | 48                      | 0              | 0             | 312     | 24     | 24      | 1272        |
| <b>Planta 4</b>                    | 0     | 48                      | 0              | 432           | 312     | 0      | 12      | 804         |
| <b>Potencia en Iluminación (W)</b> |       |                         |                |               |         |        |         | <b>4656</b> |

Tabla 3.9: Potencia con lámparas Belenus

Si se toma en cuenta la tabla con la cantidad de potencia en la actualidad se tiene que el edificio posee una carga de 31040 w sin tomar en cuenta las aulas magnas, y si se hace el cambio de luminarias, duplicando el número de focos en todo el edificio se tendría una potencia de 4646 w, teniendo un ahorro de 26192 w que es un valor bastante considerable que la Universidad ahorraría en potencia eléctrica por parte de las luminarias del edificio Mario Rizzini.

Tomando en cuenta las aulas magnas tiene un potencia de 4680 W, con lo que se tendría una potencia total de:

**Potencia total:            9336    w**

Que tomando en cuenta con los valores anteriormente obtenidos que consume actualmente el edificio Mario Rizzini son bastante significativos y si existiría el ahorro energético que se plantea en esta investigación.

### 3.7.2. ANÁLISIS CON LÁMPARAS OLED

Para el caso de las lámparas OLED se tiene que este tipo de iluminación posee una potencia de 0.71 w, con una duración de 14.000 horas y una eficiencia luminosa de 23 lm/w

A continuación se realizará el análisis como se hizo en el caso de las bombillas Belenus, sin tomar en cuenta las aulas magna, en este caso no se duplicarán las bombillas porque las lámparas OLED tienen una mayor área de cubrimiento que las lámparas Belenus.

|          | Por Cada Aula | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas |
|----------|---------------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|
| Planta 1 | 6             | 1                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 1       |
| Planta 2 | 6             | 1                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 1       |
| Planta 3 | 6             | 1                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 1       |
| Planta 4 | 0             | 1                    | 0           | 6             | 26      | 0      | 1       |

Tabla 3.10: Número de luminarias por cada área

|                          | Por Cada Aula | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas | Total      |
|--------------------------|---------------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|------------|
| <b>Planta 1</b>          | 72            | 5                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 4       | 109        |
| <b>Planta 2</b>          | 72            | 4                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 2       | 106        |
| <b>Planta 3</b>          | 72            | 4                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 2       | 106        |
| <b>Planta 4</b>          | 0             | 4                    | 0           | 36            | 26      | 0      | 1       | 67         |
| <b>Total De Lámparas</b> |               |                      |             |               |         |        |         | <b>388</b> |

Tabla 3.11: Número total de luminarias por cada planta

Una vez realizado el análisis del número de luminarias, se procederá a realizar los cálculos correspondientes para conocer el ahorro energético que tiene el colocar las luminarias Oled en vez de las bombillas fluorescentes compactas que se encuentran instaladas en la actualidad no solo en el edificio Mario Rizzini sino en todos los edificios de la Universidad Politécnica Salesiana.

|                                    | Aulas | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas | Total         |
|------------------------------------|-------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|---------------|
| <b>Planta 1</b>                    | 51,12 | 3,55                 | 0           | 0             | 18,46   | 1,42   | 2,84    | 77,39         |
| <b>Planta 2</b>                    | 51,12 | 2,84                 | 0           | 0             | 18,46   | 1,42   | 1,42    | 75,26         |
| <b>Planta 3</b>                    | 51,12 | 2,84                 | 0           | 0             | 18,46   | 1,42   | 1,42    | 75,26         |
| <b>Planta 4</b>                    | 0     | 2,84                 | 0           | 25,56         | 18,46   | 0      | 0,71    | 47,57         |
| <b>Potencia en Iluminación (W)</b> |       |                      |             |               |         |        |         | <b>275,48</b> |

Tabla 3.12: Potencia total por la iluminación con lámparas OLED

En este caso se tiene una potencia de 275,48 W a excepción de la iluminación de la iluminación en las Aulas magnas, ya que como se indicó en párrafos anteriores este es una iluminación especial, teniendo este una potencia de 4680 W en total.

**Potencia Total: 4955,48 W**

Si se hace relación con el consumo que actualmente se tiene en el edificio Mario Rizzini el cual es de **35.720 W** la potencia que se tendría al colocar lámparas OLED que es de **4.955,48 W** se tendría un ahorro energético de:

**Ahorro de potencia      30764,52 W**

El cual sería mucho más significativo que el que se tendría con las lámparas Belenus, pero se realizará el análisis correspondiente en el capítulo 5 para conocer cuál sería la mejor opción en el caso de las luminarias en el edificio Mario Rizzini.

En el caso en la iluminación Oled se conoce que pueden llegar a ser de un tamaño considerable y con un brillo mucho mejor que la bombillas Belenus, por lo que también se analizará para colocar estas lámparas en las aulas magnas y conocer cuál sería el ahorro energético total.

|                 | Por Cada Aula | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas |
|-----------------|---------------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|
| <b>Planta 1</b> | 6             | 1                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 1       |
| <b>Planta 2</b> | 6             | 1                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 1       |
| <b>Planta 3</b> | 6             | 1                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 1       |
| <b>Planta 4</b> | 0             | 1                    | 26          | 6             | 26      | 0      | 1       |

Tabla 3.13: Número de lámparas por área de cada planta

|                          | Por Cada Aula | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas | Total |
|--------------------------|---------------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|-------|
| <b>Planta 1</b>          | 72            | 5                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 4       | 109   |
| <b>Planta 2</b>          | 72            | 4                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 2       | 106   |
| <b>Planta 3</b>          | 72            | 4                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 2       | 106   |
| <b>Planta 4</b>          | 0             | 4                    | 78          | 36            | 26      | 0      | 1       | 145   |
| <b>Total De Lámparas</b> |               |                      |             |               |         |        |         | 466   |

Tabla 3.14: Número total de lámparas por cada planta

De igual manera se realizará el cálculo con una potencia de 0,71 W que es lo que consume las lámparas OLED.

|                                    | Aulas | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas | Total         |
|------------------------------------|-------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|---------------|
| <b>Planta 1</b>                    | 51,12 | 3,55                 | 0           | 0             | 18,46   | 1,42   | 2,84    | 77,39         |
| <b>Planta 2</b>                    | 51,12 | 2,84                 | 0           | 0             | 18,46   | 1,42   | 1,42    | 75,26         |
| <b>Planta 3</b>                    | 51,12 | 2,84                 | 0           | 0             | 18,46   | 1,42   | 1,42    | 75,26         |
| <b>Planta 4</b>                    | 0     | 2,84                 | 55,38       | 25,56         | 18,46   | 0      | 0,71    | 102,95        |
| <b>Potencia en Iluminación (W)</b> |       |                      |             |               |         |        |         | <b>330,86</b> |

Tabla 3.15: Potencia con nueva iluminación

En este caso se tiene una potencia total de 330,86 W por todo el edificio, a comparación con la potencia actual que es de 35.720 W se tendría un ahorro energético de un 99.07% de consumo por parte de la iluminación, lo cual es un valor demasiado considerable.

### 3.8. ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS PAVEGEN

Las baldosas llamadas Pavegen como se indicó con anterioridad, son una nueva tecnología que se encuentran realizando, actualmente se encuentran colocadas en cierto lugares de Londres y este año se lo colocará en los juegos olímpicos en la entrada al estadio el exterior del Westfield Stratford City, esta idea es dada mediante el proyecto de Johnny Walker “Keep Walking” que hizo que muchos de sus seguidores en Facebook votaron para que este proyecto gane.

En un reportaje realizado por la National Geographic dice que Kemball-Cook el inventor de esta baldosa nos indica que el área de esta baldosa es de 60 x 45 cm<sup>35</sup> y que llega a generar 2.1 Wh<sup>36</sup> en una hora con 18 pisadas promedio por minuto por una baldosa, teniendo esta información se puede hacer el cálculo para conocer cuántas baldosas se necesitaría para cada pasillo y la potencia que podría llegar a generar.

En el área que tienen los pasillos se ha tomado en cuenta donde más gente camina. Esto ayudará a conocer la cantidad de baldosas Pavegen que se tendría que colocar en los pasillos del edificio Mario Rizzini

El área de los pasillos del edificio Mario Rizzini, es de:

<sup>35</sup> <http://www.nationalgeographic.es/noticias/medio-ambiente/energia/baldosas-energia-pisadas>

<sup>36</sup> <http://www.yalosabes.com/genera-energia-electrica-mientras-caminas.html>

**Área Pasillos Edificio Mario Rizzini 555,22 m<sup>2</sup>**

Como se mencionó con anterioridad las baldosas Pavegen tienen un área de 60 x 45 cm teniendo un área de 0,27 m<sup>2</sup>. De esta manera se podrá calcular la cantidad de baldosas que se necesitará colocar dependiendo del área que poseen los pasillos, para así poder obtener una cantidad de ahorro energético para el edificio Mario Rizzini.

Actualmente el edificio consta de alrededor 2880 baldosas por cada pasillo, y cada baldosa mide 40 x 40 cm, si se colocarán todas las baldosas por baldosas Pavegen se necesitarían:

**Baldosas a Colocar 2056,37 baldosas**

Por lo que se tendría un ahorro energético del:

**Energía generada en una hora 4318,37778 Wh**

Teniendo en cuenta que cada baldosa Pavegen genera 2,1 Wh con 18 pisadas promedio por baldosa, ahora se analizará la cantidad de energía que podría llegar a generar por día y por mes, con 15 horas de uso de las baldosas se tendría:

**Energía generada por día 64775,67 Wh**

Y con 26 días de uso de las baldosas la energía generada sería:

**Energía generada por mes 1648167,03 Wh**

Como se observa se llegaría a generar alrededor de 1648167.03 Wh por mes, cosa que no sucede porque existen 15 horas de clases dentro de la Universidad y existen horarios en la mañana, tarde y noche, y el promedio de 10 minutos que la gente llegaría a utilizar estas baldosas con cada 2 horas de cambio que dura cada clase que darían un total de 90 minutos de uso diario por los estudiantes.

El cálculo realizado anteriormente se toma en cuenta solo para un pasillo, y como son 3 pasillos, en una hora, con 15 horas de uso por día los 26 días del mes se tendría:

**Número de Baldosas en los 4 pasillos 8225,481 baldosas**

|   |                     |
|---|---------------------|
| <b>Energía Total Generada en una hora</b> | <b>17273,51 Wh</b>  |
| <b>Energía Total Generada por Día</b>     | <b>259102,7 Wh</b>  |
| <b>Energía Total Generada por mes</b>     | <b>6736670.2 Wh</b> |

Se debe tener en cuenta que el 5% de esta energía generada consume el led que tiene la baldosa Pavegen en la mitad y el 95% se lo puede utilizar, por lo que se tendría en total un ahorro de:

|   |                          |
|---|--------------------------|
| <b>Número de Baldosas en los 4 pasillos</b> | <b>7814,207 Baldosas</b> |
| <b>Energía Total Generada en una hora</b>   | <b>16409,84 W</b>        |
| <b>Energía Total Generada por Día</b>       | <b>246147,5 Wh</b>       |
| <b>Energía Total Generada por mes</b>       | <b>6399835,533 Wh</b>    |

Como es evidente se necesitarían bastantes baldosas para realizar este cambio y eso solo en el edificio Mario Rizzini, por lo que también se realizará el análisis colocando cada 4 baldosas una baldosa Pavegen, ya que así existiría un ahorro en cuestión monetaria, con un ahorro energético que también sería significativo para este edificio, primero se hará el cálculo por cada pasillo teniéndolo siguiente:

|                                       |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| <b>Cada 4 baldosas una Pavegen</b>    | <b>514,09 Baldosas</b> |
| <b>Energía generada en una hora</b>   | <b>1079,5 Wh</b>       |
| <b>Energía Total Generada por Día</b> | <b>16193,92 Wh</b>     |
| <b>Energía Total Generada por mes</b> | <b>485817,50 Wh</b>    |

En el caso de hacer el cálculo para los 4 pasillos se tendría:

|  |                         |
|--|-------------------------|
| <b>Total de Baldosas por cada 4 baldosas una Pavegen</b> | <b>2056,37 baldosas</b> |
| <b>Total de Energía Generada en una hora</b>             | <b>4318,38 Wh</b>       |
| <b>Energía Total Generada por Día</b>                    | <b>64775,67 Wh</b>      |
| <b>Energía Total Generada por mes</b>                    | <b>1943270,00 Wh</b>    |

Y tomando en cuenta el 5% de consumo que tiene el foco de la baldosa Pavegen se tendría:

|  |                          |
|--|--------------------------|
| <b>Total de Baldosas por cada 4 baldosas una Pavegen</b> | <b>1953,552 baldosas</b> |
| <b>Total de Energía Generada en una hora</b>             | <b>4102,459 Wh</b>       |
| <b>Energía Total Generada por Día</b>                    | <b>61536,88 Wh</b>       |
| <b>Energía Total Generada por mes</b>                    | <b>1599916.5 Wh</b>      |

En total existiría una generación de 61,53 kWh por 15 horas de uso en un día para el caso de este edificio.

### 3.9. POWERFLOOR



Figura 21: Baldosa POWERFLOOR<sup>37</sup>

No solo existen las baldosas Pavegen, sino también existen unas baldosas llamadas POWERFLOOR, de la empresa POWERLEAD estas baldosas están hechas de hormigón o de cristales, basándose en el principio de funcionamiento de los piezoeléctricos donde la electricidad se genera a partir de una fuerza aplicada, piezoelectricidad es un fenómeno que ocurre naturalmente exhibida por ciertos materiales que generan un campo eléctrico cuando se deforma.

Estos materiales van desde cristales a la cerámica e incluso algunos polímeros. En estos materiales cuando no se aplica fuerza, la estructura atómica está en equilibrio y no hay carga eléctrica neta. Sin embargo, cuando se aplica una fuerza, un gradiente eléctrico se crea que genera un voltaje a través del

<sup>37</sup> [http://powerleap.net/?page\\_id=32#more-32](http://powerleap.net/?page_id=32#more-32)

material. Cuando el material está integrado en un circuito, esta tensión se crea una corriente continua.

Aparte de los piezoeléctricos también estas baldosas poseen un diseño de circuitos avanzados para convertir la energía de los pasos en energía eléctrica. Los componentes de almacenaje de energía están alojados en un piso resistente que puede ser diseñado para adaptarse a aplicaciones específicas.

Los Powerfloor generan 1.5 Wh con un promedio de 18 paso por minuto en una hora de utilización de cada baldosa esta energía se la puede almacenar de igual manera que las baldosas Pavegen.

Sus especificaciones técnicas son<sup>38</sup>:

- 50 x 50 cm de superficie, la altura vertical de 8,5 cm
- 2-10 mm desplazamiento vertical
- 5 J por pisada
- Max 48 VDC de salida a través de cables secundarios
- Almacenaje de las baterías a escala para el tamaño de la instalación
- Resistente al agua IP 65
- Puede cargar hasta 100 kN de fuerza
- Material de la superficie personalizado con el logotipo de hacer que las capacidades
- Instalado en los proyectos de 25 o más módulos

---

<sup>38</sup> [http://powerleap.net/?page\\_id=32#more-32](http://powerleap.net/?page_id=32#more-32)

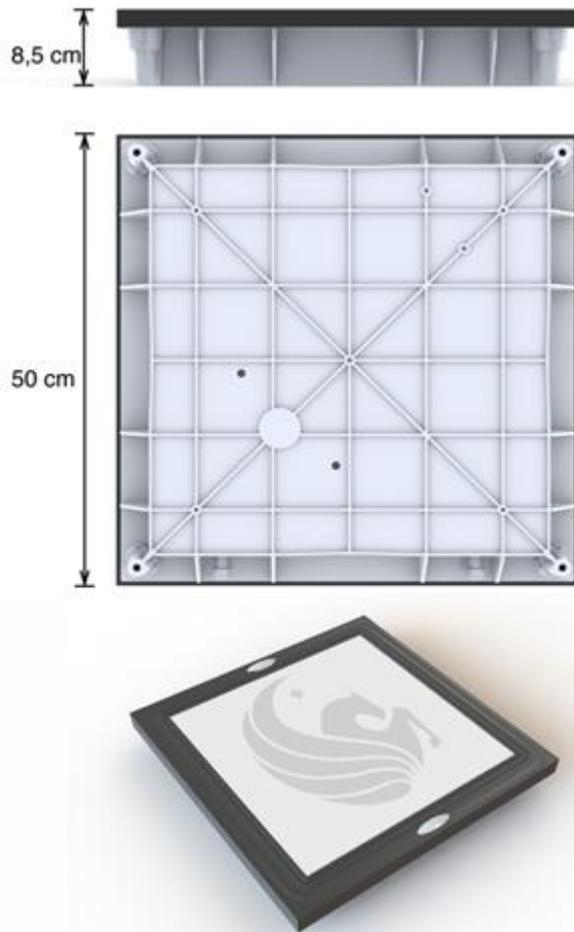


Figura 22: Dimensiones baldosa POWERFLOOR<sup>39</sup>

Estudios realizados por la misma empresa y por su creadora nos indica que estas baldosas llegan a generar 10 vatios por metro cuadrado con cerca de 3.000-5.000 personas cada hora que circulen por estas baldosas<sup>40</sup>.

### 3.9.1. CÁLCULO PARA BALDOSAS POWERFLOOR

De igual manera que se realizó con las baldosas Pavegen se analizará la potencia que se podría llegar a obtener de estas baldosas llamadas Powerfloor para realizar el análisis respectivo en el capítulo 5 para conocer si las baldosas Pavegen o las baldosa Powerfloor son la mejor opción.

<sup>39</sup> [http://powerleap.net/?page\\_id=32#more-32](http://powerleap.net/?page_id=32#more-32)

<sup>40</sup> <http://www.mascontext.com/tag/powerleap/>

Como se mencionó en párrafos anteriores estas baldosas miden 50 x 50 cm por lo que para el área de los pasillos del edificio Mario Rizzini se necesitará e total un total de

**Baldosas a Colocar por piso** 2220,88 baldosas

Este número de baldosas se colocará por piso, con la cual se llegaría a generar energía en una hora, con 90 minutos de uso los 26 días de un mes de:

**Energía generada en una hora** 3331,2 Wh

**Energía generada por mes** 1299214,8 Wh

En el caso de todo el edificio Mario Rizzini que posee 4 plantas en las cuales se calculará la potencia que podría llegar a generar las baldosas Powerfloor, teniendo lo siguiente:

**Total de Baldosas a colocar** 8883,52 baldosas

**Energía Total Generada en una hora** 13325,28 Wh

**Energía Total Generada por mes** 5196859,2 Wh

De igual manera que se realizó con las baldosas Pavegen se calculará la cantidad de energía que se llegaría a generar si se colocará de cada 4 baldosas una baldosa Powerfloor debido a que aun no se encuentran fácilmente a la venta y su precio no lo especifican ninguno de los fabricantes.

De igual manera primero se calculará la energía generada por cada piso en el edificio Mario Rizzini, con la cantidad de baldosas que se necesitarán,

**Baldosas a Colocar** 555,22 baldosas

**Potencia Generada en una hora** 832,83 Wh

**Energía Generada por mes** 324803.7 Wh

En total la potencia que se llegaría a obtener a partir de las baldosas Powerfloor en todo el edificio se tendría:

**Baldosas a Colocar** 2220,88 baldosas

**Energía Generada** 3331,32 Wh

**Energía Generada por mes** 1299214.8 Wh

## CAPÍTULO 4

### 4. TALLERES VERDES

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca cuenta con distintos Talleres en donde los alumnos pueden aprender y mejorar su desarrollo personal e intelectual para su formación profesional motivo por el cual en estos últimos años la Universidad ha venido modificando la estructura de estos y adecuándolos a las nuevas necesidades y cambios que se presentan en la vida cotidiana de un profesional para que de esta manera los estudiantes vayan acomodándose a las exigencias que cada día viene con los cambios acelerados del medio en el que se encuentra.

En este capítulo el propósito principal es la determinación de la cantidad de energía consumida en los talleres con los que cuenta el edificio “Cornelio Merchán” de tal manera que se determine la cantidad de energía limpia que se requeriría, y que con esta información se logre calcular la cantidad de energía renovable que se pueda implementar al edificio ya mencionado por medio de los métodos que ya los mencionaremos con el desarrollo de este capítulo.

#### 4.2. EDIFICIO “CORNELIO MERCHÁN”

El edificio “Cornelio Merchán” cuenta con sistemas para una mejor atención al público y para una mayor comodidad de sus ocupantes, aunque cabe recalcar que en estos últimos años se ha modificado la estructura del edificio, con nuevas mejoras. Dentro de las nuevas adecuaciones que se ha hecho en el edificio podemos nombrar las siguientes:

- Iluminación
- Seguridad
- Control de Incendios

- Comunicaciones

### **4.3. TALLERES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA EDIFICIO “CORNELIO MERCHÁN”**

Como se ha mencionado la Universidad Politécnica Salesiana cuenta con talleres para las carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecánica, Laboratorios de Computación, el área de oficinas de las diferentes carreras, vicerrectorado, secretaría, tesorería.

Este capítulo va enfocado en el análisis de la energía utilizada exclusivamente en los talleres en donde se encuentran los diferentes laboratorios de las diferentes carreras ya mencionadas con anterioridad y de qué manera se podrá reducir el consumo de energía ya sea mediante el cambio de luminarias de mayor eficiencia o por medio de la utilización de paneles solares.

Para conocer de mejor manera los laboratorios con los que cuenta cada taller los vamos a clasificar de la siguiente manera, de esta manera se tendrá una perspectiva mucho más comprensible del edificio “Cornelio Merchán” y de los diferentes equipos con los que cuenta cada laboratorio:

- Taller de Electricidad y Electrónica.
- Taller de Mecánica
- Laboratorios de Computo
- Área de Oficinas
- Área de Aulas

#### **4.3.1. TALLER DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA**

El Taller de Electricidad y Electrónica cuenta con equipos recién adquiridos y que ya se encuentran instalados en los diferentes laboratorios del taller para las diferentes prácticas y ensayos que requieran hacer los estudiantes en los laboratorios.

Los laboratorios con los que cuenta el taller son los siguientes:

- Laboratorio de Alta tensión
- Laboratorio de Instalaciones Civiles
- Laboratorio de Instalaciones Industriales
- Laboratorio de Electrónica Analógica
- Laboratorio de Electrónica Digital
- Laboratorio de PLC (Programador Lógico Controlado)
- Laboratorio de CPLD (Electrónica Digital Avanzada)
- Laboratorio de Electrónica de Potencia
- Laboratorio de Electrotecnia
- Laboratorio de Máquinas eléctricas

En estos talleres los estudiantes realizan sus diferentes prácticas de investigación, trabajos y proyectos de cada una de las materias relacionadas con la rama ya sea de Ingeniería Eléctrica o Ingeniería Electrónica de tal manera que cada estudiante está en la capacidad de tener estudios tanto teóricos como prácticos.

Cada laboratorio tiene su grado de importancia así como su nivel de peligro pero en donde debe tener mucho más cuidado es en el laboratorio de alta tensión debido a que en el mismo se manejan voltajes elevados que pueden causar lesiones o muerte de los estudiantes, cabe recalcar que en este laboratorio los docentes tienden a dar mucho más énfasis en las medidas de protección a seguir en el laboratorio.

#### **4.3.2. TALLER DE MECÁNICA**

El taller de Mecánica está dotado con equipos e instrumentos de tecnología moderna para todos los estudiantes de esta carrera y de las demás carreras de ingeniería que requieran utilizar los laboratorios.

El taller de Mecánica cuenta con los siguientes laboratorios:

- Laboratorio de Automatismos
- Laboratorio CNC ( Centro de Mecanizado y Torneado)
- Laboratorio de Ensayo de Materiales
- Laboratorio de Metalografía
- Laboratorio de Máquinas y Herramientas
- Laboratorio de Tratamientos Térmicos
- Laboratorio de Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas
- Laboratorio de Fundiciones
- Laboratorio de Soldadura
- Laboratorio de Termodinámica y Transferencia de Calor
- Laboratorio de Producción Modular

En el taller de Mecánica se cuenta con maquinaria pesada y su manejo es con sumo cuidado ya que los estudiantes se pueden quemar o quedar con graves heridas por eso es de suma importancia el estar equipado con las herramientas y uniforme adecuado para realizar cada uno de los trabajos donde existe mucho ruido, donde también se trabaja con sustancia corrosivas que requieren de medidas de protección para trabajar en cada uno de los laboratorio.

#### **4.3.3. LABORATORIOS DE COMPUTO**

Los laboratorios de Cómputo están provistos de computadoras para la enseñanza y manejo de programas que los estudiantes requieren en las diferentes carreras.

En el laboratorio los estudiantes toman curso de nivelación de programas o el aprendizaje de los mismos, así los estudiantes aprenden a realizar sus diseños, a modelar y a programar.

Todos los laboratorios cuentan con internet para mejor entendimiento, o dudas que el estudiante quiere conocer o profundizar de forma personal.

#### **4.3.4. ÁREA DE OFICINAS**

Las oficinas que se encuentran en este edificio cuentan con las disposiciones necesarias para un buen funcionamiento tanto en la parte estructural del edificio, en la parte de sistemas, en los servicios que presta el edificio y la administración del edificio.

Todas las oficinas del edificio “Cornelio Merchán” en su totalidad corresponden a las oficinas de los directores de carrera.

#### **4.3.5. ÁREA DE AULAS**

El edificio Cornelio Merchán aparte de tener los talleres y el área de oficinas, este consta con una pequeña área de aulas, que no es muy considerable ya que el estudio de las aulas se lo realizó en el capítulo anterior no se lo estudiará en el presente capítulo.

### **4.4. CÁLCULOS DE POTENCIA Y ENERGÍA EN LOS TALLERES DEL EDIFICIO CORNELIO MERCHÁN**

La Universidad Politécnica Salesiana consta de 2 talleres en el edificio Cornelio Merchán el de Electricidad y el taller de Mecánica, para tener un conocimiento mucho más amplio de la energía y las alternativas de transformar el taller a talleres de energía limpia se lo ha dividido de esta manera.

#### **4.4.1. CÁLCULO DE POTENCIA Y ENERGÍA DEL TALLER DE ELECTRICIDAD**

Para el análisis la energía en el taller de electricidad se ha tomado en cuenta las diferentes cargas ya mencionadas.

Primero se tomará en cuenta la iluminación, en donde se tiene diferentes tipos de lámparas que se las observa en la siguiente tabla 4.1, las lámparas se las toma en cuenta para conocer la potencia de todo el taller y posteriormente para hacer un

análisis con otros tipos de lámparas para bajar el consumo de potencia y poner en su lugar lámparas de mayor eficiencia luminosa y menor consumo de potencia.

| <b>TALLER DE ELECTRICIDAD</b>                  |                         |             |             |             |
|--|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>LABORATORIOS</b>                            | <b>Tipo de Lámparas</b> |             |             |             |
|  | <b>3X20</b>             | <b>2X30</b> | <b>2X32</b> | <b>2X40</b> |
| Lab. Telecomunicaciones                        | 30                      |             |             |             |
| Lab. Máquinas Eléctricas                       | 24                      |             |             |             |
| Lab. Electrónica de Potencia                   | 16                      |             |             |             |
| Lab. Robótica                                  |                         | 12          |             |             |
| Lab. Cir. Avanzados                            | 20                      |             |             |             |
| Lab. Control                                   |                         | 12          |             |             |
| Lab. PLC                                       | 20                      |             |             |             |
| Lab. Elec. Digital                             | 12                      |             |             |             |
| Lab. Elec. Analógica                           | 24                      |             |             |             |
| Taller de Reparaciones                         | 12                      |             |             |             |
| Cuarto de Comunicaciones                       |                         |             | 1           |             |
| Lab. Circuitos 1                               |                         |             | 8           |             |
| Lab. Ins. Industriales                         |                         |             | 5           |             |
| Lab. Ins. Civiles                              |                         |             | 22          |             |
| Sala de Audiovisuales                          |                         |             | 8           |             |
| Taller Electromecánico                         |                         |             | 9           |             |
| Lab. Alta Tensión                              | 24                      |             |             |             |
| Pasillos                                       | 3                       | 10          | 4           | 3           |
| Baños  |                         |             |             | 1           |
| Coordinación de Laboratorios                   | 24                      |             |             |             |
| Lab. Investigación en Sist. Informat.          | 12                      |             |             |             |
| Lab. Diseño Electrónico                        | 12                      |             |             |             |
| Taller de Robótica                             | 12                      |             |             |             |
| Lab. Investigación en Tecnologías de Inclusión | 12                      |             |             |             |
| Lab. Investigación en Automatización           | 24                      |             |             |             |
| Lab. Simulaciones                              | 24                      |             |             |             |
| Lab. Circuitos 2                               |                         |             | 16          |             |
| Sala de Reuniones                              | 8                       |             |             |             |
| Oficinas de Profesores 1                       | 8                       |             |             |             |
| Oficinas de Profesores 2                       | 8                       |             |             |             |
| Oficinas de Profesores 3                       | 8                       |             |             |             |
| Pasillos                                       | 12                      | 16          |             |             |
| Baños  |                         |             |             | 5           |
| <b>TOTAL</b>                                   | 349                     | 50          | 73          | 9           |

Tabla 4.1: Número de lámparas en el Taller Eléctrico

En la siguiente tabla se dará a conocer la potencia de cada tipo de lámparas para luego tener la suma total de la potencia en iluminación.

La iluminación es un factor muy importante a considerar debido a que posteriormente se realiza el cálculo con otros tipos de luminarias.

| <b>TALLER DE ELECTRICIDAD</b> |                          |              |
|-------------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>Lámparas</b>               | <b>Potencia en Watts</b> | <b>Total</b> |
| <b>lámparas 3x20</b>          | 60                       | 20940        |
| <b>lámparas 2x30</b>          | 60                       | 3000         |
| <b>lámparas 2x32</b>          | 64                       | 4672         |
| <b>lámparas 2x40</b>          | 80                       | 720          |
| <b>Carga total Watts</b>      |                          | <b>29332</b> |

Tabla 4.2: Potencia Total de Lámparas

#### 4.5. AHORRO EN LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN

Para el caso del análisis del ahorro energético que se lograría al realizar un cambio de luminarias para este caso se ha considerado las siguientes opciones:

- Análisis con Lámparas tipo BELENUS
- Análisis con Lámparas tipo OLED

##### 4.5.1. ANÁLISIS CON LÁMPARAS BELENUS

El uso de este tipo de lámparas ya se la realizo en el Capítulo 3 de lo cual se sabe que la potencia que consumen estas lámparas es de 6 W, y que representa un nivel de iluminación similar a la de un foco de 60 W. De la misma manera dependida del número de las lámparas se las duplicará para no afectar la iluminación de ningún ambiente.

| <b>TALLER DE ELECTRICIDAD</b> |                         |      |      |      |
|-------------------------------|-------------------------|------|------|------|
| <b>LABORATORIOS</b>           | <b>Tipo de Lámparas</b> |      |      |      |
|                               | 3X20                    | 2X30 | 2X32 | 2X40 |
| <b>TOTAL</b>                  | 349                     | 50   | 73   | 9    |

Tabla 4.3: Total de lámparas en el Taller de Electricidad

Y de este número total de lámparas fluorescentes se obtiene el número total de lámparas tipo BELENUS:

| <b>TALLER DE ELECTRICIDAD</b> |                  |      |      |      |
|-------------------------------|------------------|------|------|------|
| <b>LABORATORIOS</b>           | Tipo de Lámparas |      |      |      |
|                               | 3X20             | 2X30 | 2X32 | 2X40 |
| <b>TOTAL</b>                  | 349              | 50   | 73   | 9    |
| <b>TOTAL BELENUS</b>          | 698              | 100  | 146  | 18   |

Tabla 4.4: Total lámparas BELENUS

De modo que la potencia que tendremos será la siguiente:

| <b>Bombillas Belenus por:</b> | <b>Potencia en Watts</b> | <b>Total</b> |
|-------------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>lámparas 3x20</b>          | 12                       | 4188         |
| <b>lámparas 2x30</b>          | 12                       | 600          |
| <b>lámparas 2x32</b>          | 12                       | 876          |
| <b>lámparas 2x40</b>          | 12                       | 108          |
| <b>Carga total Watts</b>      |                          | 5772         |

Tabla 4.5: Potencia Total

Con estos datos se logra fácilmente ver que la potencia con las lámparas actuales es mucho mayor que la potencia con este tipo de lámparas.

#### 4.5.2. ANÁLISIS CON LÁMPARAS OLED

En este análisis con los datos técnicos del Capítulo 3 de donde indica lo siguiente, la potencia es de 0.71 w, y con una duración de 14.000 horas, con el número de lámpara actual:

| <b>TALLER DE ELECTRICIDAD</b> |                  |      |      |      |
|-------------------------------|------------------|------|------|------|
| <b>LABORATORIOS</b>           | Tipo de Lámparas |      |      |      |
|                               | 3X20             | 2X30 | 2X32 | 2X40 |
| <b>TOTAL</b>                  | 349              | 50   | 73   | 9    |

Tabla 4.6: Total de lámparas en el Taller de Electricidad

Y de este número total de lámparas fluorescentes se obtiene el número total de lámparas tipo OLED:

| <b>TALLER DE ELECTRICIDAD</b> |                  |      |      |      |
|-------------------------------|------------------|------|------|------|
| <b>LABORATORIOS</b>           | Tipo de Lámparas |      |      |      |
|                               | 3X20             | 2X30 | 2X32 | 2X40 |
| <b>TOTAL</b>                  | 349              | 50   | 73   | 9    |

Tabla 4.7: Total lámparas OLED

Con el total de lámparas OLED ya se procede a realizar el cálculo de la potencia total con este tipo de lámparas.

| <b>Lámparas OLED por:</b> | <b>Potencia en Watts</b> | <b>Total</b>  |
|---------------------------|--------------------------|---------------|
| <b>lámparas 3x20</b>      | 0,71                     | 247,79        |
| <b>lámparas 2x30</b>      | 0,71                     | 35,5          |
| <b>lámparas 2x32</b>      | 0,71                     | 51,83         |
| <b>lámparas 2x40</b>      | 0,71                     | 6,39          |
| <b>Carga total Watts</b>  |                          | <b>341,51</b> |

Tabla 4.8: Potencia Total de las lámparas OLED

Los datos de la potencia con este tipo de luminarias es mucho menor que las potencias de las lámparas anteriores mencionadas.

#### 4.6. ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS PAVEGEN

Con las características que se tiene de las baldosas Pavegen, es que con 18 pasos por minuto con potencia por pisada es de 7J por una baldosa, la energía es de 2.1 Wh, y que tiene una dimensión de 60 x 45 cm, de tal manera que ahora ya podemos hacer un cálculo aproximado de las baldosas a colocar en los pasillo de los talleres de la Universidad.

De tal manera que el área aproximada de los pasillos de electricidad es:

$$\text{Área Total} = 280,294 \text{ m}^2$$

Con los datos del área de las baldosas y el área de la baldosa 0.27 m<sup>2</sup> se tendría un cálculo aproximado de cuantas baldosas entrarían, este cálculo se realizará tomando en cuenta los pasillos en donde más flujo de estudiantes o personal camina:

$$\text{Baldosas a Colocar} = 1038,13 \text{ baldosas}$$

El número de baldosas que tenemos podemos ya calcular un aproximado de la energía que podríamos generar, las baldosas Pavegen generan 2.1 Wh en una hora como ya se menciona en el Capítulo 3.

**Energía generada en una hora**      2180,06 Wh

Luego se procede a sacar el cálculo de energía diaria y por mes con un promedio de 15 horas por día y con un aproximado de 26 días por mes.

**Energía generada por día**      32700,9 Wh

**Energía generada por mes**      850228,47 Wh

Tomaremos en cuenta, que las luminarias de las baldosas consumen un 5% de lo que generan regularmente así que el cálculo tomando en cuenta el este consumo tendríamos, que la potencia generada con un número total de baldosas de:

**Energía Total Generada en una hora**      2071,057 Wh

Así que para el cálculo de energía generada por un día con 15 horas de uso en 26 días de un mes será:

**Energía Total Generada por día**      31065,92 Wh

**Energía Total Generada por mes**      807712.23 Wh

De modo que para este cálculo como se hizo en el capítulo anterior también se realizará colocando cada 4 baldosas, así tenemos:

|                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| <b>cada 4 baldosas una Pavegen</b> | 259,53 baldosas |
| <b>Energía generada</b>            | 545,02 Wh       |
| <b>Energía generada por día</b>    | 8175,24 Wh      |
| <b>Energía generada por mes</b>    | 212555,07 Wh    |

Y ahora tomando en cuenta el consumo de las baldosas tenemos:

|   |              |
|---|--------------|
| <b>Total de Potencia Generada un una hora</b> | 517,7653 Wh  |
| <b>Total de Potencia generada por día</b>     | 7766,48 Wh   |
| <b>Total de Potencia generada por mes</b>     | 201929,91 Wh |

De modo que podría generar 201 KWh en un mes con baldosas Pavegen.

#### 4.7. ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS POWERFLOOR

Los datos de estas baldosas ya se los dio a conocer en el capítulo 3 de modo que tenemos los siguientes datos:

- Área de las baldosas 50 x 50 cm
- Generan aproximadamente 1.5 Wh con unas 18 pisadas promedio por minuto en una baldosa.

De modo que el área total de baldosas que se colocarían es:

Área Total            280,294 m2

Con esta área el número de baldosas, la energía a generar en una hora con 15 horas de uso por día en los 26 días de un mes es la siguiente:

|                                      |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| <b>Baldosas a Colocar</b>            | 1121,18 baldosas |
| <b>Potencia generada en una hora</b> | 1681.7 Wh        |
| <b>Energía generada por día</b>      | 25226.55 Wh      |
| <b>Energía generada por mes</b>      | 655887,96 Wh     |

De igual manera que se realizó con las baldosas Pavegen se calculará la cantidad de energía que se llegaría a generar con este tipo de baldosas con cada 4 baldosas una baldosa Powerfloor calculando los mismos parámetro pero con un número menor de baldosas.

|                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| <b>Cada 4 baldosas una Powerfloor</b> | 280,29 baldosas |
| <b>Energía generada en una hora</b>   | 420,44 Wh       |
| <b>Energía generada por día</b>       | 6306,52 Wh      |
| <b>Energía generada por mes</b>       | 163969,65 Wh    |

#### 4.8. CÁLCULOS POTENCIA Y ENERGÍA DEL TALLER DE MECÁNICA

Para este taller los cálculos son muy similares al taller de Electricidad, aun que este taller a un no está funcionando con todas sus cargas, debido a que en este taller se está realizando implementaciones.

De tal manera que los cálculos para este taller son muy similares a los del taller eléctrico, y se empezará con los mismos ítems tomados en cuenta en el taller anterior, el número de lámparas lo veremos a continuación:

| <b>TALLER DE MECÁNICA</b>      |                         |             |
|--------------------------------|-------------------------|-------------|
| <b>LABORATORIOS</b>            | <b>Tipo de Lámparas</b> |             |
|                                | <b>3X20</b>             | <b>2X40</b> |
| Lab. Mecatrónica               | 25                      |             |
| Lab. Automatismos              | 55                      |             |
| Lab. Centro de Mecanizado CNC  | 20                      |             |
| Lab. Torno CNC                 | 25                      |             |
| Lab. En Instalación            | 40                      |             |
| Lab. En Instalación 2          | 36                      |             |
| Lab. Ensayo de Materiales      | 22                      |             |
| Lab. En Instalación 3          |                         | 13          |
| Lab. Máquinas y herramientas   |                         | 31          |
| Lab. Torno CNC 2               |                         | 4           |
| Vestidores                     |                         | 2           |
| Lab. Ensayos                   |                         | 4           |
| Lab. Soldadura                 |                         | 7           |
| Lab. Metalografía              |                         | 6           |
| Coordinación de Laboratorios   |                         | 1           |
| Coordinación de Laboratorios 2 |                         | 2           |
| Aula                           |                         | 3           |
| Pasillos                       | 19                      | 5           |
| Bodega                         |                         | 8           |
| <b>TOTAL DE LÁMPARAS</b>       | 242                     | 86          |

Tabla 4.9: Número de Lámparas del Taller de Mecánica

Con la tabla anterior procedemos con el cálculo de la potencia que consumirían las lámparas, esto lo se saca sumando toda la potencia de las lámparas como le veremos a continuación:

| <b>TALLER DE MECÁNICA</b> |                          |              |
|---------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>Lámparas</b>           | <b>Potencia en Watts</b> | <b>Total</b> |
| <b>lámparas 3x20</b>      | 60                       | 14520        |
| <b>lámparas 2x40</b>      | 80                       | 6880         |
| <b>Carga total Watts</b>  |                          | 21400        |

Tabla 4.10: Potencia Total de Lámparas

La potencia de la carga total de las lámparas servirá en lo posterior para realizar los cálculos de potencia y comparar con la potencia de los otros tipos de lámparas ya mencionadas.

#### 4.9. AHORRO EN LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN

El cambio de luminarias se realizará como en el taller de electricidad y las características de las lámparas Belenus y OLED son iguales así que tenemos los siguientes datos.

##### 4.9.1. ANÁLISIS CON LÁMPARAS BELENUS

| <b>TALLER DE MECÁNICA</b>     |                         |             |
|-------------------------------|-------------------------|-------------|
| <b>LABORATORIOS</b>           | <b>Tipo de Lámparas</b> |             |
|                               | <b>3X20</b>             | <b>2X40</b> |
| <b>LÁMPARAS FLUORESCENTES</b> | 242                     | 86          |
| <b>LÁMPARAS BELENUS</b>       | 486                     | 172         |

Tabla 4.11: Número de lámparas en el Taller de Mecánica

Potencia obtenida con el cambio:

| <b>TALLER DE MECÁNICA</b> |                          |              |
|---------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>Bombillas Belenus:</b> | <b>Potencia en Watts</b> | <b>Total</b> |
| <b>lámparas 3x20</b>      | 6                        | 2904         |
| <b>lámparas 2x40</b>      | 6                        | 1032         |
| <b>Carga total Watts</b>  |                          | 3936         |

Tabla 4.12: Potencia Total de las Lámparas Belenus

La potencia como se puede ver es un porcentaje similar de ahorro con el del taller anterior.

#### 4.9.2. ANÁLISIS CON LÁMPARAS OLED

Hacemos el mismo análisis para este tipo de lámparas y obtenemos:

| TALLER DE MECÁNICA     |                  |      |
|------------------------|------------------|------|
| LABORATORIOS           | Tipo de Lámparas |      |
|                        | 3X20             | 2X40 |
| LÁMPARAS FLUORESCENTES | 242              | 86   |
| LÁMPARAS OLED          | 242              | 86   |

Tabla 4.13: Número de lámparas en el Taller de Mecánica

Con este número de lámparas seguimos con el paso siguiente del cálculo de la potencia:

| TALLER DE MECÁNICA       |                   |               |
|--------------------------|-------------------|---------------|
| Bombillas OLED:          | Potencia en Watts | Total         |
| lámparas 3x20            | 0.71              | 171.82        |
| lámparas 2x40            | 0.71              | 61,05         |
| <b>Carga total Watts</b> |                   | <b>232.87</b> |

Tabla 4.14: Potencia Total de las Lámparas OLED

También en este caso notamos que los porcentajes tienen una similitud aproximada al del cálculo del taller de electricidad y se nota un ahorro significativo de potencia en ambos talleres.

#### 4.9.3. ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS PAVEGEN

Para el taller de mecánica se toman de igual manera los pasillos con más flujo de personas así que de la suma de áreas tenemos el siguiente resultado:

**Área Total**                      122,38 m<sup>2</sup>

Y como ya se tiene las características de las baldosas PAVEGEN:

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>Energía por baldosa</b>   | 2,1 Wh              |
| <b>Área Baldosas Pavegen</b> | 0,27 m <sup>2</sup> |

Con los datos se procederá a realizar el cálculo de la energía generada por un una baldosa con una hora de uso y 15 horas uso al día en 26 días de un mes.

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>Baldosas a Colocar</b>           | 453,26 baldosas |
| <b>Energía generada en una hora</b> | 951,84 Wh       |
| <b>Energía generada por día</b>     | 14277,67 Wh     |
| <b>Energía generada por mes</b>     | 371219,33 Wh    |

Una vez obtenida este dato realizamos el siguiente paso donde consideramos un 5% de consumo por cada una de las baldosas con lo que obtenemos:

|                                     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| <b>Energía generada en una hora</b> | 904,2522 W  |
| <b>Energía generada por día</b>     | 13563,78 Wh |
| <b>Energía generada por mes</b>     | 352658,4 Wh |

Como se realizó en el cálculo de baldosas del taller de electricidad procedemos a calcular las baldosas colocando a cada cuatro baldosas en toda el área total del taller:

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>cada 4 baldosas una Pavegen</b>  | 113,31 baldosas |
| <b>Energía generada en una hora</b> | 237,9 Wh        |
| <b>Energía generada por día</b>     | 3567,37 Wh      |
| <b>Energía generada por mes</b>     | 92751,75 Wh     |

En esta parte también consideramos el 5% de consumo de su potencia generada en cada baldosa así obtenemos:

|                                     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| <b>Energía generada en una hora</b> | 226,0631 Wh |
| <b>Energía generada por día</b>     | 3390,946 Wh |
| <b>Energía generada por mes</b>     | 88164,59 Wh |

Como se observa en el cálculo en este caso la energía que se podría obtener con baldosas es de 88.1 KW por mes.

#### 4.9.4. ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS POWERFLOOR

Para esta parte del cálculo realizamos los mismos pasos de obtención de número de baldosas, potencia generada por día y potencia generada por mes.

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>Baldosas a Colocar</b>           | 489,52 baldosas |
| <b>Energía generada en una hora</b> | 734,28 Wh       |
| <b>Energía generada por día</b>     | 11014,2 Wh      |
| <b>Energía generada por mes</b>     | 286369,2 Wh     |

Ahora de igual manera que se realizó con las baldosas Pavegen se calculará la cantidad de potencia que se llegaría a generar si se colocará de cada 4 baldosas una baldosa Powerfloor.

|                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| <b>cada 4 baldosas una Powerfloor</b> | 122,38 baldosas |
| <b>Potencia generada en un día</b>    | 183,57 Wh       |
| <b>Energía generada por día</b>       | 4589,25 Wh      |
| <b>Energía generada por mes</b>       | 119320,50 Wh    |

La energía que se podría obtener en este taller es de 119 kw al mes aproximadamente con estas baldosas.

## CAPÍTULO 5

### 5. ANÁLISIS TÉCNICO DE LA UNIVERSIDAD ENERGÉTICAMENTE VERDE

#### 5.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene como finalidad el análisis técnico, es decir, conocer el ahorro energético que se obtienen mediante cálculos y mediciones para conocer cuál es la cantidad de energía que actualmente ocupa en todos los edificios Mario Rizzini, Cornelio Merchán y el Gimnasio para que de esta manera se pueda analizar las mejores opciones de ahorro energético y así transformar la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca en una Universidad Energéticamente verde.

En capítulos anteriores se ha realizado el análisis sobre el ahorro energético que se puede llegar a tener si se cambiarán las luminarias, o en el caso del gimnasio generando energía limpia mediante el uso de las máquinas que posee este, para cubrir la demanda energética que tanto el gimnasio como en el edificio Mario Rizzini o el edificio Cornelio Merchán consumen.

En este capítulo también se analizará cuál de las opciones de iluminación, o de alternativas de baldosas son las de mejor opción para obtener el mencionado ahorro energético y de esta manera conocer en el capítulo próximo cual sería el costo aproximado que se necesitará para transformar la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca en una universidad energéticamente verde.

El análisis se basa en cálculos ya realizados en capítulos anteriores, que se los obtuvieron con datos reales que en el transcurso de 6 meses, motivo por el cual no siempre va a ser el mismo, ya que la cantidad de alumnos que actualmente posee la Universidad Politécnica ha variado en estos últimos años, y se espera que siga aumentando, por ende seguirá creciendo la demanda energética de todos los edificios y del gimnasio de la Universidad.

## 5.2. ANÁLISIS DE ENERGÍA DEL GIMNASIO

El análisis de energía consumida por el gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, mediante el analizador de la cantidad de energía llamado FLUKE que posee la Universidad Politécnica, la cual nos dará la cantidad exacta de energía que consume el Gimnasio.

Una vez obtenido el valor de energía que consume el gimnasio de la Universidad Politécnica se analizará la cantidad de paneles solares, el cambio de luminarias, así como también la colocación de baldosas en el área de aeróbicos, para así saber si se podría cubrir la demanda energética consumida por el gimnasio mediante el uso de energías renovables.

### 5.2.1. ENERGÍA CONSUMIDA POR EL GIMNASIO

La energía consumida del gimnasio que se la obtuvo mediante la utilización del **Medidor de la Calidad de Energía** puesto los 7 días de una semana dio los siguientes datos de energía que se pueden en la Tabla 5.1.

| FECHA                | HORA     | ENERGÍA  |
|----------------------|----------|----------|
| Miércoles 02/05/2012 | 11:16:17 | 0 kWh    |
| Jueves 03/05/2012    | 11:16:17 | 24,5 kWh |
| Viernes 04/05/2012   | 11:16:17 | 48 kWh   |
| Sábado 05/05/2012    | 11:16:17 | 62,5 kWh |
| Domingo 06/05/2012   | 11:16:17 | 62,5 kWh |
| Lunes 07/05/2012     | 11:16:17 | 63,5 kWh |
| Martes 08/05/2012    | 11:16:17 | 74,5 kWh |
| Miércoles 09/05/2012 | 11:16:17 | 90 kWh   |

Tabla 5.1: Energía Consumida por el Gimnasio, datos tomados con el Medidor de la Calidad de Energía FLUKE

Teniendo en cuenta que la cantidad de energía consumida en la tabla 5.1 la energía consumida por el gimnasio será siempre variante pero para efectos de cálculo tomaremos la energía registrada más alta que se obtuvo con el medidor de calidad de energía no va a ser la misma siempre, se tomará el valor más elevado para tener una mejor aproximación de la cantidad de energía que se llegará a

generará mediante las energías alternativas que se han planteado en capítulos anteriores.

### 5.2.2. ENERGÍA GENERADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO

En el caso del sistema fotovoltaico el análisis respectivo ya se lo realizó en el capítulo 2 con la cantidad de baterías necesarias al igual que los paneles, utilizando paneles solares de 240 w y con baterías de 24 v por consiguiente se tiene que:

| Número de Paneles y Baterías    |        |          |
|---------------------------------|--------|----------|
| Descripción                     | Unidad |          |
| Número de paneles               | 20     | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100 Ah | 10     | baterías |

Tabla 5.2: Número de paneles solares para el Gimnasio

La cantidad de paneles solares que se necesitaría para el gimnasio sería de 20 paneles, con 10 baterías respectivamente para cubrir la demanda actual que tiene el gimnasio que es de 24.5 kWh.

### 5.2.3. ENERGÍA GENERADA POR LAS MÁQUINAS UTILIZADAS EN EL GIMNASIO

En la actualidad se ha escuchado sobre las bicicletas que generan energía para los gimnasios como es el caso del gimnasio MICROGYM ubicado en Portland. La idea nace que mediante la energía gastada por las personas en una clase de spinning esta se utilice para generar energía.

En el capítulo 2 que es un análisis exclusivo del Gimnasio que posee la Universidad se realizó un estudio sobre las máquinas para realizar ejercicio que posee este, y se realizó una división sobre las máquinas que podrían generar electricidad como son las bicicletas estáticas y las elípticas, se debe tener en cuenta el gimnasio posee 4 bicicletas y 4 elípticas en funcionamiento para los cuales se les debería colocar el mecanismo adecuado para que estas generen energía, pero hoy en día ya existen en el mercado bicicletas que generan energía eléctrica por lo que

se ha realizado un cálculo estimado de la energía que se puede llegar a obtener utilizando estas teniendo lo siguiente:

| <b>Energía generada en Bicicletas Estáticas</b> |         |       |
|---|---------|-------|
| Potencia Suministrada                           | 37,6991 | Watts |
| Energía Total                                   | 301.593 | Wh    |

Tabla 5.3: Energía generada en Bicicletas Estáticas

| <b>Energía generada en elípticas</b> |        |       |
|--------------------------------------|--------|-------|
| Potencia Suministrada                | 9,3000 | Watts |
| Energía Total                        | 490,08 | Wh    |

Tabla 5.4: Cálculo de Potencia en Elípticas

Y sumando sacando la energía de estas máquinas da lo siguiente:

|  |       |    |
|--|-------|----|
| <b>Energía generada por las máquinas por día</b> | 792   | Wh |
| <b>Energía generada por las máquinas por mes</b> | 20583 | Wh |

Como se observa las bicicletas junto con las elípticas con 2 horas de uso diario en 26 días de un mes llegan a generar solo 0,792 KWh y el gimnasio consume 24.5 KWh por día por lo que se necesitarán otros medios para cumplir la demanda energética diaria del gimnasio.

#### 5.2.4. ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS

Como se indica en el punto anterior la potencia que se genera con las bicicletas estáticas y las elípticas es de apenas 0,792 KWh en 2 horas de un día lo que no cubre la demanda energética que exige el gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana por lo que se ha decidido realizar un análisis con las baldosas Pavegen y las baldosas Powerfloor para que sean colocadas en el área de aeróbicos y de esta manera aumentar la energía que se necesita.

#### 5.2.4.1. CÁLCULOS CON BALDOSAS PAVEGEN

En el caso de las baldosas Pavegen se analizará la cantidad de energía generada al colocar en cada step una baldosa, y así de esta manera promover el uso de estos dispositivos en el gimnasio y así obtener un consumo energético menor al que se tiene hoy en día.

En el capítulo 2 se menciona que la cantidad de steps es de 30 unidades, de esta manera se necesitaría 30 baldosas Pavegen, para esta parte el cálculo de la energía se lo realizará con 18 paso al igual que en los cálculos anteriores pero con un tiempo de 90 minutos y 7J de potencia por pisada, se generaría por baldosa unos 3.15 Wh, y con las 30 baldosas se tendría:

**Energía generada al utilizar los steps** 94.5 Wh

Como se observa en la tabla se podría llegar a obtener una generación de 94,5 Wh por lo que tampoco es mucha energía que genera, por lo que también se analizará para colocar en el área de aeróbicos.

En el caso del área de aeróbicos se sabe que tiene un área de 12 x 12 m por lo que se tendrá:

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>Baldosas a Colocar</b>           | 533,33 Baldosas |
| <b>Energía generada en una hora</b> | 1678,95 Wh      |

Las baldosas Pavegen colocadas en el área de aeróbicos llegan a generar es de 1,67 KWh que si representa un valor más o menos considerable, y teniendo en cuenta el valor que generarían con los steps se tendría una energía generada por día total con estas baldosas de:

**Energía total generada por baldosas Pavegen** 1,773 KWh

#### 5.2.4.2. CÁLCULO CON BALDOSAS POWERFLOOR

De igual manera que se realizó el análisis con las baldosas Pavegen, en este caso se realizará con las baldosas Powerfloor para conocer cuál de los 2 es la mejor

opción para la colocación de las baldosas tanto en los steps como en el área de realizar ejercicios.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores estas baldosas miden 50 x 50 cm y estas pueden llegar a generar una energía de 2.25 Wh, con cada pisada se produce una potencia de 5J con 18 pisadas por minuto y con el uso de 90 minutos, en cambio las baldosas Pavegen generan 3.5 Wh, con el mismo número de pisadas pero produce 7J de potencia con una pisada, pero la diferencia entre estos 2, es que las baldosas Pavegen ya tienen un costo aproximado a la venta con un precio no mayor a 100 euros, y en el mejor de los casos los fabricantes afirman que con el tiempo ha venido disminuyendo su precio.

Pero el propósito de este análisis es ver cuál es la mejor opción con respecto a la energía que puede llegar a generar al realizar el cambio de baldosas, para el caso de los steps como se realizó con anterioridad en este caso no se lo puede realizar ya que estas baldosas generan energía por cada metro cuadrado instalado y los steps no siempre van a ser utilizados todos a la vez, por consiguiente solo se realizará el análisis en el área de aeróbicos teniendo:

|                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| <b>Baldosas a Colocar por piso</b>  | 576 baldosas |
| <b>Energía generada en una hora</b> | 1296 Wh      |

Como se observa estas baldosas solo al ser colocadas en el área de aeróbicos llegarían a generar 1.2 KWh que una cantidad inferior a la de las baldosas Pavegen.

### 5.2.5. ENERGÍA AHORRADA POR CAMBIO DE LUMINARIAS

En el caso de las luminarias se propone el cambio de estas, ya que como se ha mencionado en capítulos anteriores, actualmente existe una gran cantidad de tipo de luminarias que consumen mucho menos de lo que consumen las lámparas fluorescentes y focos que actualmente posee el gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana, cabe recalcar que el gimnasio también posee reflectores que se ocupa para la iluminación de ciertos lugares. Se ha hablado de las luminarias Oled y de las luminarias Belenus, ambos tipos de iluminación tienen sus ventajas y desventajas que ya se los ha mencionado con anterioridad por lo que ahora se

procederá a analizar la energía que se podría ahorrar al realizar el cambio de luminarias.

Para el cálculo del ahorro en las luminarias del gimnasio primero se realizará un análisis actual, para conocer cuál es la potencia que consume solo las luminarias, teniendo lo siguiente:

| <b>GIMNASIO</b>                                  |            |
|--|------------|
| <b>FUERZA</b>                                    | 12,480 kWh |
| <b>ENERGÍA MEDIDA CON EL FLUKE</b>               | 24.5 kWh   |
| <b>LA ENERGÍA POR ILUMINACIÓN SERIA ENTONCES</b> | 12.02 kWh  |

**Tabla 5.5: Energía en iluminación**

Como se observa en el cuadro anterior el gimnasio consume 12.02 kWh solo en iluminación motivo por el cual se analizará cual será el ahorro energético con el cambio de luminarias tanto con las lámparas Belenus y oled

#### **5.2.5.1. ENERGÍA CON LÁMPARAS OLED**

En capítulos anteriores se ha mencionado las ventajas y desventajas que poseen estas luminarias OLED tanto en costo, potencia, y horas de uso, así como las características externas de las luminarias, en este caso lo que interesa es la potencia, estas consumen 0,71 w según las especificaciones técnicas de las lámparas OSRAM.

En el capítulo 3 se realizó el cálculo del cambio de luminarias para el edificio Mario Rizzini se realizará el mismo procedimiento, la energía consumida por las luminarias es de 12.02 kWh, por lo que ahora se analizará el ahorro energético que se tendría con lámparas OLED sabiendo que estas consumen 0,71 w por lámpara con el uso de 8 horas por día, teniendo el consumo de:

| <b>LÁMPARAS OLED</b>                |       |          |
|-------------------------------------|-------|----------|
| Potencia de las lámparas OLED       | 0,71  | W        |
| Número de lámparas a colocar        | 20    | lámparas |
| Energía consumida por lámparas OLED | 0,113 | kWh      |
| Ahorro Energético con Lámparas OLED | 13,26 | KWh      |

**Tabla 5.6: Ahorro energético con Lámparas OLED**

Como se indica en la tabla anterior con este tipo de luminarias solo se llegará a consumir 0,114 KWh es decir, 13,26 KWh menos de lo normal

### 5.2.5.2. ENERGÍA CON LÁMPARAS BELENUS

Para el caso de las lámparas Belenus se realizará el mismo análisis que con las lámparas OLED, teniendo en cuenta que estas lámparas consumen 6 w y que su tiempo de vida útil es de 100 años, es decir un lámpara que dura para siempre como lo indica su creador. Teniendo en consideración lo anterior se tiene que:

| <b>LÁMPARAS BELENUS</b>                |             |
|--|-------------|
| Potencia de las lámparas BELENUS       | 6 W         |
| Número de lámparas a colocar           | 40 lámparas |
| Energía Generada por lámparas BELENUS  | 1,920 kWh   |
| Ahorro Energético con Lámparas BELENUS | 10,56 KWh   |

Tabla 5.7: Ahorro energético con Lámparas BELENUS

Con las lámparas Belenus, la iluminación del gimnasio consumirían 1,92 KWh teniendo en cuenta que se tiene un ahorro de 10,56 kWh, que al igual que las lámparas OLED es un ahorro bastante significativo.

Una vez obtenido los valores de energía ahorrada por parte de los diferentes tipos de luminarias en el gimnasio, se procederá a analizar el ahorro en la energía total del gimnasio teniendo lo siguiente:

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>Energía Actual del Gimnasio</b>  | 24,5 KWh  |
| <b>Energía con Lámparas OLED</b>    | 12,59 KWh |
| <b>Energía con Lámparas Belenus</b> | 14,40 KWh |

### 5.2.6. ANÁLISIS DEL GIMNASIO CON NUEVA ENERGÍA

En puntos anteriores se indica la cantidad de energía que se puede obtener con las bicicletas estáticas y con las elípticas, así como también se indican la energía que se puede llegar a obtener de las baldosas tanto Pavegen como Powerfloor. Con el cambio de luminarias se disminuye el valor de consumo de energía, por lo que ahora se procederá a ver la cantidad de paneles solares que se necesitarán al tener un ahorro energético por otros medios.

En resumen:

1. Las bicicletas estáticas y las elípticas con el uso de 2 horas generan:

**Energía total en el uso de las máquinas por día**      0.791      KWh

2. Las baldosas Pavegen con 18 pasos y una potencia de 7J por paso con el uso de 90 :

**Energía total generada por baldosas Pavegen**    1,775      KWh

3. Las baldosas Powerfloor con 18 pasos y una potencia de 5J por paso con el uso de 90:

**Energía Generada por Baldosas Powerfloor**    1,296      KWh

#### 5.2.6.1. ANÁLISIS CON LÁMPARAS OLED

La energía utilizada en el gimnasio con Lámparas OLED es de:

**Energía con Lámparas OLED**                      13.38 KWh

#### 5.2.6.1.1. ANÁLISIS CON BALDOSAS PAVEGEN

| <b>Lámparas OLED + Baldosas Pavegen</b> |            |
|---|------------|
| <b>Energía total</b>                    | 10,027 KWh |
| <b>Energía Total Ahorrada</b>           | 14,23 KWh  |

Tabla 5.8: Ahorro energético Lámparas OLED + Baldosas Pavegen

Para este caso el análisis del sistema fotovoltaico solar sería:

| <b>Características Principales</b> |               |          |
|------------------------------------|---------------|----------|
| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> |          |
| Número de paneles                  | 8             | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100 Ah    | 5             | Baterías |

Tabla 5.9: Cálculo de paneles solares y baterías

En este caso se necesitarían 8 paneles solares y 5 baterías, con el ahorro de las lámparas Oled y con las baldosas Pavegen.

### 5.2.6.1.2. ANÁLISIS CON BALDOSAS POWERFLOOR

Para el caso de las lámparas Oled pero esta vez con las baldosas Powerfloor se tendría una energía total de:

| <b>Lámparas OLED + Baldosas Powerfloor</b> |           |
|--|-----------|
| <b>Energía total</b>                       | 6,37 KWh  |
| <b>Energía total Ahorrada</b>              | 18.13 KWh |

Tabla 5.10: Ahorro energético Lámparas OLED + Baldosas Powerfloor

En este caso para el cálculo de número de paneles sería:

| <b>Características Principales</b> |               |          |
|------------------------------------|---------------|----------|
| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> |          |
| Número de paneles                  | 5             | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100 Ah    | 3             | Baterías |

Tabla 5.11: Cálculo de paneles solares y baterías

En este caso se necesitarían 5 paneles solares y 3 baterías, por lo que en el capítulo posterior se analizará cual es la mejor opción dependiendo el costo que tenga las baldosas.

### 5.2.6.2. ANÁLISIS CON LÁMPARAS BELENUS

Una vez realizado el análisis con las lámparas OLED ahora se realizará en análisis con las lámparas llamadas Belenus, con estas lámparas en el gimnasio y duplicando el número de luminarias se tendría un consumo de:

**Energía con Lámparas Belenus**                      1,92 KWh

#### 5.2.6.2.1. ANÁLISIS CON BALDOSAS PAVEGEN

De igual manera como se realizó con las lámparas Oled ahora se realizará con las lámparas Belenus y en este caso con las baldosas Pavegen, con su respectivo análisis de número de paneles y las baterías que se necesitarían para este caso, teniendo lo siguiente:

| <b>Lámparas Belenus+ Baldosas Pavegen</b> |           |
|---|-----------|
| <b>Energía total</b>                      | 11,83 KWh |
| <b>Energía Ahorrada</b>                   | 12,67 KWh |

Tabla 5.12: Ahorro energético Lámparas Belenus+ Baldosas Pavegen

En el caso del análisis de la cantidad de paneles se tiene que:

| <b>Características Principales</b> |    |               |
|------------------------------------|----|---------------|
| <b>Descripción</b>                 |    | <b>Unidad</b> |
| Número de paneles                  | 10 | Paneles       |
| Capacidad de una Batería 100 Ah    | 6  | Baterías      |

Tabla 5.13: Cálculo paneles solares y baterías

En este caso como se observa también se necesitan 10 paneles solares con 6 baterías como en el caso de las baldosas Pavegen

#### 5.2.6.2.2. ANÁLISIS CON BALDOSAS POWERFLOOR

Por último se realizará el análisis con las baldosas Powerfloor para conocer la cantidad de paneles y la energía que llegaría a consumir el gimnasio con este medio de ahorro energético.

| <b>Lámparas Belenus + Baldosas Powerfloor</b> |            |
|---|------------|
| <b>Energía total</b>                          | 12,312 KWh |
| <b>Energía Ahorrada</b>                       | 12,18 KWh  |

Tabla 5.14: Ahorro energético Lámparas Belenus + Baldosas Powerfloor

| <b>Características Principales</b> |    |               |
|------------------------------------|----|---------------|
| <b>Descripción</b>                 |    | <b>Unidad</b> |
| Número de paneles                  | 10 | Paneles       |
| Capacidad de una Batería 100 Ah    | 6  | Baterías      |

Tabla 5.15: Cálculo paneles solares y baterías

Como se observa en este caso se necesitan de 10 paneles solares y 6 baterías, pero no es mucha la diferencia entre estos datos, motivo por el cual en el capítulo

posterior se analizará los costos que tienen estos para saber cuál sería la mejor opción para la transformación de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

### 5.2.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

En puntos anteriores se han analizado la cantidad de energía que se tiene actualmente y la cantidad de energía que se tendría con los diferentes métodos analizados de modo que se tiene:

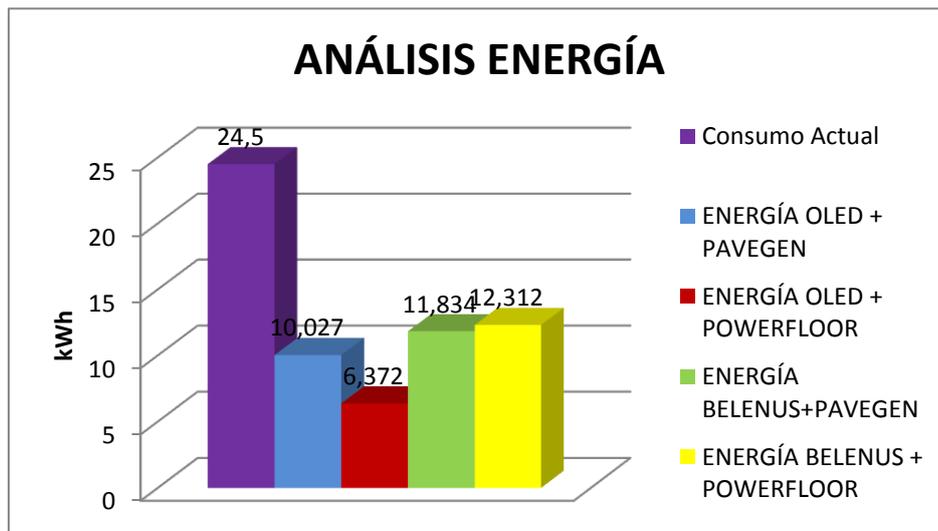


Figura 5.1: Comparación de energías por día

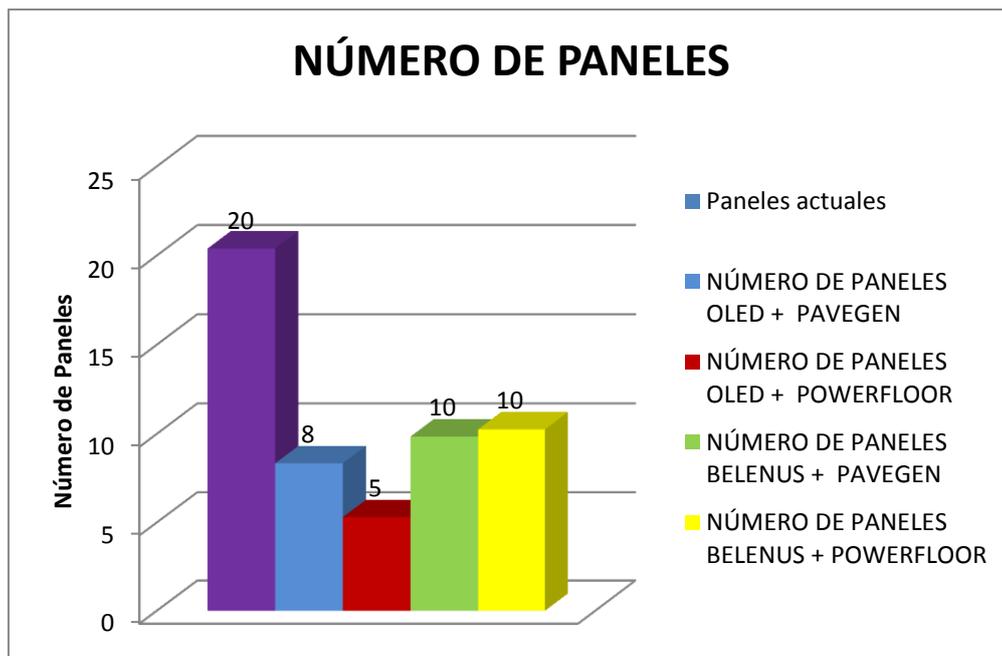


Figura 5.2: Número de paneles

### 5.3. ANÁLISIS DE ENERGÍA EN EL ÁREA AULAS

El análisis de energía en las aulas del edificio Mario Rizzini se hará con un cálculo aproximado, debido a que la energía tomada por el **Medidor de la Calidad de Energía** FLUKE, estas lecturas se lo realizó en semana de exámenes y en esos días no existe la cantidad normal de alumnos que asiste a la Universidad Politécnica Salesiana, motivo por el cual se ha decidido triplicar el valor de la energía consumida de los datos tomados con el FLUKE.

Esta energía ayudará a conocer cuál es el consumo que actualmente tiene el edificio Mario Rizzini y de esta manera observar cual sería el ahorro energético que se obtendría al obtener energía eléctrica por otros medios como son el cambio de luminarias, la colocación de baldosas y la colocación de paneles solares.

También se realizará un análisis de la cantidad de paneles que actualmente necesitaría el edificio Mario Rizzini para conocer cuál sería el ahorro en la cantidad de paneles ya que estos son costosos y de tamaño considerable que su colocación no sería muy fácil.

#### 5.3.1. CONSUMO ACTUAL DEL ÁREA AULAS

El consumo actual en el edificio Mario Rizzini de la Universidad Politécnica Salesiana es muy variable debido a que no todos los días van asistir la misma cantidad de alumnos como por ejemplo en días de exámenes los alumnos solo asisten por pocas horas a la Universidad, y por ende no será la misma demanda energética en esos días.

Los valores tomados por el Medidor de la Calidad de Energía FLUKE son tomados en días de exámenes por lo que no se consta con valores elevados pero se tomará en cuenta los valores en horas pico, es decir de 7 a 9 de la mañana y de 6 a

10 de la noche para conocer cuál es la mayor demanda que existe en la Universidad en el edificio Mario Rizzini.

Pero para su análisis se triplicará el valor de la demanda para tener un valor más real de energía consumida por el edificio Mario Rizzini y así conocer cuál es la mejor opción para el ahorro energético.

En el siguiente cuadro se indicará la cantidad de energía que fue tomada por la máquina FLUKE, son valores reales, pero se tomará cada hora para conocer cuál es el horario con mayor demanda energética, de esta manera tenemos:

| FECHA     | HORA       | VATIOS CONSUMIDOS | VATIOS POR HORA | ENERGÍA AUMENTADA |
|-----------|------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| Martes    | 10/07/2012 | 10:00:01          | 5 kWh           | 15 kWh            |
| Martes    | 10/07/2012 | 11:00:01          | 9 kWh           | 12 kWh            |
| Martes    | 10/07/2012 | 12:00:01          | 12 kWh          | 9 kWh             |
| Martes    | 10/07/2012 | 13:00:01          | 14 kWh          | 6 kWh             |
| Martes    | 10/07/2012 | 14:00:01          | 16 kWh          | 6 kWh             |
| Martes    | 10/07/2012 | 15:00:01          | 17 kWh          | 3 kWh             |
| Martes    | 10/07/2012 | 16:00:01          | 18 kWh          | 3 kWh             |
| Martes    | 10/07/2012 | 17:00:01          | 20 kWh          | 6 kWh             |
| Martes    | 10/07/2012 | 18:00:01          | 24 kWh          | 12 kWh            |
| Martes    | 10/07/2012 | 19:00:01          | 37 kWh          | 39 kWh            |
| Martes    | 10/07/2012 | 20:00:01          | 55 kWh          | 54 kWh            |
| Martes    | 10/07/2012 | 21:00:01          | 68 kWh          | 39 kWh            |
| Martes    | 10/07/2012 | 22:00:01          | 77 kWh          | 27 kWh            |
| Martes    | 10/07/2012 | 23:00:01          | 79 kWh          | 6 kWh             |
| Miércoles | 11/07/2012 | 0:00:01           | 79 kWh          | 0 kWh             |
| Miércoles | 11/07/2012 | 1:00:01           | 80 kWh          | 3 kWh             |
| Miércoles | 11/07/2012 | 2:00:01           | 81 kWh          | 3 kWh             |
| Miércoles | 11/07/2012 | 3:00:01           | 81 kWh          | 0 kWh             |
| Miércoles | 11/07/2012 | 4:00:01           | 82 kWh          | 3 kWh             |
| Miércoles | 11/07/2012 | 5:00:01           | 82 kWh          | 0 kWh             |
| Miércoles | 11/07/2012 | 6:00:01           | 83 kWh          | 3 kWh             |
| Miércoles | 11/07/2012 | 7:00:01           | 85 kWh          | 6 kWh             |
| Miércoles | 11/07/2012 | 8:00:01           | 90 kWh          | 15 kWh            |
| Miércoles | 11/07/2012 | 9:00:01           | 96 kWh          | 18 kWh            |
| Miércoles | 11/07/2012 | 10:00:01          | 98 kWh          | 6 kWh             |

Tabla 5.16: Energía Consumida por el edificio Mario Rizzini (Medidor de la Calidad de Energía FLUKE)

Como se observa en la Tabla 5.16 se encuentra detallado el consumo que tiene el edificio Mario Rizzini por horas, y como se observa el mayor consumo en el edificio es en las horas pico es decir desde las 6 pm hasta las 10 pm, de igual manera existe un consumo considerable de 7 am a 10 am, el mayor consumo es a las 20:00, el cual su consumo es de 18 kWh pero como se mencionó con anterioridad este valor se triplicará teniendo un consumo de 54 kWh.

Pero para el cálculo del sistema fotovoltaico se ocupara el valor total de consumo por día que es de 98 kWh pero triplicando se tendría 294 kWh para así conocer cuál es el ahorro que se llegaría a tener con el uso de las baldosas que generan electricidad y del ahorro mediante el cambio de luminarias.

### 5.3.2. ENERGÍA GENERADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO

De igual manera que se realizó con el gimnasio, se analizará la cantidad de paneles que necesitaría el edificio Mario Rizzini para el sistema fotovoltaico sin ningún método para generar energía limpia, para conocer cuál es la cantidad de paneles necesarios para cubrir esta demanda. Como ya se ha mencionado el consumo diario que tiene el edificio Mario Rizzini es de 98 kWh, este dato es tomado en días de exámenes, por lo que se triplicará el valor del consumo porque no existe la misma cantidad de alumnos esas fechas, por lo que el consumo será de 294 kWh

| Características Principales     |     |          |
|---------------------------------|-----|----------|
| Descripción                     |     | Unidad   |
| Número de paneles               | 250 | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100 Ah | 123 | Baterías |

Tabla 5.17: Cálculo de paneles solares y baterías

En este caso también se realizó el análisis con paneles solares de 240 W y con baterías de 24 V, y como se observa en la Tabla 5.17 sin una generación de energía limpia se necesita de 250 paneles solares y de 123 baterías que es un valor bastante significativo por lo que se tratará de reducir esta cantidad mediante la generación de energía limpia.

### 5.3.3. ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS

En este caso al igual que en el gimnasio se analizará para conocer a cantidad de energía que generan las baldosas, las cuales se colocarán en los pasillos del edificio Mario Rizzini. El cálculo para el análisis de colocación de baldosas y la energía que generan se lo realizó en el capítulo 3, por lo que ahora se realizará un resumen concreto con la cantidad de energía que se necesita exactamente.

#### 5.3.3.1. BALDOSAS PAVEGEN

Las baldosas Pavegen son un tipo de baldosas que al pisarlas generan energía eléctrica, estas generan 2,1 Wh, estas baldosas serán colocadas en los pasillos del edificio Mario Rizzini para obtener una generación de energía limpia, así de esta manera obtener un ahorro energético.

El análisis de la generación de energía eléctrica por parte de las baldosas Pavegen se lo realizo en el capítulo 2, en este caso se debe tener muy en cuenta que la luz led que tienen estas baldosas en el centro consumen el 5% de la energía generada, así como también se debe tener en cuentas que solo se llegaría a colocar cada 4 baldosas normales una baldosa Pavegen, de esta manera tenemos:

|  |                  |
|--|------------------|
| <b>Total de Baldosas por cada 4 baldosas una Pavegen</b> | 1953,55 Baldosas |
| <b>Total de Energía Generada en un día</b>               | 5753,20 Wh       |
| <b>Total de Energía Generada en un mes</b>               | 149578 Wh        |

Como se observa en la tabla al colocar las baldosas Pavegen se obtendría una generación de energía de 5,7 kWh el cual es un valor considerable teniendo en cuenta que el edificio Mario Rizzini consume 294 kWh por día.

Este análisis también se tendrá en cuenta al realizar el consumo que tendría el edificio al realizar el cambio de luminarias y de esta manera analizar cuál sería el número de paneles solares que se llegaría a necesitar, puesto que sin ningún ahorro se necesitaría de 227 paneles solares.

### 5.3.3.2. BALDOSAS POWERFLOOR

De igual manera que se realizó con las baldosas Pavegen se analizará la cantidad de energía que podría llegar a generar las baldosas Powerfloor al colocar cada 4 baldosas normales una de estas baldosas, sabiendo que estas baldosas generan 2,25 Wh con 18 pisadas, una potencia de 5J y con el uso de 90 minutos como se explico anteriormente, también se debe tener en cuenta que estas baldosas no se las encuentran con facilidad por lo que se analizará la posibilidad de colocar o no estas baldosas. En este caso tenemos que:

|  |                  |
|--|------------------|
| <b>Total de baldosas, cada 4 baldosas una Powerfloor</b> | 2220,88 baldosas |
| <b>Energía Generada por día</b>                          | 4995 Wh          |
| <b>Energía Generada por mes</b>                          | 129870 Wh        |

Como se observa estas baldosas llegan a generar 4.99 kWh por día que es una diferencia de 758 Wh el cual es un valor considerable que se debe tener en cuenta al escoger la mejor opción.

### 5.3.4. ENERGÍA AHORRADA POR ILUMINACIÓN

De igual forma como se realizó en el gimnasio, se analizará la cantidad de energía que se llegaría a ahorrar al realizar el cambio de luminarias ya sea por parte de las lámparas Belenus o de las lámparas oled para conocer cuál sería la mejor opción para el edificio Mario Rizzini. El edificio Mario Rizzini consta de 4 plantas como fue explicado en el capítulo 3 cada planta consta de aulas, servicios higiénicos, y en el caso de la cuarta planta consta con aula magna y con aulas de audiovisuales, por lo que continuación se detallará la cantidad de luminarias que posee cada planta:

|                 | Aulas | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas |
|-----------------|-------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|
| <b>Planta 1</b> | 12    | 5                    | 0           | 0             | 1       | 1      | 4       |
| <b>Planta 2</b> | 12    | 4                    | 0           | 0             | 1       | 1      | 2       |
| <b>Planta 3</b> | 12    | 4                    | 0           | 0             | 1       | 1      | 2       |
| <b>Planta 4</b> | 0     | 4                    | 3           | 6             | 1       | 0      | 1       |

Tabla 5.18: Número de aulas, servicios higiénicos, etc., por planta

|          | Por Cada Aula | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas |
|----------|---------------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|
| Planta 1 | 6             | 1                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 1       |
| Planta 2 | 6             | 1                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 1       |
| Planta 3 | 6             | 1                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 1       |
| Planta 4 | 0             | 1                    | 26          | 6             | 26      | 0      | 1       |

Tabla 5.19: Número de lámparas por área de cada planta

|                                | Aulas | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas | Total |
|--------------------------------|-------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|-------|
| Planta 1                       | 72    | 5                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 4       | 109   |
| Planta 2                       | 72    | 4                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 2       | 106   |
| Planta 3                       | 72    | 4                    | 0           | 0             | 26      | 2      | 2       | 106   |
| Planta 4                       | 0     | 4                    | 78          | 36            | 26      | 0      | 1       | 145   |
| <b>Total de lámparas : 466</b> |       |                      |             |               |         |        |         |       |

Tabla 5.20: Número total de lámparas por cada planta

|   | Aulas  | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas | Total     |
|---|--------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|-----------|
| Planta 1                                      | 5760 w | 400 w                | 0           | 0             | 2080 w  | 160 w  | 320 w   | 8720 w    |
| Planta 2                                      | 5760 w | 320 w                | 0           | 0             | 2080 w  | 160 w  | 160 w   | 8480 w    |
| Planta 3                                      | 5760 w | 320 w                | 0           | 0             | 2080 w  | 160 w  | 160 w   | 8480 w    |
| Planta 4                                      | 0      | 320 w                | 0           | 2880 w        | 2080 w  | 0      | 80 w    | 5360 w    |
| <b>Potencia Consumida en Iluminación</b>      |        |                      |             |               |         |        |         | 31040 w   |
| <b>ENERGÍA TOTAL CONSUMIDA EN ILUMINACIÓN</b> |        |                      |             |               |         |        |         | 248320 Wh |

Tabla 5.21: Potencia y energía consumida en el edificio Mario Rizzini

Como se observa en la Tabla 5.21 solo en iluminación el edificio Mario Rizzini consume 248,32 kWh por día, suponiendo que todas las lámparas se prenden 8 horas diarias, y como se mencionó con anterioridad el edificio consume 294 kWh por día por lo que la iluminación es el mayor consumo que se tiene en el edificio en mención.

Si se observa en la Tabla 5.21 no se toma en cuenta el consumo energético de las aulas magnas, debido a que estas tienen colocado ojos de buey en toda el aula y su consumo no es muy elevado, por lo que se tiene que la potencia de estas aulas es de 4,68 kW y su energía consumida es de 37,44 kWh suponiendo que estas aulas son ocupadas 8 horas al día.

### 5.3.4.1. LÁMPARAS OLED

Las lámparas oled como ya es de conocimiento estas consumen tan solo 0,71 w y su tiempo de vida útil es de 14.000 horas como se ha mencionado en capítulos anteriores, estas lámparas se encuentran todavía en investigaciones por lo que no está explotada al momento pero la marca de lámparas OSRAM ya se encuentra comercializando este producto, por lo que se consiguió de esta manera los datos técnicos de este tipo de iluminación.

En el caso del edificio Mario Rizzini se colocará una lámpara oled en vez de las lámparas fluorescentes que se tienen actualmente, por lo que se tendría un ahorro energético bastante considerable, y si se colocarían esta iluminación el consumo energético de todo el edificio Mario Rizzini seria:

| <b>AULAS</b>                             |            |
|--|------------|
| <b>Potencia Consumida en Iluminación</b> | 275,48 W   |
| <b>Energía consumida en iluminación</b>  | 2203,84 Wh |

Tabla 5.22: Potencia y energía consumida con lámparas Oled

Como se observa en la Tabla 5.22 con lámparas oled el edificio Mario Rizzini en iluminación tendría un consumo de 2,203 kWh sin tener en cuenta las aulas magnas, si se sumaría el consumo que tienen estas aulas se tendría un consumo total de 85 kWh el cual se tendría un ahorro bastante significativo en la planilla eléctrica que tiene actualmente la Universidad Politécnica Salesiana, en potencia que ahorraría solo en el edificio Mario Rizzini sería un total de 30,764 kW que en energía resultaría un total de 246,116 kWh.

Si se tiene en cuenta lo que actualmente consume el edificio Mario Rizzini la energía que consume es de 294 kWh con las lámparas fluorescentes colocadas actualmente, y el consumo que llegaría a tener el edificio con las lámparas oled será de 85,32 kWh el valor de energía es bastante considerable, por lo que no sería necesario la colocación de paneles solares, sino que solo con la colocación de las baldosas sería la mejor opción para este edificio.

Teniendo en cuenta que la iluminación no solo forma parte del edificio, pero, es lo que mayor consumo energético tiene, se debe toma en cuenta que de los 294 kWh que consume todo el edificio, la iluminación consume 248, 32kWh por lo que existe un consumo por parte de los elementos instalados en el edificio que es de 45, 68 kWh.

De esta manera se tiene que al colocar las lámparas oled en el edificio se tendría un consumo de 39,64 kWh por parte de la iluminación y un 45,68 kWh por parte de los circuitos de fuerza, teniendo en consumo total de 85,32 kWh

#### 5.3.4.2. LÁMPARAS BELENUS

En capítulos anteriores ya se ha explicado las características técnicas de las lámparas Belenus, se conoce que estas lámparas consumen 6 W, y su tiempo de vida útil es de 100 años, estas lámparas son parecidas a los focos ahorradores por lo que se ha decidido realizar los cálculos pero con la colocación de 2 focos por cada lámpara colocada actualmente teniendo un total de lámparas por el edificio de:

|                          | Aulas | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas | Total      |
|--------------------------|-------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|------------|
| <b>Planta 1</b>          | 144   | 10                   | 0           | 0             | 52      | 4      | 32      | 242        |
| <b>Planta 2</b>          | 144   | 8                    | 0           | 0             | 52      | 4      | 8       | 216        |
| <b>Planta 3</b>          | 144   | 8                    | 0           | 0             | 52      | 4      | 8       | 216        |
| <b>Planta 4</b>          | 0     | 8                    | 0           | 72            | 52      | 0      | 2       | 134        |
| <b>Total de lámparas</b> |       |                      |             |               |         |        |         | <b>808</b> |

Tabla 5.23: Número de lámparas Belenus

Como se observa en la Tabla 5.23 no se toma en cuenta las aulas magnas por razones ya mencionadas, por lo que si se llegará a colocar las lámparas Belenus se tendría un consumo de:

|  | Aulas | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas | Total           |
|--|-------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|-----------------|
| <b>Planta 1</b>                          | 864 w | 60 w                 | 0           | 0             | 312 w   | 24 w   | 192 w   | 1452 w          |
| <b>Planta 2</b>                          | 864 w | 48 w                 | 0           | 0             | 312 w   | 24 w   | 48 w    | 1296 w          |
| <b>Planta 3</b>                          | 864 w | 48 w                 | 0           | 0             | 312 w   | 24 w   | 48 w    | 1296 w          |
| <b>Planta 4</b>                          | 0     | 48 w                 | 0           | 432 w         | 312 w   | 0      | 12 w    | 804 w           |
| <b>Potencia Consumida en Iluminación</b> |       |                      |             |               |         |        |         | <b>4848 w</b>   |
| <b>Energía Consumida en Iluminación</b>  |       |                      |             |               |         |        |         | <b>38784 Wh</b> |

**Tabla 5.24: Potencia y energía consumida con lámparas Belenus**

Como se observa en la Tabla 5.24 si se colocará las lámparas Belenus se tendría un consumo de 38,78 kWh y con el consumo de las aulas magnas se tendría un consumo total de 37,44 kWh

Teniendo en cuenta que el edificio solo en iluminación consume 248,320 kWh y con las lámparas Belenus consumirían 82,92 kWh si sería un ahorro elevado, teniendo en cuenta que las lámparas oled consumirían mucho menos que las lámparas Belenus.

De igual manera solo con la generación de energía aportada por las baldosas cubriría la demanda energética en iluminación del edificio Mario Rizzini.

Si se tiene en cuenta lo mencionado en el punto anterior con respecto a la energía consumida por los circuitos de fuerza que es de 8.24 kWh y con la energía que consumiría el gimnasio si se colocarán las luminarias Belenus que es de 37,248 kWh se tendría que el edificio consumiría 74,68 kWh

### **5.3.5. ANÁLISIS CON NUEVA ENERGÍA EN EL ÁREA AULAS**

El análisis para la nueva energía que se podría llegar a tener en el área aulas, es decir la nueva energía que se llegaría a tener en el edificio Mario Rizzini primero debe recalcar la energía que este consume, para así obtener una mayor apreciación sobre cuanto se llegaría a ahorrar y verificar si es necesario o no la colocación de paneles solares en este edificio.

Actualmente el edificio Mario Rizzini consume un promedio de 294 kWh por día, lo cual esto es muy variable dependiendo del uso que tenga este, ya que en ciertos días el edificio no posee la misma cantidad de alumnos que posee en otros. Basándose en ese valor de energía se sabe que se necesitarían 227 paneles solares para el sistema fotovoltaico a colocar. Teniendo en cuenta estos valores se procederá a analizar la nueva energía que llegaría a tener el edificio al realizar un cambio de luminarias y con la colocación de baldosas.

### 5.3.5.1. ANÁLISIS CON LÁMPARAS OLED

Las lámparas Oled como se ha mencionado con anterioridad consumen 0.71 w con un tiempo de vida de 14.000 horas, teniendo en cuenta estos datos y con la cantidad de luminarias que se mostró en la Tabla 5.24 se tiene que el edificio Mario Rizzini consumiría un total de:

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Energía en circuitos de iluminación oled</b> | 39,64 kWh |
| <b>Energía total del edificio con oled</b>      | 47,88 kWh |

Teniendo en cuenta lo anterior se procederá a ver cuál es la cantidad de paneles solares que se necesitaría para el nuevo consumo energético con la colocación de lámparas oled.

#### 5.3.5.1.1. ANÁLISIS CON BALDOSAS PAVEGEN

La energía que podría llegar a generar las baldosas Pavegen en un día es de 0.75 KWh, y teniendo en cuenta la energía que se llegaría a consumir en iluminación si al edificio se le colocan las luminarias oled exceptuando en las aulas magnas se tienen que este consumiría en total 47.884 kWh.

Para conocer la cantidad de paneles solares que se necesitarían colocar debemos tener la diferencia entre la energía que consume el edificio y la energía generada por las baldosas Pavegen. Por lo consiguiente se tiene que:

|   |                      |            |
|---|----------------------|------------|
| <b>Lámparas OLED + Baldosas Pavegen</b> | <b>Energía total</b> | 41,406 KWh |
|---|----------------------|------------|

Una vez obtenido el valor de la energía que faltaría para cubrir la demanda energética del edificio con las características de las lámparas oled junto con las baldosas Pavegen, se procederá a realizar el cálculo de paneles solares para el sistema fotovoltaico, de esta manera se tiene que:

| <b>Características Principales</b> |               |          |
|------------------------------------|---------------|----------|
| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> |          |
| Número de paneles                  | 34            | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100 Ah    | 20            | Baterías |

**Tabla 5.25: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas oled + baldosas Pavegen**

En la Tabla 5.25 nos indica que si al edificio Mario Rizzini se le realiza un cambio de luminarias por las lámparas oled y una colocación de baldosas Pavegen se necesitarán 34 paneles solares con 20 baterías respectivamente.

**5.3.5.1.2. ANÁLISIS CON BALDOSAS POWERFLOOR**

En el caso de las baldosas Powerfloor se tiene que estas generarían un valor de 4.99 kWh para el edificio Mario Rizzini y como y se mencionó anteriormente con lámparas oled, el edificio consumiría 74,109 kWh.

Realizando el mismo procedimiento que se hizo con la baldosa Pavegen se tiene que el edificio consumiría en total:

**Lámparas OLED + Baldosas Powerfloor      Energía Total      69,112 kWh**

Teniendo en cuenta el valor de energía que faltaría para cumplir la demanda energética que es de 69,112 kWh el análisis para el cálculo de paneles solares se tendría que:

| <b>Características Principales</b> |    |               |
|------------------------------------|----|---------------|
| <b>Descripción</b>                 |    | <b>Unidad</b> |
| Número de paneles                  | 58 | Paneles       |
| Capacidad de una Batería 100 Ah    | 29 | Baterías      |

**Tabla 5.26: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas oled + baldosas Powerfloor**

En la Tabla 5.26 se muestra que se necesitan de 58 paneles solares con 29 baterías, para cubrir la demanda energética que necesita el edificio Mario Rizzini.

**5.3.5.2. ANÁLISIS CON LÁMPARAS BELENUS**

De igual manera como se realizó con las lámparas oled, se realizará el análisis con las lámparas Belenus para analizar cuál sería el ahorro energético que se tendría tanto con las baldosas Pavegen como con las baldosas Powerfloor, en este caso solo se analizará la energía que estos generan, puesto que las demás características son de suma importancia al momento de elegir la mejor opción para tener la Universidad Energéticamente verde. Como se ha mencionado en párrafos y en

capítulos anteriores las lámparas Belenus consumen 6 W y su tiempo de vida útil es de 100 años, según sus especificaciones técnicas dadas por sus fabricantes.

En el caso de las lámparas Belenus se duplicará el número de lámparas a colocar, puesto que estas son de características físicas similares a los focos ahorradores, de esta manera el número de luminarias quedaría de la siguiente manera:

|                          | Aulas | Servicios Higiénicos | Aulas Magna | Audiovisuales | Pasillo | Gradas | Bodegas | Total |
|--------------------------|-------|----------------------|-------------|---------------|---------|--------|---------|-------|
| <b>Planta 1</b>          | 144   | 10                   | 0           | 0             | 52      | 4      | 32      | 242   |
| <b>Planta 2</b>          | 144   | 8                    | 0           | 0             | 52      | 4      | 8       | 216   |
| <b>Planta 3</b>          | 144   | 8                    | 0           | 0             | 52      | 4      | 8       | 216   |
| <b>Planta 4</b>          | 0     | 8                    | 0           | 72            | 52      | 0      | 2       | 134   |
| <b>Total de lámparas</b> |       |                      |             |               |         |        |         | 808   |

Tabla 5.27 Número total de lámparas Belenus por cada planta

En este caso la energía que consumiría el edificio Mario Rizzini al colocar las lámparas Belenus es de:

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Energía con iluminación Belenus</b> | 37,24 kWh |
| <b>Energía total Belenus</b>           | 82,93 kWh |

En el cálculo anterior ya se encuentra el consumo de los circuitos de fuerza del edificio.

#### 5.3.5.2.1. ANÁLISIS CON BALDOSAS PAVEGEN

El análisis del ahorro energético con las baldosas Pavegen es el mismo que se ha venido realizando anteriormente, el mismo que nos indicará la cantidad de paneles solares que se necesitarían junto con el número de las baterías para cubrir la demanda energética que es de 82,928 kWh con las lámparas Belenus.

Como se ha indicado en puntos anteriores las baldosas Pavegen colocadas en los pasillos del edificio Mario Rizzini generarían 6.47 kWh por lo que no cubriría la demanda energética que tuviera el edificio si se colocaran las lámparas Belenus por lo que la energía faltante es de:

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Energía Total con Lámparas Belenus+ Baldosas Pavegen</b> | 76,45 kWh |
|---|-----------|

Como se observa la energía faltante es de 76,45 KWh por lo que se lo cubrirá con la colocación de paneles solares, teniendo lo siguiente:

| Características Principales     |    |          |
|---------------------------------|----|----------|
| Descripción                     |    | Unidad   |
| Número de paneles               | 64 | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100 Ah | 35 | Baterías |

Tabla 5.28: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosas Pavegen

En la Tabla 5.28 se indica la cantidad de paneles que se necesitaría para cubrir la demanda energética con estas características, en este caso se necesitarían de 64 paneles y 35 baterías, lo cual es el valor más elevado hasta ahora de los medios de ahorro energético

#### 5.3.5.2.2. ANÁLISIS CON BALDOSAS POWERFLOOR

En el caso de las baldosas Powerfloor y las luminarias Belenus se realizaría el mismo cálculo de todos los casos anteriores para satisfacer la demanda energética que requiere si se colocara las lámparas Belenus que es de 82,928 kWh. La cantidad de energía que generan las baldosas Powerfloor es de 4.99 kWh por lo no satisface la demanda energética en el edificio Mario Rizzini, este valor faltando es:

**Energía total con Lámparas Belenus + Baldosas Powerfloor 77,93 KWh**

Como se puede observar que la energía faltante es elevada por lo que se analizará la cantidad de paneles que necesita, al igual que el número de baterías para cumplir la demanda energética de 77,93 kWh teniendo por consiguiente:

| Características Principales     |    |          |
|---------------------------------|----|----------|
| Descripción                     |    | Unidad   |
| Número de paneles               | 65 | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100 Ah | 32 | Baterías |

Tabla 5.29: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas Belenus y Powerfloor

### 5.3.6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

De igual manera como se realizó en el gimnasio, ahora se procederá a analizar la cantidad de energía que se ahorraría al tener los diferentes métodos

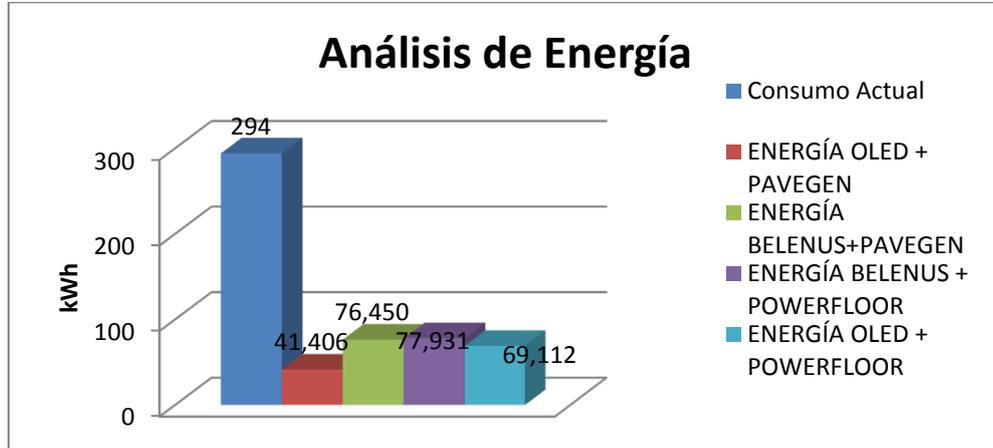


Figura 5.3: Análisis de energía con los diferentes sistemas

Y de igual manera como se realizó en el gimnasio, ahora se analizará la cantidad de paneles que se necesitaría en cada caso.

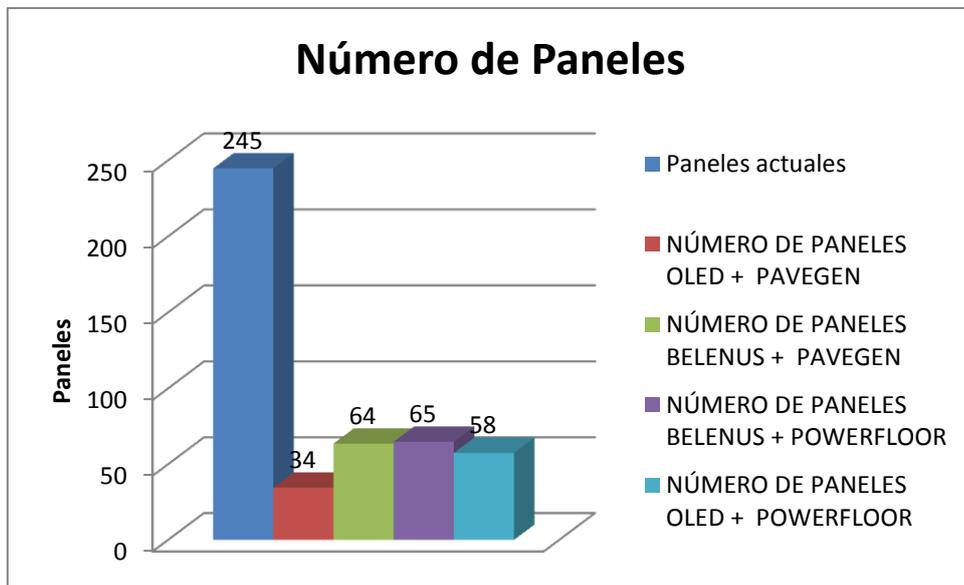


Figura 5.4: Reducción de paneles con los diferentes sistemas

## **5.4. ANÁLISIS DE ENERGÍA EN EL ÁREA TALLERES**

Para realizar el análisis en el área de los talleres, se lo dividirá, debido a que se tienen 2 talleres de más uso en el edificio Cornelio Merchán, como es el taller de Electricidad y el taller de Mecánica, en el capítulo 4 se menciona la parte de aulas, salas de computo, etc., pero no se tomará en cuenta debido a que estos departamentos han sido modificados en este año, y con el cálculo realizado en el área de las aulas se tiene una idea de cómo funcionarían estas oficinas y el área de computo.

El análisis exclusivo de los talleres se da ya que estos son los lugares con más carga instalada que posee la Universidad Politécnica sede Cuenca, ya que hoy en día los talleres constan con equipos totalmente nuevos y con la última tecnología para que los alumnos satisfagan sus estudios dentro de la Universidad.

Como se mencionó anteriormente se analizará la cantidad de energía que actualmente consume tanto el taller de electricidad como el taller de mecánica y de esta manera obtener un porcentaje de ahorro energético con las baldosas y con el cambio de luminarias, y analizar si la cantidad de paneles que se necesitarían para cubrir la demanda energética es el adecuado para este edificio.

### **5.4.1. ENERGÍA EN EL TALLER DE ELECTRICIDAD**

En el taller de electricidad existen diferentes tipos de laboratorios, los cuales fueron detallados en la Tabla que se encuentra en el capítulo 4, esto ayuda a conocer las máquinas y los materiales didácticos que posee cada uno.

De igual manera como se realizó en el área del gimnasio y en el área de aulas, se tomó los datos de la energía consumida por el taller de electricidad con el Medidor de la Calidad de Energía FLUKE para conocer cuál es el consumo que tiene este taller y verificar si es factible o no tener un ahorro energético en este taller.

También se realizó un análisis del número de lámparas que tiene el taller para realizar un análisis con las lámparas Belenus y oled para conocer el ahorro energético que se llegaría a tener si se realizará el cambio de estas.

#### **5.4.1.1. CONSUMO ACTUAL EN EL TALLER DE ELECTRICIDAD**

En este caso la energía consumida por el taller de electricidad se la tomo en días de exámenes, por lo que también se triplicará el valor de energía con respecto al valor tomado con el FLUKE, pero también se colocará el valor que consumió el día que se colocó la máquina.

El taller de electricidad posee varias máquinas que se encuentran en uso alrededor de 14 horas al día, dependiendo del horario de clase que tengan los alumnos y si el profesor decide o no ocupar los laboratorios, por lo que el consumo de los talleres es variable.

En el caso del taller de electricidad la iluminación no es tan utilizada como en el caso de las aulas, esto se da debido a que el taller se encuentra en un lugar con bastante luz, y algunos de los talleres no se encuentran encerrados, pero de igual manera se analizará el ahorro que se llegaría a obtener si se realizará el cambio de luminarias y la energía que se puede generar si se colocaran las baldosas a mencionadas en capítulos anteriores.

| FECHA               | VATIOS CONSUMIDOS | VATIOS POR HORA | ENERGÍA AUMENTADA |
|---------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 02/07/2012 10:04:59 | 6 kWh             | 6 kWh           | 18 kWh            |
| 02/07/2012 11:04:59 | 13 kWh            | 7 kWh           | 39 kWh            |
| 02/07/2012 12:09:59 | 18 kWh            | 5 kWh           | 54 kWh            |
| 02/07/2012 13:04:59 | 20 kWh            | 2 kWh           | 60 kWh            |
| 02/07/2012 14:04:59 | 24 kWh            | 4 kWh           | 72 kWh            |
| 02/07/2012 15:04:59 | 29 kWh            | 5 kWh           | 87 kWh            |
| 02/07/2012 16:04:59 | 35 kWh            | 6 kWh           | 105 kWh           |
| 02/07/2012 17:04:59 | 41 kWh            | 6 kWh           | 123 kWh           |
| 02/07/2012 18:04:59 | 52 kWh            | 11 kWh          | 156 kWh           |
| 02/07/2012 19:04:59 | 65 kWh            | 13 kWh          | 195 kWh           |
| 02/07/2012 20:04:59 | 74 kWh            | 9 kWh           | 222 kWh           |
| 02/07/2012 21:04:59 | 82 kWh            | 8 kWh           | 246 kWh           |
| 02/07/2012 22:04:59 | 85 kWh            | 3 kWh           | 255 kWh           |
| 02/07/2012 23:04:59 | 86 kWh            | 1 kWh           | 258 kWh           |
| 03/07/2012 0:04:59  | 87 kWh            | 1 kWh           | 261 kWh           |
| 03/07/2012 1:04:59  | 88 kWh            | 1 kWh           | 264 kWh           |
| 03/07/2012 2:04:59  | 89 kWh            | 1 kWh           | 267 kWh           |
| 03/07/2012 3:04:59  | 91 kWh            | 2 kWh           | 273 kWh           |
| 03/07/2012 4:04:59  | 92 kWh            | 1 kWh           | 276 kWh           |
| 03/07/2012 5:04:59  | 93 kWh            | 1 kWh           | 279 kWh           |
| 03/07/2012 6:04:59  | 94 kWh            | 1 kWh           | 282 kWh           |
| 03/07/2012 7:04:59  | 95 kWh            | 1 kWh           | 285 kWh           |
| 03/07/2012 8:04:59  | 98 kWh            | 3 kWh           | 294 kWh           |
| 03/07/2012 9:04:59  | 104 kWh           | 6 kWh           | 312 kWh           |

**Tabla 5.30: Consumo Actual del taller de electricidad**

Como se observa en la Tabla 5,30 el consumo diario del taller de electricidad es de 312 kWh por lo que es un valor bastante elevado, por lo que se analizará cual sería el ahorro energético que se tendría al cambio de luminarias.

Para el cambio de luminarias se indica a continuación el consumo actual que tiene el taller de electricidad para conocer cuál es el ahorro energético que se llegaría a tener si se realiza el cambio de luminarias.

| Lámparas                  | Potencia en Watts | Total  |
|---------------------------|-------------------|--------|
| lámparas 3x20             | 60                | 20940  |
| lámparas 2x30             | 60                | 3000   |
| lámparas 2x32             | 64                | 4672   |
| lámparas 2x40             | 80                | 720    |
| <b>Carga total Watts</b>  |                   | 29332  |
| <b>Energía Total (Wh)</b> |                   | 234656 |

Tabla 5,31: Potencia y Energía en iluminación del taller de Electricidad

Para el cálculo de la energía en el taller de electricidad, se tomo en cuenta el número de horas que aproximadamente pasan encendidas las luces en el laboratorio que son de 8 horas, de esta manera se tiene que el consumo actual de energía del taller de electricidad es de 234, 656 kWh como se indica en la Tabla 5.31.

#### 5.4.1.2. ENERGÍA GENERADA POR SISTEMA FOTOVOLTAICO

El análisis para el sistema fotovoltaico se lo realizará de igual manera como en casos anteriores, antes de tener el ahorro energético mediante el cambio de luminarias y la colocación de baldosas.

Como se indicó en la Tabla 5.30 el consumo del Taller de electricidad es de 312 kWh por día, por lo que se necesitará cierta cantidad de paneles solares para cumplir con la demanda energética que requiere esta cantidad, así se tiene que:

| Características Principales     |     |          |
|---------------------------------|-----|----------|
| Descripción                     |     | Unidad   |
| Número de paneles               | 260 | Paneles  |
| Capacidad de una batería 100 Ah | 130 | Baterías |

Tabla 5,32: Cálculo del sistema fotovoltaico del taller de electricidad

Como se observa en la Tabla 5.32 se necesitan 260 paneles solares y 130 baterías para cumplir con la demanda energética que necesita el taller de electricidad. En este caso se analizará la cantidad de energía que se llegaría ahorrar con la colocación de las baldosas y el cambio de luminarias.

### 5.4.1.3. ENERGÍA GENERADA POR BALDOSAS

En el caso del taller de Electricidad se analizará la cantidad de energía que se llegaría a tener si las baldosas se colocaran en los pasillos del taller de electricidad el cual tiene un área de 280,294 m<sup>2</sup>. De igual manera que se realizó con el gimnasio y con el edificio Mario Rizzini se analizará la cantidad de energía que generan tanto las baldosas Pavegen como las baldosas Powerfloor.

#### 5.4.1.3.1. BALDOSAS PAVEGEN

Como se ha mencionado en casos anteriores las baldosas Pavegen miden 60 x 45 cm y generan 3,1 Wh y serán colocadas en el pasillo del taller de electricidad, para lo cual también se ha decidido colocar cada cuatro baldosas ya instaladas una baldosas Pavegen debido a su costo, de esta manera tenemos el número de baldosas que se necesitarán son:

**Baldosas a Colocar**                      260 baldosas

Con las 260 baldosas colocadas, estas generarán en total:

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| <b>Potencia generada en un día</b> | 806 W    |
| <b>Energía generada por mes</b>    | 20956 Wh |

Esta es la energía generada por las baldosas, pero se debe tener en cuenta que estas baldosas el 5% de esta energía generada es consumida por el foco led que tiene en el centro, teniendo en total una generación para utilizar de:

|   |            |
|---|------------|
| <b>Energía Total Generada en un día</b> | 756.7 W    |
| <b>Energía Total Generada por Mes</b>   | 19908.2 Wh |

Como se observa las baldosas Pavegen generarán 756.7 kWh en un día en el taller de electricidad, este dato será útil en cálculos posteriores para conocer el ahorro que se tendrá en el taller.

#### 5.4.1.3.2. BALDOSAS POWERFLOOR

Así como se realizó el análisis para las baldosas Pavegen, se realizará el análisis para las baldosas Powerfloor, se conoce que estas miden 50 x 50 cm y llegan a generar , con estos datos, el número de baldosas a colocar sería:

**Baldosas a colocar** 280,29 baldosas

Se debe tener en cuenta que se colocará cada 4 baldosas una baldosa Powerfloor, con este número de baldosas se tiene que generaría una energía de:

**Energía generada en un día** 630.6 W  
**Energía generada por mes** 16396,96 Wh

Como se observa las baldosas Powerfloor colocadas en el pasillo del taller de electricidad llegarían a generar 0.63 kWh en un día.

#### 5.4.1.4. ENERGÍA AHORRADA POR ILUMINACIÓN

El análisis para conocer la energía que se obtendría si se realizará un cambio de luminarias ya sea con las lámparas oled o con las Belenus es el mismo que se ha venido realizando en puntos anteriores, por lo que primero se colocará la cantidad de luminarias que actualmente posee el taller de electricidad y de esta manera conocer cuál es la potencia y la energía consumida por este taller, y apreciar de una mejor manera el ahorro energético que se obtendría.

En el taller de electricidad no todas las lámparas son iguales, esto se da debido que en estos últimos años se ha venido remodelando tanto las máquinas como las instalaciones del taller, por lo que en el capítulo 4 en la Tabla 4.3 esta detallada la cantidad exacta de lámparas y la potencia que posee cada una, por lo que ahora simplemente se colocará la tabla con la potencia y energía consumida por parte de la iluminación en el taller de electricidad, teniendo en cuenta que las luminarias pasan encendidas 8 horas al día, así tenemos que:

| Lámparas                  | Potencia en Watts | Total  |
|---------------------------|-------------------|--------|
| lámparas 3x20             | 60                | 20940  |
| lámparas 2x30             | 60                | 3000   |
| lámparas 2x32             | 64                | 4672   |
| lámparas 2x40             | 80                | 720    |
| <b>Carga total Watts</b>  |                   | 29332  |
| <b>Energía Total (Wh)</b> |                   | 234656 |

Tabla 5.33: Potencia y Energía actual de las lámparas del taller de electricidad

Como se observa en la Tabla 5.33 solo en iluminación el taller de electricidad consume 234,65 kWh por día, por lo que ahora se procederá a analizar la energía que podría llegar a tener el taller con un cambio de luminarias.

Se debe tener en cuenta que la energía consumida por el taller no solo es la iluminación sino también la carga instalada, y para tener un valor aproximado, tenemos el valor de la energía que marco el FLUKE que es de 312 kWh y como se indicó en la Tabla 5.33 la iluminación consume 234,656 kWh.

#### 5.4.1.4.1. LÁMPARAS OLED

Para el cambio de luminarias en este caso con las lámparas oled, es exactamente el mismo que en casos anteriores, sabiendo que estos consumen 0,71 w y su tiempo de vida útil es de 14.000 horas y se colocarían de igual disposición como ahora se encuentran las lámparas del taller, teniendo lo siguiente:

| Lámparas OLED:            | Potencia en Watts | Total          |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| lámparas 3x20             | 2,13              | 743,37         |
| lámparas 2x30             | 1,42              | 71             |
| lámparas 2x32             | 1,42              | 103,66         |
| lámparas 2x40             | 1,42              | 12,78          |
| <b>Carga total Watts</b>  |                   | <b>930,81</b>  |
| <b>energía total (Wh)</b> |                   | <b>7446,48</b> |

Tabla 5.34: Potencia y energía con lámparas Oled en el taller de Electricidad

Como se observa en la Tabla 5.34, con las lámparas oled el taller de electricidad consumiría 7,446 kWh y teniendo en cuenta la energía consumida por los circuitos de fuerza del taller, se tendría que el taller consumiría en total 84,79 kWh

#### 5.4.1.4.2. LÁMPARAS BELENUS

De las lámparas Belenus se conoce que estas consumen 6W y su tiempo de vida útil es de 100 años, por lo que el ahorro energético también sería significativo con respecto a las luminarias que ahora posee el taller de electricidad. Como se ha indicado en puntos anteriores en este taller también se duplicará el número de luminarias por lo que el nuevo número de luminarias es de:

| <b>TALLER DE ELECTRICIDAD</b> |                         |             |             |             |
|-------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>LABORATORIOS</b>           | <b>Tipo de Lámparas</b> |             |             |             |
|                               | <b>3X20</b>             | <b>2X30</b> | <b>2X32</b> | <b>2X40</b> |
| <b>TOTAL</b>                  | 349                     | 50          | 73          | 9           |
| <b>TOTAL BELENUS</b>          | 1047                    | 100         | 146         | 18          |

Tabla 5.35: Número de lámparas Belenus

Con este nuevo número de lámparas tenemos que el consumo por parte de la iluminación en el taller de electricidad es de:

| <b>Bombillas Belenus:</b> | <b>Potencia en Watts</b> | <b>Total</b> |
|---------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>lámparas 3x20</b>      | 18                       | 6282         |
| <b>lámparas 2x30</b>      | 12                       | 600          |
| <b>lámparas 2x32</b>      | 12                       | 876          |
| <b>lámparas 2x40</b>      | 12                       | 108          |
| <b>Carga total Watts</b>  |                          | 7866         |
| <b>Energía total (Wh)</b> |                          | 62928        |

Tabla 5.36: Potencia y energía en el taller de Electricidad con lámparas Belenus

Como se observa en la Tabla 5.36 la energía que consumiría el taller de electricidad con las lámparas Belenus es de 62,928 kWh por lo que en total el taller de electricidad consumiría 123,52 kWh

#### **5.4.1.5. ANÁLISIS CON NUEVA ENERGÍA EN EL TALLER DE ELECTRICIDAD**

Una vez obtenido el valor de la energía que se llegaría a tener si se cambiara las luminarias ya sea con las lámparas oled o para las Belenus y la energía que se logrará generar con las baldosas Powerfloor o Pavegen se calculará el número de paneles solares que se necesitarían para el sistema fotovoltaico con una nueva energía y de esta manera observar el ahorro energético que se tendría.

##### **5.4.1.5.1. ANÁLISIS CON LÁMPARAS OLED**

Para el análisis con las lámparas oled ya se lo realizó en el punto anterior, en el cual nos indica que con estas lámparas el taller de electricidad llegaría a consumir 7,446 kWh y con la carga instalada en el taller se tendría un consumo de 80.076 kWh

por lo que ahora se analizará con la energía generada por las baldosas Pavegen y Powerfloor para saber la cantidad de paneles solares se necesitaría en cada caso.

**Energía con iluminación oled**      2,73 kWh  
**Energía total oled**                      80,08 kWh

**5.4.1.5.1.1. ANÁLISIS CON BALDOSAS PAVEGEN**

La energía que podría llegar a generar las baldosas Pavegen es de 0.75kwh, y teniendo en cuenta la energía que se llegaría a consumir en iluminación si al edificio se le colocan las luminarias oled consumiría en total 80,08 kWh.

Para conocer la cantidad de paneles solares que se necesitarían colocar debemos tener la diferencia entre la energía que consume el edificio y la energía generada por las baldosas Pavegen. Por lo consiguiente se tiene que:

**Lámparas OLED + Baldosas Pavegen**  
**Energía total**                      79,25 KWh

Como se observa el taller de electricidad consumiría 80.08 kWh si se colocara las baldosas Pavegen y la iluminación oled, por lo que para cubrir la demanda energética se tendría que colocar la siguiente cantidad de paneles solares:

| <b>Características Principales</b> |               |          |
|------------------------------------|---------------|----------|
| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> |          |
| Numero de paneles                  | 66            | Paneles  |
| Capacidad de una Bateria 100 Ah    | 33            | Baterías |

**Tabla 5.37: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas Oled + baldosas Pavegen**

Como se observa en la Tabla 5.37, se indica que si se realizará el cambio de luminarias y se colocaran las baldosas Pavegen se necesitarían de 66 paneles solares para cumplir con la demanda energética que requiere el taller de electricidad.

**5.4.1.5.1.2. ANÁLISIS CON BALDOSAS POWERFLOOR**

En el caso de las iluminación oled junto con las baldosas Powerfloor se tiene lo mismo que en caso anteriores, como se ha indicado si se colocaran las luminarias oled, el taller de electricidad tendría una demanda energética de 80.076 kWh y las baldosas Powerfloor que serían colocadas en el pasillo del taller de electricidad

generarían 0.63 kWh por lo que la energía faltante para cumplir con la demanda energética sería de:

**Lámparas OLED + Baldosas Powerfloor**  
**Energía Total**                      79,445 kWh

Para completar los 84.16 kWh se analizará la cantidad de paneles solares que se necesitará, al igual que el número de baterías para el sistema fotovoltaico a ocupar, de esta manera tenemos que:

| <b>Características Principales</b> |    |               |
|------------------------------------|----|---------------|
| <b>Descripción</b>                 |    | <b>Unidad</b> |
| Numero de paneles                  | 66 | Paneles       |
| Capacidad de una Batería 100Ah     | 33 | Baterías      |

**Tabla 5.38: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas Oled + baldosas Powerfloor**

Como se observa en la Tabla 5.38, se necesitarían en total 66 paneles y 33 baterías para cumplir con la demanda energética faltante de 84.16 kWh que sería si se colocaran la iluminación Oled junto a las baldosas Powerfloor.

**5.4.1.5.2. ANÁLISIS CON LÁMPARAS BELENUS**

En puntos anteriores se realizó el análisis con las lámparas Belenus, en este caso también se realizará el análisis con las baldosas Pavegen y las baldosas Powerfloor para conocer la cantidad de paneles y baterías fotovoltaicas que se necesitarían para cumplir con la demanda energética que se requiere.

Como se ha indicado el cambio se realizaría en la iluminación del edificio Mario Rizzini pero también se debe tener en cuenta los circuitos de fuerza, ya que en este caso son muy importantes en el taller, por lo que se tiene:

**Energía con iluminación Belenus**    46,17 kWh  
**Energía total Belenus**                      123,52 kWh

En este caso la demanda energética que requiere el taller de electricidad con bombillas Belenus es de 123,52 kWh por la cual ahora se proceder a ver la cantidad de paneles solares en el caso de que se colocaran las baldosas Pavegen o las baldosas Powerfloor.

**5.4.1.5.2.1. ANÁLISIS CON BALDOSAS PAVEGEN**

Para conocer la cantidad de paneles solares que se necesitan para el sistema fotovoltaico si se tuviera en el taller de electricidad la iluminación con bombillas Belenus y con las baldosas Pavegen, en puntos anteriores se indico la cantidad de baldosas que se necesitaría, y con esta se tiene que estas baldosas Pavegen se generarían en total 0.818 kWh, con este dato entonces la energía que faltase para cumplir con la demanda energética es de

**Lámparas Belenus+ Baldosas Pavegen**  
**Energía Total**                    122,7 kWh

Como se observa la energía faltante es de 139.14 kWh por la cual esta es la energía que se cubrirá con la colocación de paneles solares, de esta manera tenemos que:

| Características Principales    |        |          |
|--------------------------------|--------|----------|
| Descripción                    | Unidad |          |
| Número de paneles              | 102    | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100Ah | 51     | Baterías |

**Tabla 5.39: Cálculo de sistema fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosas Pavegen**

Como se observa en la Tabla 5.39 se observa se necesitarían de 102 paneles solares con 51 baterías para el sistema fotovoltaico.

**5.4.1.5.2.2. ANÁLISIS CON BALDOSAS POWERFLOOR**

En el caso de las baldosas Powerfloor, al igual que en casos anteriores se realizo el análisis para conocer la cantidad de baldosas que se necesitarían para colocar en los pasillos, así de esta manera estas baldosas llegarían a generar 0.631 kWh, y para cumplir con la demanda energética que tendría el taller de electricidad si se colocarán bombillas Belenus, se tendría que:

**Lámparas Belenus + Baldosas Powerfloor**  
**Energía Total**                    123,52 kWh

Como se observa la energía faltante para cubrir la demanda energética del taller de electricidad es de 123,52 kWh, por este motivo, la cantidad de paneles solares a colocar sería:

| Características Principales     |     |          |
|---------------------------------|-----|----------|
| Descripción                     |     | Unidad   |
| Número de paneles               | 102 | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100 Ah | 51  | Baterías |

Tabla 5.40: Cálculo de sistema fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosas Powerfloor

Como se observa en la Tabla 5.40 si se tuviera las lámparas Belenus junto con las baldosas Powerfloor se requeriría 102 paneles con 51 baterías para cumplir con la demanda energética que necesita el taller de electricidad.

#### 5.4.1.6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Análisis de energía que se tendría con los diferentes métodos propuestos en este proyecto.

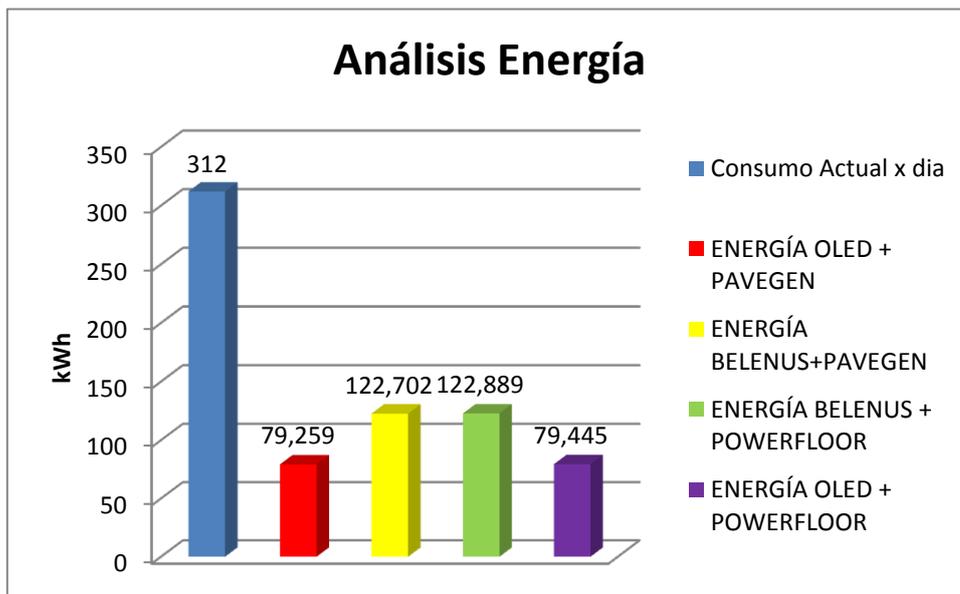


Figura 5.5: Análisis Energía con los diferentes sistemas en el taller de Electricidad

Cantidad de paneles a ocupar en cada caso.

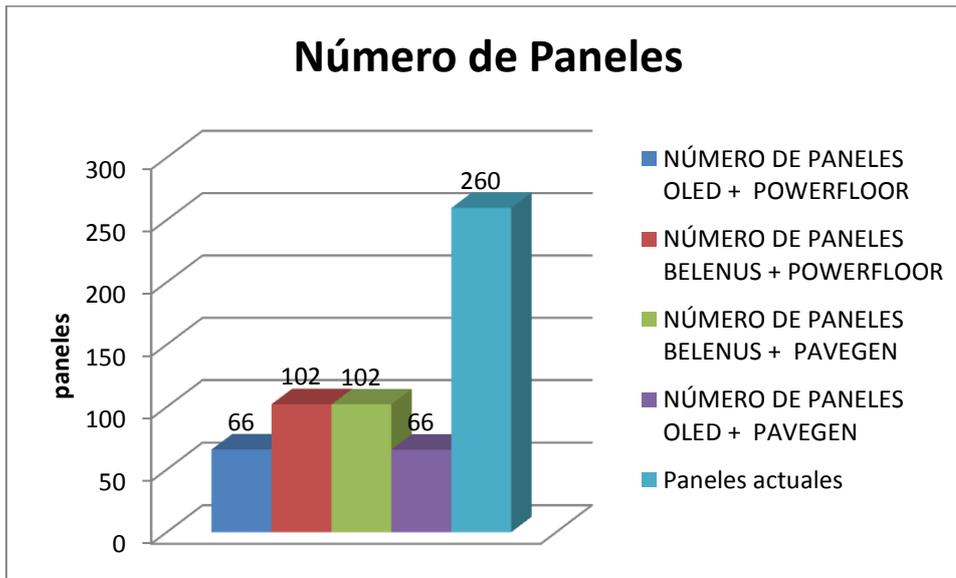


Figura 5.6: Reducción de paneles con los diferentes sistemas

#### 5.4.2. ENERGÍA EN EL TALLER DE MECÁNICA

En el taller de Mecánica existen diferentes tipos de laboratorios, así como en el taller de Electricidad, los cuales fueron detallados en la Tabla 4.9 que se encuentra en el capítulo 4, esto ayuda a conocer las máquinas y los materiales que posee cada uno.

De igual manera como se realizó en el área del Gimnasio y en el área de Aulas, se tomó los datos de la energía consumida por el taller de Mecánica con el **Medidor de la Calidad de Energía** FLUKE para conocer cuál es el consumo que tiene este taller y verificar si es factible o no tener un ahorro energético en este taller.

También se realizó un análisis del número de lámparas para realizar un análisis con las lámparas Belenus y oled para conocer el ahorro energético que se llegaría a tener si se realizará el cambio de estas.

##### 5.4.2.1. CONSUMO ACTUAL EN EL TALLER DE MECÁNICA

En este caso la energía consumida por el taller de Mecánica también se tomó los datos en días de exámenes, por lo que también se triplicará el valor de energía con respecto al valor tomado con el FLUKE, pero también se colocara el valor que consumió el día que se colocó la máquina. Esto se realizó tanto en el taller de

mecánica como en el de Matricera, ya que cada uno posee su propio tablero pero ambos pertenecen al taller de Mecánica.

El taller de Mecánica posee varias máquinas que se encuentran en uso alrededor d 14 horas al día, dependiendo del horario de clase que tengan los alumnos y si el profesor decide o no ocupar los laboratorios, por lo que el consumo de los talleres es variable. De esta manera el consumo actual del Taller de mecánica se indicará tanto en el taller con los laboratorios mencionados, y en otro cuadro se indicará el consumo que tiene el taller de Matricería, para al final conocer su consumo total y realizar los cálculos correspondientes:

| Fecha      | Hora     | Energía Total | Energía Aumentada |
|------------|----------|---------------|-------------------|
| 05/07/2012 | 10:33:44 | 1 kWh         | 3 kWh             |
| 05/07/2012 | 11:33:44 | 3 kWh         | 9 kWh             |
| 05/07/2012 | 12:33:44 | 6 kWh         | 18 kWh            |
| 05/07/2012 | 13:33:44 | 8 kWh         | 24 kWh            |
| 05/07/2012 | 14:33:44 | 8 kWh         | 24 kWh            |
| 05/07/2012 | 15:33:44 | 10 kWh        | 30 kWh            |
| 05/07/2012 | 16:33:44 | 14 kWh        | 42 kWh            |
| 05/07/2012 | 17:33:44 | 16 kWh        | 48 kWh            |
| 05/07/2012 | 18:33:44 | 20 kWh        | 60 kWh            |
| 05/07/2012 | 19:33:44 | 24 kWh        | 72 kWh            |
| 05/07/2012 | 20:33:44 | 26 kWh        | 78 kWh            |
| 05/07/2012 | 21:33:44 | 27 kWh        | 81 kWh            |
| 05/07/2012 | 22:33:44 | 28 kWh        | 84 kWh            |
| 05/07/2012 | 23:33:44 | 29 kWh        | 87 kWh            |
| 05/07/2012 | 0:33:44  | 29 kWh        | 87 kWh            |
| 05/07/2012 | 1:33:44  | 29 kWh        | 87 kWh            |
| 05/07/2012 | 2:33:44  | 29 kWh        | 87 kWh            |
| 05/07/2012 | 3:33:44  | 29 kWh        | 87 kWh            |
| 05/07/2012 | 4:33:44  | 30 kWh        | 90 kWh            |
| 05/07/2012 | 5:33:44  | 30 kWh        | 90 kWh            |
| 05/07/2012 | 6:33:44  | 31 kWh        | 93 kWh            |
| 05/07/2012 | 7:33:44  | 32 kWh        | 96 kWh            |
| 06/07/2012 | 8:33:44  | 34 kWh        | 102 kWh           |
| 07/07/2012 | 9:33:44  | 35 kWh        | 105 kWh           |

Tabla 5.41: Consumo en el taller de Mecánica

Como se observa en la Tabla 5.41 el consumo diario del taller de mecánica es de 105 kWh sin contar el taller de Matricería, así que a continuación Matricería consume:

| Fecha      | Hora     | Energía Total | Energía Aumentada |
|------------|----------|---------------|-------------------|
| 04/07/2012 | 10:02:25 | 1 kWh         | 3 kWh             |
| 04/07/2012 | 11:02:25 | 6 kWh         | 18 kWh            |
| 04/07/2012 | 12:02:25 | 10 kWh        | 30 kWh            |
| 04/07/2012 | 13:02:25 | 13 kWh        | 39 kWh            |
| 04/07/2012 | 14:02:25 | 15 kWh        | 45 kWh            |
| 04/07/2012 | 15:02:25 | 19 kWh        | 57 kWh            |
| 04/07/2012 | 16:02:25 | 23 kWh        | 69 kWh            |
| 04/07/2012 | 17:02:25 | 26 kWh        | 78 kWh            |
| 04/07/2012 | 18:02:25 | 28 kWh        | 84 kWh            |
| 04/07/2012 | 19:02:25 | 29 kWh        | 87 kWh            |
| 04/07/2012 | 20:02:25 | 30 kWh        | 90 kWh            |
| 04/07/2012 | 21:02:25 | 31 kWh        | 93 kWh            |
| 04/07/2012 | 22:02:25 | 31 kWh        | 93 kWh            |
| 04/07/2012 | 23:02:25 | 32 kWh        | 96 kWh            |
| 05/07/2012 | 0:02:25  | 32 kWh        | 96 kWh            |
| 05/07/2012 | 1:02:25  | 32 kWh        | 96 kWh            |
| 05/07/2012 | 2:02:25  | 33 kWh        | 99 kWh            |
| 05/07/2012 | 3:02:25  | 34 kWh        | 102 kWh           |
| 05/07/2012 | 4:02:25  | 34 kWh        | 102 kWh           |
| 05/07/2012 | 5:02:25  | 35 kWh        | 105 kWh           |
| 05/07/2012 | 6:02:25  | 35 kWh        | 105 kWh           |
| 05/07/2012 | 7:02:25  | 36 kWh        | 108 kWh           |
| 05/07/2012 | 8:02:25  | 38 kWh        | 114 kWh           |
| 05/07/2012 | 9:02:25  | 40 kWh        | 120 kWh           |

Tabla 5.42: Consumo actual en el taller de Matricería

En la Tabla 5.42 se muestra el consumo que tiene el taller de Matricería, en este caso ambos talleres son uno solo, por lo que se tomará en cuenta el valor de ambos. De esta manera tenemos que el consumo total del taller de Mecánica es de:

**ENERGÍA TOTAL EN EL TALLER DE MECÁNICA 225 kWh**

Como se realizó para los casos anteriores aquí también se realizará el cálculo que se tendría con un cambio de luminarias para conocer el ahorro energético que este llegaría a tener.

Para el cambio de luminarias se indica a continuación el consumo actual que tiene el taller de mecánica para conocer cuál es el ahorro energético que se llegaría a tener si se realiza el cambio de luminarias. En la Tabla 4.9 del capítulo 4 se encuentra el detalle del número de luminarias del taller de mecánica por lo que ahora solo se colocará la potencia y la energía que consume el taller de Mecánica

| Lámparas                  | Potencia en Watts | Total  |
|---------------------------|-------------------|--------|
| lámparas 3x20             | 60                | 14520  |
| lámparas 2x40             | 80                | 6880   |
| <b>Carga total Watts</b>  |                   | 21400  |
| <b>Energía Total (Wh)</b> |                   | 171200 |

Tabla 5.43: Potencia y Energía en iluminación del taller de Mecánica

Para el cálculo de la energía en el taller de Mecánica se tomó en cuenta el número de horas que aproximadamente pasan encendidas las luces en el laboratorio que son 8 horas diarias, de esta manera se tiene que el consumo actual de energía del taller de mecánica es de 171,2 kWh como se indica en la tabla 5.43.

#### 5.4.2.2. ENERGÍA GENERADA POR SISTEMA FOTOVOLTAICO

El análisis para el sistema fotovoltaico se lo realizará de igual manera como en casos anteriores, antes de tener el ahorro energético mediante el cambio de luminarias y la colocación de baldosas.

Como se indicó anteriormente el consumo del Taller de mecánica es de 225kWh por día, por lo que se necesitará cierta cantidad de paneles solares para cumplir con la demanda energética que requiere esta cantidad, así se tiene que:



Como se observa las baldosas Pavegen generarán 8,8 kWh en los pasillos del taller de mecánica, este dato será útil en cálculos posteriores para conocer el ahorro que se tendrá en el taller.

**5.4.2.3.2. BALDOSAS POWERFLOOR**

Para el análisis de las baldosas Powerfloor, sus dimensiones son de 50 x 50 cm y llegan a generar 2.25 Wh, con estos datos, el número de baldosas a colocar en el pasillo principal del taller sería:

**Baldosas Powerfloor a colocar**      122,38 baldosas

Se debe tener en cuenta que se colocará cada 4 baldosas una baldosa Powerfloor, con este número de baldosas se tiene que generaría una energía de:

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| <b>Energía generada</b>         | 275.35 Wh |
| <b>Energía generada por día</b> | 7159,2 Wh |

Como se observa las baldosas Powerfloor colocadas en el pasillo del taller de mecánica llegarían a generar 7,15 kWh por mes.

**5.4.2.4. ENERGÍA AHORRADA POR ILUMINACIÓN**

El análisis para conocer la energía que se obtendría si se realizará un cambio de luminarias ya sea con las lámparas oled o con las bombillas Belenus es el mismo que se ha venido realizando en puntos anteriores, por lo que primero se colocara la cantidad de luminarias que actualmente posee el taller de mecánica y de esta manera conocer cuál es la potencia y la energía consumida por este taller, y conocer cuál sería el ahorro energético al implementar este tipo de iluminación.

En el taller de mecánica no todas las lámparas son iguales, así como en el caso del taller de electricidad, ya que en estos últimos años se ha venido remodelando tanto las máquinas como las instalaciones del taller, por lo que en el capítulo 4 en la tabla 4.9 esta detallada la cantidad exacta de lámparas y la potencia que posee cada una, por lo que ahora simplemente se colocará la tabla con la potencia y energía consumida por parte de la iluminación en el taller de mecánica, teniendo en cuenta que las luminarias pasan encendidas 8 horas al día, así tenemos que:

| Lámparas                  | Potencia en Watts | Total  |
|---------------------------|-------------------|--------|
| lámparas 3x20             | 60                | 14520  |
| lámparas 2x40             | 80                | 6880   |
| <b>Carga total Watts</b>  |                   | 21400  |
| <b>Energía Total (Wh)</b> |                   | 171200 |

Tabla 5.45: Potencia y Energía Actual en iluminación del taller de Mecánica

Como se observa en la Tabla 5.45 solo en iluminación el taller de mecánica consume 171,2 kWh por día, por lo que ahora se procederá a analizar la energía que podría llegar a tener el taller con un cambio de luminarias.

Se debe tener en cuenta que la energía consumida por el taller no solo es la iluminación sino también la carga instalada, y para tener un valor aproximado, tenemos el valor de la energía que marco el FLUKE tanto en el taller de mecánica como en el taller de Matricería que son 105 kWh y 120 kWh respectivamente, por lo que en total el taller de mecánica consume en total 225 kWh y como se indico en la Tabla 5.44 la iluminación consume 171,2 kWh por lo que la carga instalada es de 58 kWh

#### 5.4.2.4.1. LÁMPARAS OLED

Para el cambio de luminarias en este caso con las lámparas oled, es exactamente el mismo que en casos anteriores, sabiendo que estos consumen 0,71 w y su tiempo de vida útil es de 14.000 horas y se colocarían de igual disposición como ahora se encuentran las lámparas del taller, teniendo lo siguiente:

| Bombillas OLED:           | Potencia en Watts | Total   |
|---------------------------|-------------------|---------|
| lámparas 3x20             | 2,13              | 515,46  |
| lámparas 2x40             | 1,42              | 122,12  |
| <b>Carga total Watts</b>  |                   | 637,58  |
| <b>Energía total (Wh)</b> |                   | 5100,64 |

Tabla 5.46: Potencia y energía con lámparas Oled en el taller de Mecánica

Como se observa en la Tabla 5.45, con las lámparas oled el taller de Mecánica consumiría 5,1 kWh y teniendo en cuenta la energía consumida por los circuitos de fuerza del taller, se tendría que el taller consumiría en total 58,9 kWh

**5.4.2.4.2. LÁMPARAS BELENUS**

De las lámparas Belenus se conoce que estas consumen 6 W y su tiempo de vida útil es de 100 años, por lo que el ahorro energético también sería significativo con respecto a las luminarias que actualmente posee el taller de mecánica. Como se ha mencionado anteriormente, debido a las características técnicas de estas bombillas, también se duplicará el número de bombillas a colocar por lo que el nuevo número de luminarias es de:

| <b>TALLER DE MECÁNICA</b>     |                         |             |
|-------------------------------|-------------------------|-------------|
| <b>LABORATORIOS</b>           | <b>Tipo de Lámparas</b> |             |
|                               | <b>3X20</b>             | <b>2X40</b> |
| <b>LÁMPARAS FLUORESCENTES</b> | 242                     | 86          |
| <b>LÁMPARAS BELENUS</b>       | 726                     | 172         |

Tabla 5.47: Número de lámparas Belenus

Con este nuevo número de lámparas tenemos que el consumo por parte de la iluminación en el taller de mecánica es de:

| <b>Bombillas Belenus:</b> | <b>Potencia en Watts</b> | <b>Total</b> |
|---------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>lámparas 3x20</b>      | 18                       | 4356         |
| <b>lámparas 2x40</b>      | 12                       | 1032         |
| <b>Carga total Watts</b>  |                          | 5388         |
| <b>energía total (Wh)</b> |                          | 43104        |

Tabla 5.48: Potencia y energía en el taller de Mecánica con lámparas Belenus

Como se observa en la Tabla 5.48 la energía que consumiría el taller de mecánica con las lámparas Belenus es de 43,104 kWh, teniendo en cuenta la carga instalada se tendría que el taller de mecánica consumiría en total 96,9 kWh

#### 5.4.2.5. ANÁLISIS CON NUEVA ENERGÍA EN EL TALLER DE MECÁNICA

Una vez obtenido el valor de la energía que consumiría el taller de mecánica si se cambiara las luminarias ya sea con las lámparas oled o Belenus y la energía que se logrará generar con las baldosas Powerfloor o Pavegen se calculará el número de paneles solares que se necesitarían para el sistema fotovoltaico con una nueva energía y de esta manera observar el ahorro energético que se tendría.

##### 5.4.2.5.1. ANÁLISIS CON LÁMPARAS OLED

Para el análisis con las lámparas oled ya se lo realizó con anterioridad, el cual indica que con estas lámparas el taller de mecánica llegaría a consumir 1,86 kWh y con la carga instalada en el taller se tendría un consumo de 53,8 kWh por lo que ahora se analizará con la energía generada por las baldosas Pavegen y Powerfloor para saber la cantidad de paneles solares se necesitaría en cada caso.

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>Energía con iluminación oled</b> | 1,86 KWh  |
| <b>Energía total oled</b>           | 55,66 KWh |

##### 5.4.2.5.1.1. ANÁLISIS CON BALDOSAS PAVEGEN

La energía que podría llegar a generar las baldosas Pavegen es de 0.357 kWh, y teniendo en cuenta la energía que se llegaría a consumir en iluminación si al edificio se le colocan las luminarias oled consumiría en total 55,66 kWh.

Para conocer la cantidad de paneles solares que se necesitarían colocar debemos tener la diferencia entre la energía que consume el edificio y la energía generada por las baldosas Pavegen. Por lo consiguiente se tiene que:

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Lámparas OLED + Baldosas Pavegen</b> |           |
| <b>Energía total</b>                    | 55,31 KWh |

Como se observa el taller de electricidad consumiría 55,31 kWh si se colocara las baldosas Pavegen y la iluminación oled, por lo que para cubrir la demanda energética se tendría que colocar la siguiente cantidad de paneles solares:

| Características Principales     |    |          |
|---------------------------------|----|----------|
| Descripción                     |    | Unidad   |
| Número de paneles               | 46 | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100 Ah | 23 | Baterías |

Tabla 5.49: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas oled + baldosas Pavegen

Como se observa en la Tabla 5.49, se indica que si se realizará el cambio de luminarias y se colocaran las baldosas Pavegen se necesitarían de 46 paneles solares y de 23 baterías para cumplir con la demanda energética que requiere el taller de mecánica.

#### 5.4.2.5.1.2. ANÁLISIS CON BALDOSAS POWERFLOOR

En el caso de las iluminación oled junto con las baldosas Powerfloor se tiene lo mismo que en caso anteriores, como se ha indicado si se colocaran las luminarias oled, el taller de mecánica tendría una demanda energética de 58,9 kWh y las baldosas Powerfloor que serían colocadas en el pasillo del taller de electricidad generarían 4,59 kWh por lo que la energía faltante para cumplir con la demanda energética sería de:

**Lámparas OLED + Baldosas Powerfloor**  
**Energía Total Oled** 55,39 kWh

Para completar los 54,31 kWh se analizará la cantidad de paneles solares que se necesitará, al igual que el número de baterías para el sistema fotovoltaico a ocupar, de esta manera tenemos que:

| Características Principales    |    |          |
|--------------------------------|----|----------|
| Descripción                    |    | Unidad   |
| Número de paneles              | 46 | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100Ah | 23 | Baterías |

Tabla 5.50: Cálculo del sistema fotovoltaico con iluminación Oled + baldosas Powerfloor

Como se observa en la Tabla 5,50, se necesitarían en total 46 paneles y 23 baterías para cumplir con la demanda energética faltante de 55,39 kWh que sería si se colocaran la iluminación Oled junto a las baldosas Powerfloor.

**5.4.2.5.2. ANÁLISIS CON LÁMPARAS BELENUS**

En puntos anteriores se realizó el análisis con las lámparas Belenus, en este caso también se realizará el análisis con las baldosas Pavegen y las baldosas Powerfloor para conocer la cantidad de paneles y baterías fotovoltaicas que se necesitarían para cumplir con la demanda energética que se requiere.

Como se ha indicado el cambio se realizaría en la iluminación del edificio Mario Rizzini pero también se debe tener en cuenta los circuitos de fuerza, ya que en este caso son muy importantes en el taller, por lo que se tiene que:

|  |          |
|--|----------|
| <b>Energía con iluminación Belenus</b> | 31,4kwh  |
| <b>Energía total Belenus</b>           | 85,29kwh |

En este caso la demanda energética que requiere el taller de mecánica si se colocara las bombillas Belenus es de 85,29 kWh por la cual ahora se proceder a ver la cantidad de paneles solares en el caso de que se colocaran las baldosas Pavegen o las baldosas Powerfloor.

**5.4.2.5.2.1. ANÁLISIS CON BALDOSAS PAVEGEN**

Para conocer la cantidad de paneles solares que se necesitan para el sistema fotovoltaico si se tuviera en el taller de mecánica la iluminación con bombillas Belenus y con las baldosas Pavegen colocadas en el pasillos principal del taller de mecánica, generando 0,357 kWh, con este dato entonces la energía que faltase para cumplir con la demanda energética es de

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Lámparas Belenus+ Baldosas Pavegen</b> |           |
| <b>Energía Total</b>                      | 84,93 KWh |

Como se observa la energía faltante es de 84,93 kWh por la cual esta es la energía que se cubrirá con la colocación de paneles solares, de esta manera tenemos que:

| Características Principales    |    |          |
|--------------------------------|----|----------|
| Descripción                    |    | Unidad   |
| Número de paneles              | 71 | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100Ah | 36 | Baterías |

Tabla 5.51: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosas Pavegen

Como se observa en la Tabla 5.51 se observa se necesitarían de 71 paneles solares con 36 baterías para el sistema fotovoltaico.

#### 5.4.2.5.2.2. ANÁLISIS CON BALDOSAS POWERFLOOR

En el caso de las baldosas Powerfloor, también se colocaran en el pasillo principal del taller de mecánica y con esta cantidad de baldosas ver la energía que va a generar en este caso es 0.275 kWh, y para cumplir con la demanda energética que tendría en el taller de mecánica si se colocaran bombillas Belenus, se tendría que:

**Lámparas Belenus + Baldosas Powerfloor**  
**Energía total**                      85,04 KWh

Como se observa la energía faltante para cubrir la demanda energética del taller de mecánica es de 92,31 kW/h, por este motivo, la cantidad de paneles solares a colocar sería:

| Características Principales    |    |          |
|--------------------------------|----|----------|
| Descripción                    |    | Unidad   |
| Número de paneles              | 71 | Paneles  |
| Capacidad de una Batería 100Ah | 35 | Baterías |

Tabla 5.52: Cálculo del sistema fotovoltaico con lámparas Belenus y baldosas Powerfloor

Como se observa en la Tabla 5.52 si se tuviera las lámparas Belenus junto con las baldosas Powerfloor se requeriría de 71 paneles y 35 baterías para cumplir con la demanda energética que necesita el taller de mecánica.

#### 5.4.2.6. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Para obtener una mejor visualización del ahorro energético que se tiene en cada caso realizado en esta investigación se realizará un análisis estadístico para ver la

diferencia entre estos, para conocer cuál es la mejor opción en ahorro energía para luego en el siguiente capítulo observar los precios y escoger la mejor opción.

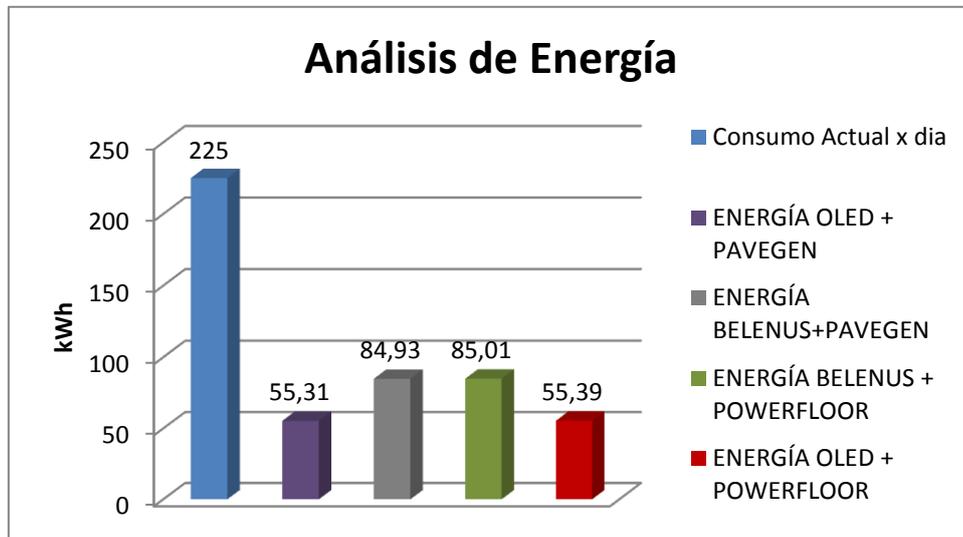


Figura 5.7: Análisis de energía con los diferentes sistemas

Cantidad de paneles a ocupar en cada caso.

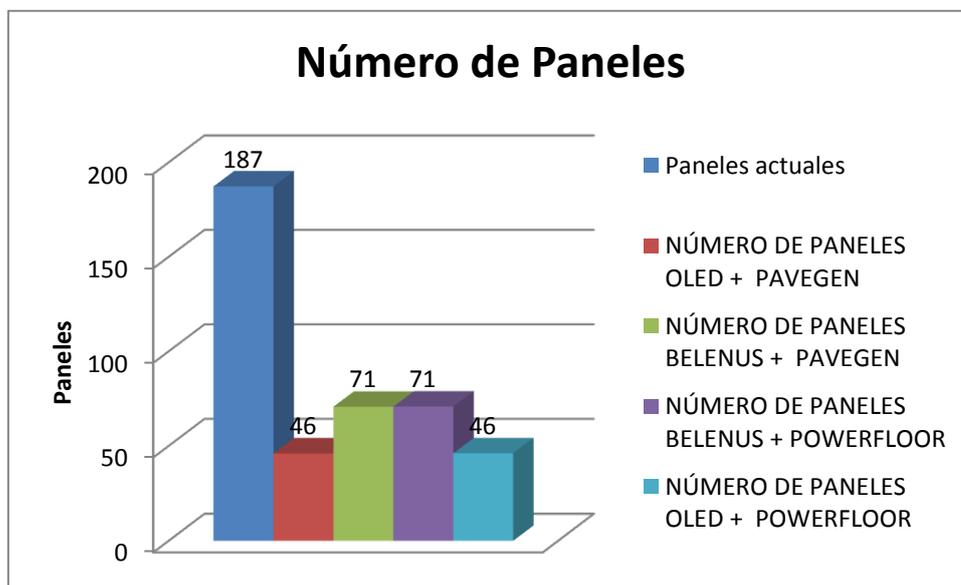


Figura 5.8: Reducción de paneles con los diferentes sistemas

## CAPÍTULO 6

### 6. ANÁLISIS ECONÓMICO QUE SE OBTENDRÍA AL TRANSFORMAR EN UNA UNIVERSIDAD VERDE

#### 6.1. INTRODUCCION

Con el análisis técnico y ahora con el análisis económico que se va a desarrollar en el presente capítulo se justificará el porqué de la implementación de las energías alternativas, de modo que se pueda observar la razón lógica o ilógica de este proyecto y que ofrece para que sea sustentable o no.

La propuesta que plantea el proyecto es el de encontrar métodos de energías limpias que puedan contribuir a la Universidad Politécnica Salesiana para que pueda funcionar de forma autónoma, o mejor dicho que pueda generar su propia energía.

Como el proyecto está orientado a la Universidad, el beneficiario directo es la propia Universidad Politécnica Salesiana, ya que sería la única universidad en contar con este tipo de tecnología, como también los administradores ya no pagarían los altos consumos de energía, de tal manera que se ayudaría a que el consumo de energía no afecte al tendido de servicio eléctrico porque pasaría a ser un aportador de energía ya no un consumidor como viene sucediendo hoy en día, que cada día el crecimiento de consumidores aumenta notablemente y esto hace que el Ecuador tenga que seguir creando centrales para la generación eléctrica y así poder sustentar de manera eficiente el consumo eléctrico que requiere cada uno de sus clientes.

Lo que se realizará ahora es el análisis costo beneficio que conlleva el implementar esta tecnología en cada uno de los ambientes de la Universidad Politécnica Salesiana, y de esta manera justificar con datos, si se tiene un saldo positivo el beneficio que traerá el implementar este proyecto.

## **6.2. ANÁLISIS DE COSTOS QUE SE OBTENDRÍA AL TRANSFORMAR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA EN UNA UNIVERSIDAD ENERGÉTICAMENTE VERDE**

En el análisis a costos que se realizará es para conocer si la compra de la nueva tecnología, justifica el gasto que se haría con estas tecnologías de bajo consumo eléctrico y de generación eléctrica.

Para el planteamiento de costos se toma en cuenta el pago de la planilla eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana para saber que tan factible es la implementación de las nuevas tecnologías tanto en el Gimnasio, las aulas y los talleres de la Universidad, de modo que se plantearan dos escenarios en el actual donde tenemos el pago de las planillas del consumo eléctrico y el que se pagaría a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur si se implementaran estas nuevas tecnología a cada uno de los ambientes ya mencionados en los capítulos anteriores.

Para proceder con este análisis se obtendrá el precio de cada uno de los materiales que se comprara en los diferentes lugares ya mencionados por lo cual empezaremos de la siguiente manera:

- Gimnasio Verde
- Aulas Verdes y
- Talleres Verdes

## **6.3. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN E “GIMNASIO” DE LA UPS**

En este apartado empezaremos por obtener los precios de las tecnologías ya nombradas en el capítulo 5, para el Gimnasio Verde se obtendrá los precios de cada uno de los componentes de un sistema fotovoltaico y también de las combinaciones ya presentadas, como es el caso del sistema fotovoltaico, la iluminación y de las baldosas, para tener un precio muy aproximado en cada uno de estos escenarios ya propuestos.

### 6.3.1.COSTOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y DE CADA UNA DE SUS PARTES

Para esta parte de costos primero empezaremos por obtener los precios<sup>41</sup> de manera general sin combinar ningunos de los sistemas ya nombrados anteriormente de tal manera que se pueda en lo posterior comparar los precios en cada caso y obtener el precio más aceptable.

De modo que empezaremos con el cálculo del primer sistema que se obtuvo cuando se realizó el cálculo con la energía total que consume el Gimnasio, así se tiene lo siguiente:

| <b>SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>   |             |               |                     |
|-------------------------------|-------------|---------------|---------------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>            | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b>      |
| Mano de Obra                  | 20          | 400,00 €      | 8.157,20 €          |
| Panel solar Fotovoltaico 240w | 20          | 495,00 €      | 10.094,54 €         |
| Estructura Soporte de paneles | 20          | 50,00 €       | 1.019,65 €          |
| Regulador de carga            | 1           | 225,00 €      | 225,00 €            |
| Inversor                      | 1           | 1.875,00 €    | 1.875,00 €          |
| Baterías o Acumuladores       | 10          | 162,96 €      | 1.663,55 €          |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>       |             |               | <b>23.034,95 €</b>  |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>     |             |               | <b>\$ 28.420,52</b> |

Tabla 6.1: Costo del sistema fotovoltaico sin ahorro en el gimnasio

Si solo colocaría el sistema fotovoltaico este sería el precio final para la obtención de energía limpia, como en los posteriores ítems podremos ver como este precio varía dependiendo de cómo vayamos combinando los sistemas.

<sup>41</sup> <http://www.solener.com/tarifa.pdf>

### 6.3.2. COSTO DE DINAMOS PARA IMPLEMENTACIÓN EN LAS BICICLETAS Y CAMINADORAS

Para esta parte se realizará un cálculo de modo que se pueda implementar un dinamo para las bicicletas estáticas, y elípticas, como se explicó en el capítulo 2 se tiene 4 bicicletas y 4 elípticas.

Para este caso no se encontró el precio de las bicicletas el fabricante no nos brinda este dato pero como se pudo observar en la pagina del gimnasio GYMGREEN dice que el principal componente de esta bicicleta generadora es un alternador de camión que se puede encontrar en cualquier lugar comercial de automóviles y dice *“The Green Microgym’s owner, doctored up spin bikes with weed whacker motors and truck alternators so that patrons can create energy to help power the 2,800 foot space.”*<sup>42</sup>

Aquí dice que genera energía con un motor de cortar llanos y a través del alternador de camiones obtiene la energía para este lugar.

También se encontró que se puede hacer una bicicleta generadora solo con material reciclado que es muy fácil de conseguir, las partes más importantes que nos nombra en la página son las siguientes:

“1. Bicicleta (mi modelo, sin cambio de marchas). Para que esta bicicleta funcione con el soporte que yo hice, deberemos sacarle el cambio de marchas o bien coger una que no lo tenga.

2. Soporte trasero Es el alma de este invento. (Ver planos más abajo)
3. Batería de coche
4. Alternador de coche
5. Correa de alternador de coche

---

<sup>42</sup> <http://cleantechnica.com/2008/08/27/green-gym-uses-human-powered-energy/>

6. Soporte delantero o rueda delantera de la bici (Yo lo hice comprando uno soporte de bicicletas y añadiéndole una barra en el medio donde engancho con tornillos la bicicleta).

7. Transformador de 12V a 220V<sup>43</sup>



Figura 6.1: Bici generador<sup>44</sup>

Para la implementación de este tipo de tecnología, y obtener un precio aproximado se preguntara en las casas comerciales donde venden repuestos de camiones, el primer dispositivo es el alternador de camión, que es el principal instrumento para realizar o cambiar las bicicletas estáticas a bicicletas que generen energía para que el sistema sea mucho más eficiente, de modo que luego se pueda implementar estas partes para posteriormente ponerla en las bicicletas y las elípticas.

Así lo primero que tiene que obtener es el precio de los alternadores, y se tiene lo siguiente:

| COSTO DE SISTEMA PARA BICICLETAS Y ELÍPTICAS |      |           |                    |
|--|------|-----------|--------------------|
| DESCRIPCIÓN                                  | CANT | P.UNIT    | P.TOTAL            |
| Alternador                                   | 8    | \$ 150,00 | \$ 1.200,00        |
| Banda  | 8    | \$ 20,00  | \$ 160,00          |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>                    |      |           | <b>\$ 1.360,00</b> |

Tabla 6.2: Costos de alternador + banda para bicicletas y elípticas.<sup>45</sup>

<sup>43</sup> <http://www.bicigen.unlugar.com/montar%20bicigen.htm>

<sup>44</sup> <http://www.bicigen.unlugar.com/>

<sup>45</sup> [http://www.amazon.com/s/ref=nb\\_sb\\_ss\\_i\\_2\\_10?url=search-alias%3Dautomotive&field\\_keywords=alternador+chevrolet&sprefix=alternator%2Cautomotive%2C289](http://www.amazon.com/s/ref=nb_sb_ss_i_2_10?url=search-alias%3Dautomotive&field_keywords=alternador+chevrolet&sprefix=alternator%2Cautomotive%2C289)

### 6.3.3. COSTO DE BALDOSAS PAVEGEN Y POWERFLOOR

Para obtener el precio de estas baldosas Pavegen y Powerfloor tendremos que volver al capítulo 2 donde se obtuvo el número total de baldosas que se requeriría para la generación de energía.

#### 6.3.3.1. BALDOSAS PAVEGEN

El precio de las baldosas Pavegen el fabricante no nos brinda solo hay comentarios que dice, “Aunque desde Pavegen han preferido no desvelar el precio ni la cantidad de energía que se requiere para su elaboración, lo cierto es que el coste podría rondar los mil euros por unidad, tal y como costaron las baldosas instaladas en Francia. Un coste elevado, sin duda, pero que irá bajando a medida que la demanda aumente, tal y como prevén algunos expertos como Joël Lavergne, en su día responsable de Alumbrado Público del Ayuntamiento de Toulouse, quien aseguró que en un tiempo cada baldosa «costará 100 euros»<sup>46</sup>

Para lo cual tomaremos el precio de 100 euros por unidad que es el costo que podría llegar a valer con el paso del tiempo de tal manera que se tendrá lo siguiente:

**Baldosas a Colocar**                      533

Este dato es el obtenido en el capítulo 2 estas baldosas serán colocadas en el área de aeróbicos, y como tenemos 30 steps ese serán el número que necesitamos para esta parte, sumando las baldosas del área de aeróbicos y de los step se tiene:

**Total 563 Baldosas**

En esta fecha (27/07/2012) el precio<sup>47</sup> equivalente de 1 dólar a euros es de 0.813 euros es por eso que vemos los 1,230 en dólares ya no en euros que equivale a los 100 euros hay que pasarlos a dólares, y se tiene lo siguiente.

<sup>46</sup> <http://larazon.es/noticia/5172-la-energia-cinetica-se-estrena-en-madrid>

<sup>47</sup> <http://www.preciodolar.com/precio-del-dolar-euro>

| <b>COSTO DE BALDOSAS PAVEGEN</b> |             |               |                     |
|----------------------------------|-------------|---------------|---------------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>               | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b>      |
| MANO DE OBRA                     | 563         | \$ 20,00      | \$ 11.266,67        |
| Baldosas                         | 563         | \$ 123,38     | \$ 69.504,07        |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>        |             |               | <b>\$ 80.770,73</b> |

Tabla 6.3: Costos de baldosa Pavegen

### 6.3.3.2. BALDOSAS POWERFLOOR

Para las baldosas Powerfloor que es de la compañía PowerLeap<sup>48</sup> no se encontró el precio el fabricante no brinda esa información y tampoco existen comentarios de los precios en este caso no se podrá conocer cuánto costara cada baldosa así que no se puede sacar ningún precio aproximado.

### 6.3.4. COSTO DE CAMBIO DE LUMINARIAS

La iluminación es una parte muy importante para la transformación de la Universidad Politécnica Salesiana a una Universidad Verde, porque la iluminación es muy utilizada en todas las áreas de la Universidad, por lo que se hará un análisis de costos con los dos tipos de luminarias, las Belenus y las oled para luego comparar el precios de este tipo de luminarias.

#### 6.3.4.1. LÁMPARAS OLED

El dato de las lámparas oled que se necesitarían en el gimnasio ya se lo tiene del capítulo 2, por lo que son 20 y el precio<sup>49</sup> de todas las lámparas se lo verá a continuación:

| <b>COSTO DE LUMINARIAS OLED</b> |             |               |                    |
|---------------------------------|-------------|---------------|--------------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>              | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b>     |
| MANO DE OBRA                    | 20          | \$ 5,00       | \$ 100,00          |
| Numero de luminarias            | 20          | \$ 89,45      | \$ 1.789,00        |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>       |             |               | <b>\$ 1.889,00</b> |

Tabla 6.4: Costos de lámparas Oled

<sup>48</sup> [http://powerleap.net/?page\\_id=32#more-32](http://powerleap.net/?page_id=32#more-32)

<sup>49</sup> <http://cl.rsdelivers.com/product/osram/cdw-031/orbeos-warm-white-oled-lighting-tile/6925330.aspx>

### 6.3.4.2. LÁMPARAS BELENUS

El costo de las lámparas Belenus por unidad es de 32,2504 dólares<sup>50</sup> en esta parte como ya se conoce se tuvo que duplicar el número de lámpara Belenus debido a que la iluminación es mucho menor que las lámparas oled así que tenemos lo siguiente:

| <b>COSTO DE LUMINARIAS BELENUS</b> |             |               |                |
|------------------------------------|-------------|---------------|----------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                 | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b> |
| MANO DE OBRA                       | 40          | 4,00 €        | 160,00 €       |
| Numero de luminarias               | 40          | 26,00 €       | 1.040,00 €     |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>            |             |               | 1.200,00 €     |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>          |             |               | \$ 1.480,56    |

Tabla 6.5: Costos de lámparas Belenus

### 6.3.5. ANÁLISIS DE COSTOS DEL GIMNASIO CON LA COMBINACIÓN DE LOS SISTEMAS

Con los precios anteriores obtenidos se procederá a realizar el análisis combinando los sistemas ya mencionados de una forma parecida como se hizo en el capítulo 5 con el análisis de energía, de esta manera se obtendrá un costo que sea el más conveniente para esta parte.

#### 6.3.5.1. COSTOS CONFORMADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO, LÁMPARAS OLED, ALTERNADOR Y BALDOSAS PAVEGEN

Para este ítem se realizará el cálculo de costos combinando los sistemas ya mencionados como son Sistema Fotovoltaico, Lámparas OLED, Alternador y baldosas Pavegen, con el cálculo realizado en el capítulo anterior, que con el cambio de luminarias a lámparas OLED y con la implementación de los alternadores.

<sup>50</sup> <http://www.oepelectrics.com/bomillas-led.html>

| <b>COSTOS OLED + PAVEGEN</b> |        |                       |
|------------------------------|--------|-----------------------|
| SISTEMA                      | Número | COSTO DE LOS SISTEMAS |
| OLED                         | 20     | \$ 1.889,00           |
| FOTOVOLTAICO                 | 8      | \$ 13.311,21          |
| PAVEGEN                      | 563    | \$ 80.770,73          |
| TOTAL                        |        | \$ 95.970,95          |

Tabla 6.6 Costo de cada sistema

**6.3.5.2. COSTOS CONFORMADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO, LÁMPARAS BELENUS, ALTERNADOR Y BALDOSAS PAVEGEN**

Con el cálculo de costos realizado con las lámparas OLED el siguiente paso es realizar el cálculo con lámparas Belenus para conocer el cambio de precios que este ocasionaría de modo parecido al cálculo anterior se procederá a realizar los cálculos con estas luminarias.

| <b>COSTOS BELENUS + PAVEGEN</b> |        |                       |
|---------------------------------|--------|-----------------------|
| SISTEMA                         | Número | COSTO DE LOS SISTEMAS |
| BELENUS                         | 40     | \$ 1.480,56           |
| FOTOVOLTAICO                    | 10     | \$ 15.215,64          |
| PAVEGEN                         | 563    | \$ 80.770,73          |
| TOTAL                           |        | \$ 95.986,37          |

Tabla 6.7: Costos de cada sistema

El ahorro en este caso no se hace muy considerable solo que el caso de las lámparas Belenus<sup>51</sup> se dice no tiene un tiempo de duración específica, las lámparas Oled duran un aproximado de 14000 hora de uso continuo.

**6.3.5.3. COSTOS CONFORMADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO, LÁMPARAS OLED, LÁMPARAS BELENUS, ALTERNADOR Y BALDOSAS POWERFLOOR**

La combinación de los sistemas con las baldosas POWERFLOOR no se la pudo realizar debido a que en ningún momento se pudo obtener el dato o un comentario de precios de este tipo de baldosas generadoras de energía, estas

<sup>51</sup> <http://www.noticiaspositivas.net/2012/04/11/bombillas-sin-obsolencia-programada>

baldosas se empezaron a probar en Japón por la compañía Soundpower<sup>52</sup> en el 2008, en la actualidad no se encuentran más datos de esta tecnología así que de esta parte no se podrá realizar combinaciones de los sistemas con este tipo de baldosas.

#### **6.4. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LAS “AULAS” DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Para la implementación de las nuevas tecnologías en las aulas, se tomara en cuenta las aulas que están ubicadas en el edificio “Mario Rizzini”, para lo cual se realizará un procedimiento parecido al que se hizo en el gimnasio y así mismo se combinaran los sistemas para luego determinar el que mejor se adapte a lo requerido tanto técnica como económicamente.

##### **6.4.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN CON EL CONSUMO ACTUAL**

Con el objetivo de comparación de costos de las nuevas tecnologías se realizará el cálculo del sistema fotovoltaico para obtener el precio de este sistema sin realizar ningún cambio en sus cargas, en este caso podemos decir sin realizar cambio de luminarias ni implementación de baldosas generadoras de energía.

Para el caso de las luminarias se determinará el costo con las lámparas OLED y también con las lámparas BELENUS para comparar sus costos en posteriores cálculos.

La implementación de las baldosas se realiza como ya se menciona en el capítulo anterior en los pasillos donde se tenga más concurrencia de alumnos ya que esta tecnología es sumamente conveniente en este tipo de ambientes.

Para el cálculo en el Sistema Fotovoltaico se realizará con la energía actual consumida que se obtuvo con el Medidor de la Calidad de Energía, el dato de

---

<sup>52</sup> [http://web-japan.org/trends/09\\_sci-tech/sci100107.html](http://web-japan.org/trends/09_sci-tech/sci100107.html)

energía consumida se puede ver en la Tabla 5.16 y es de 98 KWh y como ya se explicó esto se triplicara debido a que las mediciones se realizaron en horario de exámenes se tiene que es ahora 294 KWh por día con esta energía es con la que se realizará el cálculo de los paneles antes de combinar sistemas he ir bajando el número de paneles.

Con esta energía el número de paneles y baterías calculados es:

- 245 Paneles
- 123 Baterías

Con estos datos se procederá al cálculo de costos del sistema fotovoltaico.

| <b>SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>   |             |               |                      |
|-------------------------------|-------------|---------------|----------------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>            | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b>       |
| Mano de Obra                  | 245         | 400,00 €      | 97.886,45 €          |
| Panel solar Fotovoltaico 240w | 245         | 495,00 €      | 121.134,48 €         |
| Estructura Soporte de paneles | 245         | 50,00 €       | 12.235,81 €          |
| Regulador de carga            | 1           | 225,00 €      | 225,00 €             |
| Inversor                      | 1           | 1.875,00 €    | 1.875,00 €           |
| Baterías o Acumuladores       | 123         | 162,96 €      | 19.962,60 €          |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>       |             |               | <b>253.319,34 €</b>  |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>     |             |               | <b>\$ 312.545,40</b> |

Tabla 6.8: Costos del sistema fotovoltaico con el consumo de energía actual

Que sería el precio aproximado de todo el sistema sin hacer ningún otro implemento más que el sistema fotovoltaico.

#### **6.4.2. COSTOS DE BALDOSAS PAVEGEN Y POWERFLOOR**

En las aulas del edificio “Mario Rizzini” las baldosas se colocarían en los pasillos de todo el edificio porque los alumnos están constantemente caminando por estas áreas, las baldosas que se colocaran una baldosa por cada 4 baldosas normales.

En el edificio también se realizará combinaciones de los sistemas para obtener un mejor perfil de la implementación de estas tecnologías.

### 6.4.2.1. COSTOS BALDOSAS PAVEGEN

Para los pasillos de estas aulas también se procederá a realizar un análisis para colocar baldosas como se hizo en el gimnasio de la universidad, el objetivo en las aulas es la de bajar el consumo eléctrico, con el cambio de lámparas, pero también la de obtener energía con la implementación de baldosas que puedan generar electricidad con las pisadas de las personas.

Edificio cuenta con cuatro plantas donde se tiene un área aproximada por cada planta de:

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| <b>Área Sub Total</b> | 555,22 m2 |
|-----------------------|-----------|

Esta área es solo de los pasillos en donde se va a colocar las baldosas pero a su vez estas baldosas al igual que en el capítulo 5 se colocara cada 4 baldosas normales una Pavegen, y en total se colocarían:

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| <b>Cada 4 baldosas una Pavegen</b> | 514 baldosas |
|------------------------------------|--------------|

Y sumando las baldosas de las 4 plantas tendremos un total de:

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Total de Baldosas por cada 4 baldosas una Pavegen</b> | 2056 baldosas |
|--|---------------|

Con este número de baldosas ahora se realizará el cálculo de costos y se puede ver en el siguiente cuadro:

| <b>COSTO DE BALDOSAS PAVEGEN</b> |             |               |                      |
|----------------------------------|-------------|---------------|----------------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>               | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b>       |
| MANO DE OBRA                     | 2056        | \$ 20,00      | \$ 41.127,41         |
| Baldosas                         | 2056        | \$ 123,38     | \$ 253.714,98        |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>        |             |               | <b>\$ 294.842,38</b> |

Tabla 6.9: Costos de baldosas Pavegen "Aulas"

Y este sería el costo aproximado en dólares de las baldosas Pavegen que como se puede ver es un precio sumamente alto en lo posterior se realizará las combinaciones ya propuestas para reducción de energía consumida y generada y posteriormente hacer comparaciones de costos.

### 6.4.2.2. COSTOS BALDOSAS POWERFLOOR

Para el cálculo de estas baldosas como ya se mencionó no se lo realizará debido a que el fabricante no nos brinda dato alguno para realizar el análisis de costos con este tipo de tecnología.

### 6.4.3. COSTOS DE CAMBIO DE LUMINARIAS

En las aulas se realizará el análisis cambiando con las luminarias propuestas en el gimnasio, para el análisis de costos se procederá a sacar el número de luminarias en el edificio que ya lo tenemos de la Tabla 5.19 del capítulo 5 de donde tenemos que el número total de lámparas por cada planta es:

| <b>Número de lámparas por Planta</b> |     |
|--------------------------------------|-----|
| <b>Planta 1</b>                      | 109 |
| <b>Planta 2</b>                      | 106 |
| <b>Planta 3</b>                      | 106 |
| <b>Planta 4</b>                      | 145 |

Tabla 6.10: Número de lámparas por cada planta

Y el número total de lámparas para el edificio sería:

**Total de lámparas 466**

Con estos datos se procederá a realizar el cálculo de costos de las luminarias y así como en el gimnasio empezaremos con la lámparas Oled.

#### 6.4.3.1. LÁMPARAS OLED

Para sacar el precio de estas lámparas para el edificio no se tomara en cuenta las 3 aulas magnas de audiovisuales porque estas tres aulas tienen una iluminación un poco más acorde al ambiente y se tiene un control del nivel de iluminación, y el total del número de lámparas sería 388 y se tendría lo siguiente:

| <b>COSTO DE LUMINARIAS OLED</b> |             |               |                |
|---------------------------------|-------------|---------------|----------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>              | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b> |
| MANO DE OBRA                    | 388         | \$ 5,00       | \$ 1.940,00    |
| Numero de luminarias            | 388         | \$ 89,45      | \$ 34.706,60   |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>       |             |               | \$ 36.646,60   |

Tabla 6.11: Costos de Lámparas Oled

Este sería el precio con este tipo de iluminación.

#### 6.4.3.2. LÁMPARAS BELENUS

Ahora se hará el cálculo con lámparas Belenus para las aulas y con el dato de la Tabla del capítulo 5 se realizará el cálculo para estas lámparas:

**Total de lámparas 776**

Con lo cual se tendría lo siguiente:

| <b>COSTO DE LUMINARIAS BELENUS</b> |             |               |                |
|------------------------------------|-------------|---------------|----------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                 | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b> |
| MANO DE OBRA                       | 776         | 4,00 €        | 3.104,00 €     |
| Numero de luminarias               | 776         | 26,00 €       | 20.176,00 €    |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>            |             |               | 23.280,00 €    |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>          |             |               | \$ 28.722,86   |

Tabla 6.12: Costos de lámparas Belenus

Que como se puede notar con el costo de las lámparas Oled es bajo.

#### 6.4.4. ANÁLISIS DE COSTOS DE LAS AULAS CON LA COMBINACIÓN DE LOS SISTEMAS

De manera similar que se hizo para el gimnasio se procederá a realizar las combinaciones para conocer qué sistema es el más aceptable en precios de modo que se hará las siguientes combinaciones.

##### 6.4.4.1. COSTOS CONFORMADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO, LÁMPARAS OLED Y BALDOSAS PAVEGEN

De modo que con esta combinación se tendría un ahorro de energía, debido a que las lámparas Oled como lo pudimos observar en capítulos anteriores consume

menos, pero también con la implementación de las baldosas Pavegen se ayudaría a generar más energía y por lo tanto el número de paneles también varía y se tendría los siguientes precios para el sistema fotovoltaico que sería el que variaría en este caso:

| <b>COSTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO + OLED + PAVEGEN</b> |             |               |                |
|--|-------------|---------------|----------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                                     | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b> |
| Mano de Obra   | 34          | 400,00 €      | 6.893,05 €     |
| Panel solar Fotovoltaico 240w                          | 34          | 495,00 €      | 17.060,30 €    |
| Estructura Soporte de paneles                          | 34          | 50,00 €       | 1.723,26 €     |
| Regulador de carga                                     | 1           | 225,00 €      | 225,00 €       |
| Inversor   | 1           | 1.875,00 €    | 1.875,00 €     |
| Baterías o Acumuladores                                | 20          | 162,96 €      | 3.251,31 €     |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>                                |             |               | 31.027,92 €    |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>                              |             |               | \$ 38.282,25   |

Tabla 6.13: Costos del sistema fotovoltaico con Lámparas Oled + baldosas Pavegen

Por lo que sumando el precio anterior del sistema fotovoltaico con el de las lámparas y de las baldosas sería:

| <b>COSTOS OLED + PAVEGEN</b> |               |                              |
|------------------------------|---------------|------------------------------|
| <b>SISTEMA</b>               | <b>Número</b> | <b>COSTO DE LOS SISTEMAS</b> |
| OLED                         | 388           | \$ 1.889,00                  |
| FOTOVOLTAICO                 | 34            | \$ 13.311,21                 |
| PAVEGEN                      | 2056          | \$ 80.770,73                 |
| <b>TOTAL</b>                 |               | \$ 95.970,95                 |

Tabla 6.14: Costos del sistema fotovoltaico + Lámparas Oled + Baldosas Pavegen

#### **6.4.4.2. COSTOS CONFORMADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO, LÁMPARAS BELENUS Y BALDOSAS PAVEGEN.**

Para esta combinación se realizará únicamente cambiando las lámparas Oled por las Belenus por lo que el costo de esta combinación sería:

| <b>COSTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO + BELENUS + PAVEGEN</b> |             |               |                |
|---|-------------|---------------|----------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b> |
| Mano de Obra  | 64          | 400,00 €      | 12.726,98 €    |
| Panel solar Fotovoltaico 240w                             | 64          | 495,00 €      | 31.499,26 €    |
| Estructura Soporte de paneles                             | 64          | 50,00 €       | 3.181,74 €     |
| Regulador de carga  | 1           | 225,00 €      | 225,00 €       |
| Inversor  | 1           | 1.875,00 €    | 1.875,00 €     |
| Baterías o Acumuladores                                   | 35          | 162,96 €      | 5.630,81 €     |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>                                   |             |               | 55.138,80 €    |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>                                 |             |               | \$ 68.030,25   |

Tabla 6.15: Costos del sistema fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosas Pavegen

De manera similar al ítem anterior se realizará la suma de los sistemas para obtener el costo total del sistema:

| <b>COSTOS BELENUS + PAVEGEN</b> |               |                              |
|---------------------------------|---------------|------------------------------|
| <b>SISTEMA</b>                  | <b>Numero</b> | <b>COSTO DE LOS SISTEMAS</b> |
| BELENUS                         | 776           | \$ 28.722,86                 |
| FOTOVOLTAICO                    | 64            | \$ 68.030,25                 |
| PAVEGEN                         | 2056          | \$ 294.842,38                |
| <b>TOTAL</b>                    |               | <b>\$ 362.872,63</b>         |

Tabla 6.16: Costos del sistema fotovoltaico + Lámparas Belenus + baldosas Pavegen

#### 6.4.4.3. COSTOS CONFORMADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO, LÁMPARAS OLED, LÁMPARAS BELENUS, ALTERNADOR Y BALDOSAS POWERFLOOR

Y como se explicó esta parte con el gimnasio en esta combinación no se realizar los cálculos por falta de información que no brinda el fabricante.

### 6.5. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN “TALLER DE ELECTRICIDAD” DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

En el taller de electricidad se realizará el cambio de las luminarias y también en los pasillos principales al igual que en él de las aulas y se también se realizará un análisis parecido con el objetivo de obtener una combinación que sea más acorde para este ambiente.

### 6.5.1.COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN CON EL CONSUMO ACTUAL

Con objetivo de comparación de costos de implementación de las nuevas tecnologías se realizará el cálculo del sistema fotovoltaico de manera similar que se hizo en las aulas y en gimnasio así mismo para obtener el precio de este sistema fotovoltaico sin realizar ningún cambio en sus cargas.

Para el caso de las luminarias se realizará cálculos parecidos a los anteriores ítems. La implementación de las baldosas también se lo hará en este análisis para bajar el número de paneles y obtener un posible mejor rendimiento de todos los sistemas.

Para cálculo de costos del Sistema Fotovoltaico primero se tomara en cuenta toda la energía que consume el taller de electricidad, se tiene que la energía consumida actual es de 104 KWH y al igual que como se triplico para el cálculo de las aulas porque las mediciones se las realizo en época de exámenes, por lo tanto se tiene ahora 312 KWH, con esta energía consumida procederemos a hacer los cálculos de los paneles.

Con esta energía el número de paneles y baterías calculados es:

- 260 Paneles
- 130 Baterías

Con estos datos se procederá al cálculo de costos del sistema fotovoltaico.

| <b>SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>   |             |               |                |
|-------------------------------|-------------|---------------|----------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>            | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b> |
| Mano de Obra                  | 260         | 400,00 €      | 103.879,50 €   |
| Panel solar Fotovoltaico 240w | 260         | 495,00 €      | 128.550,88 €   |
| Estructura Soporte de paneles | 260         | 50,00 €       | 12.984,94 €    |
| Regulador de carga            | 1           | 225,00 €      | 225,00 €       |
| Inversor                      | 1           | 1.875,00 €    | 1.875,00 €     |
| Baterías o Acumuladores       | 130         | 162,96 €      | 21.184,80 €    |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>       |             |               | 268.700,12 €   |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>     |             |               | \$ 331.522,21  |

Tabla 6.17: Costos del sistema fotovoltaico con el consumo actual de energía “Taller de Electricidad”

Este sería el precio aproximado de todo el sistema con el consumo actual de energía.

## 6.5.2. COSTOS DE BALDOSAS PAVEGEN Y POWERFLOOR

En el taller de electricidad del edificio “Cornelio Merchán” la implementación de las baldosas se colocará en los pasillos donde se puede observar que bastante concurrencia de los alumnos, las baldosas que se colocaran una baldosa por cada 4 baldosas normales.

### 6.5.2.1. COSTOS BALDOSAS PAVEGEN

Para los talleres solo tomaremos una pequeña área para la colocación de las baldosas

Esta área es prácticamente el pasillo de la entrada al taller de electricidad y un parte de los pasillos que se unen con el pasillo principal por lo cual se tiene:

**Área Total**      280,294      m2

Es solo de los pasillos en donde se va a colocar las baldosas pero estas baldosas al igual que en el capítulo 5 se colocara cada 4 baldosas normales una Pavegen, y en total se colocarían:

**Baldosas a Colocar**                      260 baldosas

El cálculo de costos y se puede ver en el siguiente cuadro:

| <b>COSTO DE BALDOSAS PAVEGEN</b> |             |               |                     |
|----------------------------------|-------------|---------------|---------------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>               | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b>      |
| MANO DE OBRA                     | 260         | 20            | \$ 5.190,63         |
| Baldosas                         | 260         | \$ 123,38     | \$ 32.020,99        |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>        |             |               | <b>\$ 37.211,62</b> |

Tabla 6.18: Costos baldosas Pavegen

Este es el costo de la implementación de este tipo de tecnología.

### 6.5.2.2. COSTOS BALDOSAS POWERFLOOR

Para el cálculo de estas baldosas como ya se mencionó no se lo realizará debido a que el fabricante no nos brinda dato alguno para realizar el análisis de costos con este tipo de tecnología.

### 6.5.3. COSTOS DE CAMBIO DE LUMINARIAS

Para esta parte de la Universidad Politécnica Salesiana también se realizará el análisis cambiando las luminarias de todo el taller de electricidad, el cambio se lo hará con las 2 tipos de lámparas, las Oled y las Belenus.

#### 6.5.3.1. LÁMPARAS OLED

El taller de electricidad cuenta en su totalidad con lámparas fluorescentes y el número total de lámparas la obtenemos de la tabla 4.7 y con este dato calculamos los costos:

| COSTO DE LUMINARIAS OLED  |      |          |              |
|---------------------------|------|----------|--------------|
| DESCRIPCIÓN               | CANT | P.UNIT   | P.TOTAL      |
| MANO DE OBRA              | 481  | \$ 5,00  | \$ 2.405,00  |
| Numero de luminarias      | 481  | \$ 89,45 | \$ 43.025,45 |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b> |      |          | \$ 45.430,45 |

Tabla 6.19: Costos de Lámparas Oled

Este sería el precio con este tipo de iluminación.

#### 6.5.3.2. LÁMPARAS BELENUS

Con lámparas Belenus para el taller de electricidad y con el dato de la tabla 4.4 del capítulo 4 se realizará el cálculo para estas lámparas:

**Total de lámparas**      962

Con lo cual se tendría lo siguiente:

| <b>COSTO DE LUMINARIAS BELENUS</b> |             |               |                |
|------------------------------------|-------------|---------------|----------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                 | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b> |
| MANO DE OBRA                       | 962         | 4,00 €        | 3.848,00 €     |
| Numero de luminarias               | 962         | 26,00 €       | 25.012,00 €    |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>            |             |               | 28.860,00 €    |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>          |             |               | \$ 35.607,47   |

Tabla 6.20: Costos de Lámparas Belenus

#### 6.5.4. ANÁLISIS DE COSTOS DEL “TALLER DE ELECTRICIDAD” CON LA COMBINACIÓN DE LOS SISTEMAS

Ahora se procederá a realizar las combinaciones para conocer qué sistema es el más aceptable en precios, el análisis es muy similar a los anteriores.

##### 6.5.4.1. COSTOS CONFORMADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO, LÁMPARAS OLED Y BALDOSAS PAVEGEN

Como ya se dio explicaciones para el Gimnasio y para las aulas se procederá a realizar el análisis de costos directamente con este tipo de combinación de sistemas:

| <b>COSTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO + OLED + PAVEGEN</b> |             |               |                |
|--|-------------|---------------|----------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                                     | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b> |
| Mano de Obra   | 66          | 400,00 €      | 26.194,45 €    |
| Panel solar Fotovoltaico 240w                          | 66          | 495,00 €      | 32.656,27 €    |
| Estructura Soporte de paneles                          | 66          | 50,00 €       | 3.298,61 €     |
| Regulador de carga                                     | 1           | 225,00 €      | 225,00 €       |
| Inversor   | 1           | 1.875,00 €    | 1.875,00 €     |
| Baterías o Acumuladores                                | 33          | 162,96 €      | 5.437,17 €     |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>                                |             |               | 56.686,51 €    |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>                              |             |               | \$ 69.939,81   |

Tabla 6.21: Costos del sistema fotovoltaico con lámparas Oled + baldosas Pavegen

El sistema fotovoltaico con el de las lámparas Oled y de las baldosas Pavegen tendría un costo aproximado de:

| <b>COSTOS OLED + PAVEGEN</b> |               |                              |
|------------------------------|---------------|------------------------------|
| <b>SISTEMA</b>               | <b>Número</b> | <b>COSTO DE LOS SISTEMAS</b> |
| OLED                         | 481           | \$ 45.430,45                 |
| FOTOVOLTAICO                 | 66            | \$ 69.939,81                 |
| PAVEGEN                      | 260           | \$ 37.211,62                 |
| <b>TOTAL</b>                 |               | <b>\$ 152.581,88</b>         |

Tabla 6.22: Costos del todos los sistema

#### 6.5.4.2. COSTOS CONFORMADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO, LÁMPARAS BELENUS Y BALDOSAS PAVEGEN.

Combinación cambiando las lámparas Oled por las Belenus por lo que el costo de esta combinación sería:

| <b>COSTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO + BELENUS + PAVEGEN</b> |             |               |                      |
|---|-------------|---------------|----------------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b>       |
| Mano de Obra  | 102         | 400,00 €      | 40.426,72 €          |
| Panel solar Fotovoltaico 240w                             | 102         | 495,00 €      | 50.556,13 €          |
| Estructura Soporte de paneles                             | 102         | 50,00 €       | 5.106,68 €           |
| Regulador de carga  | 1           | 225,00 €      | 225,00 €             |
| Inversor  | 1           | 1.875,00 €    | 1.875,00 €           |
| Baterías o Acumuladores                                   | 51          | 162,96 €      | 8.387,01 €           |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>                                   |             |               | <b>86.576,53 €</b>   |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>                                 |             |               | <b>\$ 106.818,12</b> |

Tabla 6.23: Costos de sistemas fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosa Pavegen

De manera similar al ítem anterior se realizará la suma de los sistemas para obtener el costo total del sistema:

| <b>COSTOS BELENUS + PAVEGEN</b> |               |                              |
|---------------------------------|---------------|------------------------------|
| <b>SISTEMA</b>                  | <b>Numero</b> | <b>COSTO DE LOS SISTEMAS</b> |
| BELENUS                         | 962           | \$ 35.607,47                 |
| FOTOVOLTAICO                    | 102           | \$ 106.818,12                |
| PAVEGEN                         | 260           | \$ 37.211,62                 |
| <b>TOTAL</b>                    |               | <b>\$ 179.637,22</b>         |

Tabla 6.24: Costos de todos los sistemas

#### **6.5.4.3. COSTOS CONFORMADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO, LÁMPARAS OLED, LÁMPARAS BELENUS, ALTERNADOR Y BALDOSAS POWERFLOOR**

Y como se explicó esta parte con el gimnasio en esta combinación no se realizar los cálculos por falta de información que no nos brinda el fabricante.

### **6.6. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN “TALLER DE MECÁNICA” DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

El taller de Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana en la actualidad se encuentra todavía en remodelación se están implementando nuevos laboratorios por lo cual algunos laboratorios todavía no están en su totalidad funcionando pero la mayoría de ellos ya están en uso.

En este taller se realizará un análisis de costos muy similar al realizado en el Gimnasio, Aulas y Taller de Electricidad pero como en todos los análisis primero se realizará el análisis de costos de cada uno de ellos de forma individual y luego se procederá a la combinación de estos sistemas.

#### **6.6.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN CON EL CONSUMO ACTUAL**

En taller de Mecánica se realizaron dos mediciones con el Medidor de la Calidad de Energía el primero en el tablero que se encuentra en la parte del Taller de Matricería de lo cual se obtuvo los datos, en la tabla 5.40 se puede observar la energía consumida para el taller de Matricería y sus oficinas y aulas adyacentes y se tiene que la energía en esta parte del taller es:

- 35 kwh pero como en las mediciones anteriores esta energía se tuvo que triplicar ya que la mediciones también se la realizo en época de exámenes y se tuvo que la energía nos dio 105 kWh.

Ahora se obtendrá la energía del otro tablero que se encuentra en el taller de Mecánica de lo cual se obtuvo el siguiente dato y se puede observar en la Tabla 5.41:

- 40 kWh este es el dato que se obtuvo para tener una idea más aceptable se procedió a realizar el aumento de energía tal como se detalla en la Tabla 5.41 y se obtuvo que la energía es 120 kWh.

Ahora con los datos de energía procedemos a sumar estas dos energías para tener el total de la energía consumida de todo el taller de mecánica que es:

**ENERGÍA TOTAL EN EL TALLER DE MECÁNICA 225 kWh**

Con el total de energía se realiza los cálculos de costos del Sistema Fotovoltaico.

Con esta energía el número de paneles y baterías calculados que se toma de la Tabla 5.44 es:

- 187 Paneles
- 94 Baterías

Con estos datos se procederá al cálculo de costos del sistema fotovoltaico.

| <b>SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>   |             |               |                |
|-------------------------------|-------------|---------------|----------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>            | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b> |
| Mano de Obra                  | 187         | 400,00 €      | 74.913,10 €    |
| Panel solar Fotovoltaico 240w | 187         | 495,00 €      | 92.704,96 €    |
| Estructura Soporte de paneles | 187         | 50,00 €       | 9.364,14 €     |
| Regulador de carga            | 1           | 225,00 €      | 225,00 €       |
| Inversor                      | 1           | 1.875,00 €    | 1.875,00 €     |
| Baterías o Acumuladores       | 94          | 162,96 €      | 15.277,50 €    |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>       |             |               | 194.359,70 €   |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>     |             |               | \$ 239.801,00  |

Tabla 6.25: Costos del sistema fotovoltaico con la energía actual en el "Taller de Mecánica"

Este precio es que se tendría aproximadamente para el sistema fotovoltaico.

### 6.6.2. COSTOS DE BALDOSAS PAVEGEN Y POWERFLOOR

Para el taller de Mecánica también se tendrá que hacer un análisis similar al de las anteriores áreas ya hechas de tal modo que se procederá en seguida con el análisis de costos para las baldosas Pavegen y Powerfloor.

#### 6.6.2.1. COSTOS BALDOSAS PAVEGEN

Para el taller de Mecánica se toma en cuenta así como en el taller de electricidad una pequeña porción de los pasillos del taller también podemos recalcar que el área es mucho menor que el de electricidad, el área es:

**Área Total**            122,38 m<sup>2</sup>

Como se observa es un área más pequeña esto es debido a que este taller tiene menos pasillo que el taller de Electricidad, las baldosas al igual que en el capítulo 5 se colocara cada 4 baldosas normales una Pavegen, y en total se colocarían:

**Baldosas a Colocar**            113 baldosas

El cálculo de costos y se puede ver en el siguiente cuadro:

| <b>COSTO DE BALDOSAS PAVEGEN</b> |             |               |                |
|----------------------------------|-------------|---------------|----------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>               | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b> |
| MANO DE OBRA                     | 113         | 20            | \$ 2.266,30    |
| Baldosas                         | 113         | \$ 123,38     | \$ 13.980,78   |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>        |             |               | \$ 16.247,08   |

Tabla 6.26: Costos de baldosas Pavegen

Este es el costo de la implementación de este tipo de tecnología.

#### 6.6.2.2. COSTOS BALDOSAS POWERFLOOR

Para el cálculo de estas baldosas como ya se mencionó no se lo realizará debido a que el fabricante no nos brinda dato alguno para realizar el análisis de costos con este tipo de tecnología.

### 6.6.3. COSTOS DE CAMBIO DE LUMINARIAS

Para esta parte de la Universidad Politécnica Salesiana también se realizará el análisis cambiando las luminarias de todo el taller de Mecánica, el cambio se lo hará con las 2 tipos de lámparas, las Oled y las Belenus.

#### 6.6.3.1. LÁMPARAS OLED

El taller de Mecánica también cuenta en su totalidad con lámparas fluorescentes y la podemos observar en la Tabla 4.13 del Capítulo 4 y con este dato calculamos los costos:

| COSTO DE LUMINARIAS OLED  |      |          |              |
|---------------------------|------|----------|--------------|
| DESCRIPCIÓN               | CANT | P.UNIT   | P.TOTAL      |
| MANO DE OBRA              | 328  | \$ 5,00  | \$ 1.640,00  |
| Numero de luminarias      | 328  | \$ 89,45 | \$ 29.339,60 |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b> |      |          | \$ 30.979,60 |

Tabla 6.27: Costos de lámparas Oled

Este sería el precio con este tipo de iluminación.

#### 6.6.3.2. LÁMPARAS BELENUS

Con lámparas Belenus para el taller de Mecánica y con el dato de la tabla 4.11 del capítulo 4 se realizará el cálculo para estas lámparas:

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| <b>Total de lámparas</b> | 898 |
|--------------------------|-----|

Con lo cual se tendría lo siguiente:

| COSTO DE LUMINARIAS BELENUS |      |         |              |
|-----------------------------|------|---------|--------------|
| DESCRIPCIÓN                 | CANT | P.UNIT  | P.TOTAL      |
| MANO DE OBRA                | 656  | 4,00 €  | 2.624,00 €   |
| Numero de luminarias        | 656  | 26,00 € | 17.056,00 €  |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>     |      |         | 19.680,00 €  |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>   |      |         | \$ 24.281,18 |

Tabla 6.28: Costos de lámparas Belenus

#### 6.6.4. ANÁLISIS DE COSTOS EN EL “TALLER DE MECÁNICA” CON LA COMBINACIÓN DE LOS SISTEMAS

Para el taller de Mecánica también se realizará el análisis con la implementación de los sistemas ya propuestos en el Gimnasio, Aulas y taller de Electricidad para conocer que comportamiento tendrían los precios en esta área.

##### 6.6.4.1. COSTOS CONFORMADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO, LÁMPARAS OLED Y BALDOSAS PAVEGEN

Se procederá a realizar el análisis de costos directamente con este tipo de combinación de sistemas:

| <b>COSTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO + OLED + PAVEGEN</b> |             |               |                |
|--|-------------|---------------|----------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                                     | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b> |
| Mano de Obra   | 46          | 400,00 €      | 18.400,00 €    |
| Panel solar Fotovoltaico 240w                          | 46          | 495,00 €      | 22.787,33 €    |
| Estructura Soporte de paneles                          | 46          | 50,00 €       | 2.301,75 €     |
| Regulador de carga                                     | 1           | 225,00 €      | 225,00 €       |
| Inversor   | 1           | 1.875,00 €    | 1.875,00 €     |
| Baterías o Acumuladores                                | 23          | 162,96 €      | 3.779,52 €     |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>                                |             |               | 40.175,61 €    |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>                              |             |               | \$ 49.568,66   |

Tabla 6.29: Costos del sistema fotovoltaico con lámparas Oled + baldosas Pavegen

El sistema fotovoltaico con las lámparas Oled y de las baldosas Pavegen tendría un costo aproximado de:

| <b>COSTOS OLED + PAVEGEN</b> |               |                              |
|------------------------------|---------------|------------------------------|
| <b>SISTEMA</b>               | <b>Número</b> | <b>COSTO DE LOS SISTEMAS</b> |
| OLED                         | 481           | \$ 45.430,45                 |
| FOTOVOLTAICO                 | 66            | \$ 69.939,81                 |
| PAVEGEN                      | 260           | \$ 37.211,62                 |
| <b>TOTAL</b>                 |               | <b>\$ 152.581,88</b>         |

Tabla 6.30: Costos sistema fotovoltaico + lámparas Oled + baldosas Pavegen

**6.6.4.2. COSTOS CONFORMADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO, LÁMPARAS BELENUS Y BALDOSAS PAVEGEN.**

Combinación cambiando las lámparas Oled por las Belenus por lo que el costo de esta combinación sería:

| <b>COSTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO + BELENUS + PAVEGEN</b> |             |               |                     |
|---|-------------|---------------|---------------------|
| <b>DESCRIPCIÓN</b>  | <b>CANT</b> | <b>P.UNIT</b> | <b>P.TOTAL</b>      |
| Mano de Obra  | 71          | 400,00 €      | 28.400,78 €         |
| Panel solar Fotovoltaico 240w                             | 71          | 495,00 €      | 34.993,47 €         |
| Estructura Soporte de paneles                             | 71          | 50,00 €       | 3.534,69 €          |
| Regulador de carga  | 1           | 225,00 €      | 225,00 €            |
| Inversor  | 1           | 1.875,00 €    | 1.875,00 €          |
| Baterías o Acumuladores                                   | 36          | 162,96 €      | 5.791,06 €          |
| <b>SUBTOTAL (EUROS)</b>                                   |             |               | <b>60.557,99 €</b>  |
| <b>SUBTOTAL (DÓLARES)</b>                                 |             |               | <b>\$ 74.716,45</b> |

Tabla 6.31: Costos del sistema fotovoltaico con lámparas Belenus + baldosas Pavegen

De manera similar al ítem anterior se realizará la suma de los sistemas para obtener el costo total del sistema:

| <b>COSTOS BELENUS + PAVEGEN</b> |               |                              |
|---------------------------------|---------------|------------------------------|
| <b>SISTEMA</b>                  | <b>Número</b> | <b>COSTO DE LOS SISTEMAS</b> |
| BELENUS                         | 656           | \$ 24.281,18                 |
| FOTOVOLTAICO                    | 71            | \$ 74.716,45                 |
| PAVEGEN                         | 113           | \$ 16.247,08                 |
| <b>TOTAL</b>                    |               | <b>\$ 115.244,71</b>         |

Tabla 6.32: Costos de todos los sistemas

**6.6.4.3. COSTOS CONFORMADO POR SISTEMA FOTOVOLTAICO, LÁMPARAS OLED, LÁMPARAS BELENUS Y BALDOSAS POWER FLOOR**

Y como se explicó esta parte con el gimnasio en esta combinación no se realizar los cálculos por falta de información que no nos brinda el fabricante.

### 6.7. RESUMEN DE COSTOS

Para realizar esta parte se tomó en cuenta el 12% de la importación y el 4% del seguro, de modo que para cada una de las combinaciones los precios serían los siguientes:

| COSTOS EN CADA UNO DE LOS CASOS                         |               |
|---|---------------|
| <b>Inversión Total Fotovoltaico + Pavegen + Oled</b>    | \$ 820.268,04 |
| <b>Inversión Total Fotovoltaico + Pavegen + Belenus</b> | \$ 853.371,99 |
| <b>Inversión Total sistema Fotovoltaico</b>             | \$ 922.353,48 |

Tabla 6.33: Resumen de costos

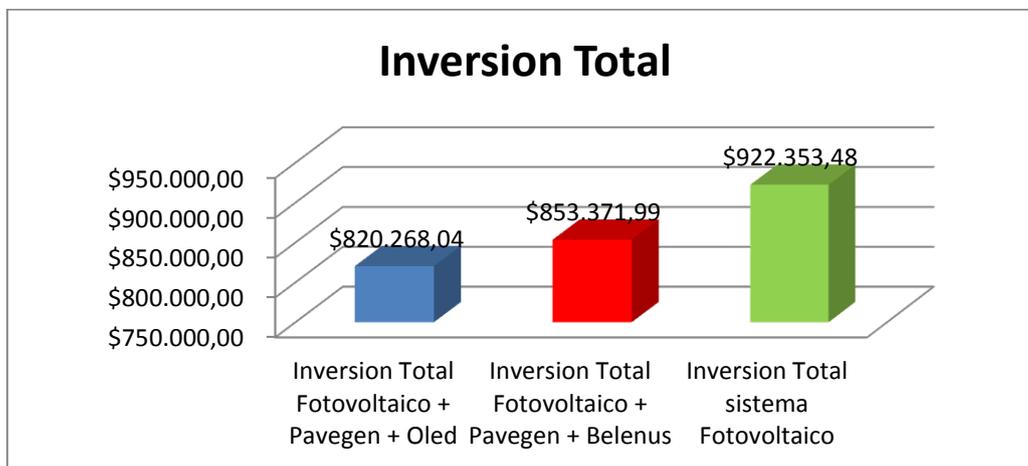


Figura 6.2: Inversión Total para cada caso

### 6.8. COSTOS DE ENERGÍA

La Universidad Politécnica Salesiana paga un pliego tarifario por uso de energía eléctrica y esta se ubica en el uso de energía **Comercial por Demanda Horaria** en todas sus planillas de consumo eléctrico de modo para tener el precio del costo de la energía eléctrica tomaremos el valor de energía consumida por el medidor con código 272385 que se encuentra en la parte trasera del taller de electricidad en la calle De Las Carretas y el monto que se toma en cuenta es el del

mes de Julio. Y lo podemos ver en la siguiente imagen obtenida de la Empresa Eléctrica Regional centro Sur<sup>53</sup>.

| EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A. |                 |                               |                                   |
|--|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Factura Nro.                               | 001-003-4966653 | R.U.C.                        | 0190003809001                     |
| Código:                                    | 272385          | Cliente:                      | UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA |
| Fecha de Emisión:                          | 2012/7          | Período que se Cancela        | 14 de Junio al 14 de Julio        |
| Valor Total:                               | 1705,08         | Estado de la Planilla:        | Pago Total En Diferido Procesado  |
| Total Recaudado:                           | 1705,08         | Uso de Energía:               | COMERCIAL CON DEMANDA HORARIA     |
| Deuda Acumulada:                           | 0,00            | Fecha de Recaudación          | 24/07/2012                        |
|  |                 | Fecha Máx. Pago Sin Intereses | 25/07/2012                        |
| DETALLE FACTURA                            |                 |                               |                                   |
| Descripción Rubr                           | FACTURADO       | PAGADO                        | A PAGAR                           |
| CONTRIBUCION BOMBEROS 3109-A               | 4,38            | 4,38                          | 0,00                              |
| CARGO POR COMERCIALIZACION                 | 1,41            | 1,41                          | 0,00                              |
| CARGO POR DEMANDA                          | 338,62          | 338,62                        | 0,00                              |
| CARGO POR ENERGIA                          | 1095,16         | 1095,16                       | 0,00                              |
| SERVICIO ALUMBRADO PUBLICO GENERAL         | 265,51          | 265,51                        | 0,00                              |
| <b>TOTAL:</b>                              | <b>1705,08</b>  | <b>1705,08</b>                | <b>0,00</b>                       |

Figura 6.3: Factura del medidor 272385

Como se puede ver en la planilla el costo de cargo por energía es de 1095.16 dólares, de modo que el precio es de 0.11 centavos USD/KWH este es el precio de la energía aplicada a la Universidad Politécnica Salesiana.

Para el análisis del económico se tomara en cuenta los montos económicos que tenemos aplicados en la planilla con código de Cliente 272385 del mes de Julio que pertenece a la Universidad Politécnica Salesiana que son los siguientes:

- Contribución Bomberos 4,38
- Cargo por Comercialización 1.41
- Cargo por demanda 338,62
- Servicio del alumbrado Público 265,51

Los cargos tarifarios por demanda horaria que puede ver en la siguiente figura:

<sup>53</sup> <http://www.centrosur.com.ec/informaci%C3%B3n/consultas-line/consultar-planillas>

| NIVEL TENSIÓN     | GENERAL MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA   |       |       |
|-------------------|---|-------|-------|
|                   | COMERCIALES, INDUSTRIALES, E. OFICIALES, BOMBEO AGUA, ESC. DEPORTIVOS<br>SERVICIO COMUNITARIO, AUTOCONSUMOS Y ABONADOS ESPECIALES |       |       |
|                   | 4,790   | 0,061 | 1,414 |
| NIVEL TENSIÓN     | MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA   |       |       |
|                   | COMERCIALES, E. OFICIALES, BOMBEO AGUA, ESC. DEPORTIVOS<br>SERVICIO COMUNITARIO, AUTOCONSUMOS Y ABONADOS ESPECIALES               |       |       |
| 07h00 hasta 22h00 | 4,576   | 0,061 | 1,414 |
| 22h00 hasta 07h00 |   | 0,049 |       |

Figura 6.4: Cargo Tarifario<sup>54</sup>

Como se puede observar este es el cargo tarifado aplicado si comparamos con los montos económicos aplicados a la planilla ya mencionada a sí que se tiene lo siguiente:

- Cargo por Comercialización 1.414
- Precio de la energía Sumando los montos de los 2 horarios seria de  $0.061+0.049=0.11$  centavos por KWH

Con esto se calcula el monto de la energía que consume todos los escenarios y se tiene lo siguiente:

| Costo de la Energía Consumida por todas la Áreas |           |
|--|-----------|
| Consumo actual (KWH)                             | 26576,300 |
| Precio de la energía (Centavos)                  | 0,11      |
| Costo Total Mensual (Dólares)                    | 2923,393  |
| Costo Total Anual (Dólares)                      | 35080,716 |

Tabla 6.34: Monto económico Total de la energía aplicando la planilla de cargos tarifarios impuesta por el CONELEC

Para efectos de cálculo se tomara constantes los siguientes parámetros:

- Contribución Bomberos 4,38
- Cargo por demanda Comercial 1.41
- Cargo por demanda 338,62
- Servicio del alumbrado Público 265,51

<sup>54</sup> [http://www.conelec.gov.ec/images/documentos/doc\\_10094\\_CARGOS%202012.pdf](http://www.conelec.gov.ec/images/documentos/doc_10094_CARGOS%202012.pdf)

De este el monto económico total sería:

| <b>Costo Total Adicional Constante</b>                 |         |
|--|---------|
| <b>Contribución a los Bomberos (Dólares)</b>           | 4,38    |
| <b>Cargo por Comercialización (Dólares)</b>            | 1,41    |
| <b>Cargo por demanda (Dólares)</b>                     | 338,62  |
| <b>Servicio de alumbrado público general (Dólares)</b> | 265,51  |
| <b>Total Mensual (Dólares)</b>                         | 609,92  |
| <b>Total Anual (Dólares)</b>                           | 7319,04 |

Tabla 6.35: Costo Adicionales constantes

Y el monto total al año sumando el costo de la energía en las áreas se tendría que pagar:

| <b>Costo total de la Energía por Año (Dólares)</b>      |           |
|---|-----------|
| <b>Costo de la Energía Consumida por todas la Áreas</b> | 35080,716 |
| <b>Costo Total Adicional Constante</b>                  | 7319,04   |
| <b>Total (Dólares)</b>                                  | 42399,756 |

Tabla 6.36: Costo de Energía

### 6.8.1. Análisis del TIR

Se conoce al TIR como la Tasa Interna de Rentabilidad a la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (VAN) de una inversión sea cero.

El TIR nos informa del beneficio absoluto que se va tener del proyecto de inversión.

La fórmula es la siguiente:

$$\sum_{i=0}^n \frac{MFi}{(1+MR)^i} = 0 \quad (8)$$

### 6.8.2. Análisis del VAN

El Valor Neto Actual de flujos positivos y negativos originados por la inversión, es decir todos los rendimientos que esperamos tener de la misma.

Este valor se obtiene mediante una tasa de descuento que se calcula de la siguiente manera:

Tasa de descuento del Proyecto

- Tasa pasiva 4.53%<sup>55</sup>
- Tasa de inflación Global 5.09%
- Riesgo País 7.75%

Estos valores fueron obtenidos de la página del Banco Central del Ecuador<sup>56</sup>

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{MFi}{(1+K)^i} \quad (9)$$

En este caso K es la tasa de descuento actual.

Para el análisis del TIR y VAN se realizó en tres escenarios diferentes que son los siguientes:

- **TIR 1 Y VAN 1** en este escenario la propuesta es la combinar todas las tecnologías que son sistema fotovoltaico, Lámparas Oled y baldosas Pavegen.
- **TIR 2 Y VAN 2** en este escenario la propuesta es la combinar las tecnologías que son sistema fotovoltaico, Lámparas Oled.
- **TIR 1 Y VAN 1** en este escenario la propuesta es solo con paneles Solares.

El análisis del TIR y el VAN son unos de los métodos más utilizados por la mayoría.

### 6.8.3. Retorno de Inversión o

Este método no toma en cuenta la depreciación del dinero en el tiempo se utiliza regularmente en retornos de inversión en años muy cortos.

<sup>55</sup> [http://www.bce.fin.ec/resumen\\_ticker.php?ticker\\_value=inflacion](http://www.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=inflacion)

<sup>56</sup> <http://www.bce.fin.ec/>

### 6.8.4. Toma de Decisiones<sup>57</sup>

Estos son los criterios que se maneja cuando se realiza los cálculos con estos dos métodos.

#### Criterios 1

VAN>0 La inversión Producirá ganancias.- El proyecto puede ser aceptable **SI** es viable.

VAN<0 La inversión producirá perdidas.- El proyecto debería rechazarse **NO** es viable.

VAN=0 La inversión no producirá ni ganancias ni perdidas.- El proyecto es indiferente

#### Criterio 2

TIR >= TMAR **SI** es rentable

TIR < TMAR **NO** es rentable.

### 6.8.5. Cálculos TIR, VAN y Retorno de Inversión

Para realizar los cálculos del TIR y VAN de los sistemas combinados se toma en cuenta la inversión inicial que tendría cada combinación, así también lo que paga el CONELEC por la generación de la energía fotovoltaica,

| Combinaciones                   | TIR   | VAN            | PAY BACK |
|---------------------------------|-------|----------------|----------|
| Fotovoltaico + Oled + Pavegen   | -0,8% | -\$ 656.962,18 | 28       |
| Fotovoltaico + Belenus+ Pavegen | 2,6%  | -\$ 593.557,27 | 18       |
| Fotovoltaico                    | 14,2% | -\$ 171.227,64 | 7        |

Tabla 6.37: TIR, VAN y Retorno de Inversión o Pay Back

<sup>57</sup> <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1384/7/CAPITULO%206.pdf>

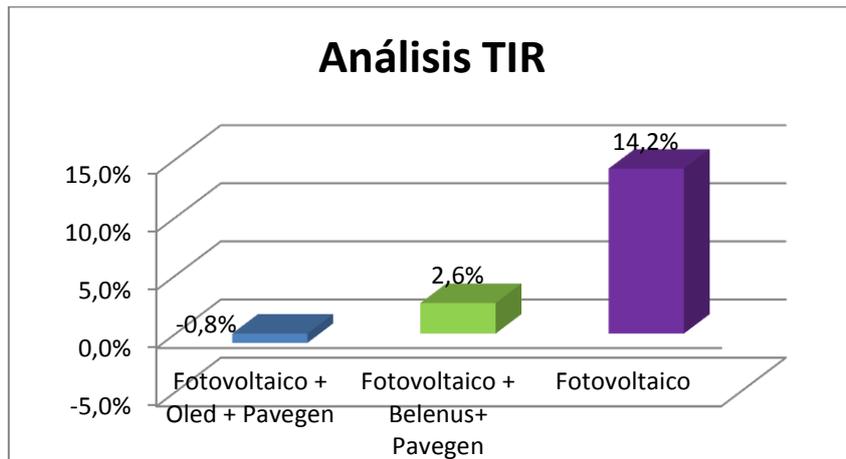


Figura 6.5: Análisis del TIR en cada caso

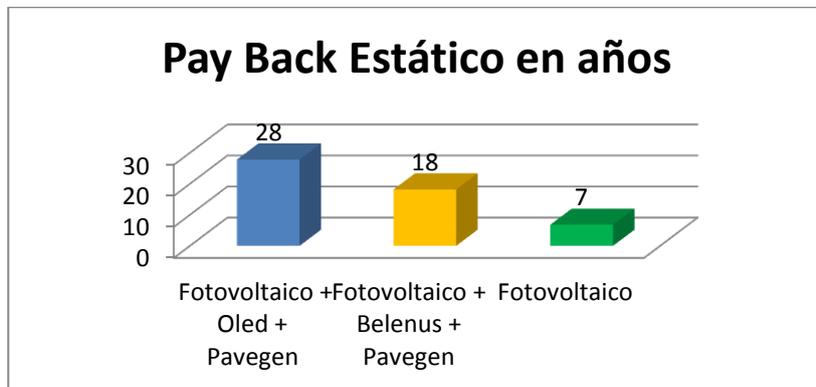


Figura 6.6: Análisis del Pay Back

### 6.8.6. Análisis solo con Iluminación

También se realizará el cálculo del TIR, VAN y PAY BACK, solo con las luminarias sin implementar otro tipo de sistema y en cada área por separado.

6.8.6.1. GIMNASIO

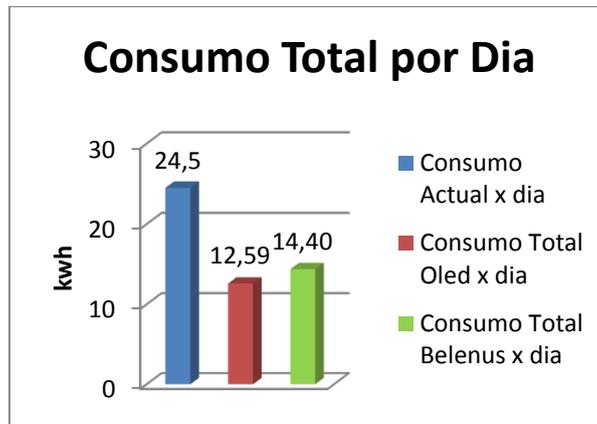


Figura 6.7: Consumo Total solo con Iluminación

| COSTOS SOLO CON ILUMINACIÓN   |             |
|-------------------------------|-------------|
| Costos Iluminación Oled       | \$ 2.175,24 |
| Costos Iluminación de Belenus | \$ 1.685,86 |

Tabla 6.37: Costos Iluminación

|         | Actual   | Con iluminación | Ahorro   | TIR | VAN        | PAY BACK |
|---------|----------|-----------------|----------|-----|------------|----------|
| OLED    | \$ 83,55 | \$ 42,94        | \$ 40,60 | 13% | -\$ 259,85 | 4        |
| BELENUS | \$ 83,55 | \$ 47,52        | \$ 36,03 | 26% | \$ 599,58  | 4        |

Tabla 6.38: Ahorro en el Pago de la energía, TIR, VAN y Pay Back

6.8.6.2. AULAS

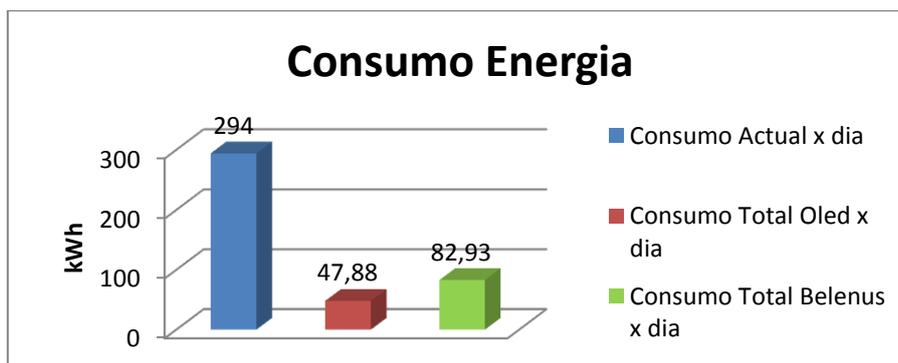


Figura 6.8: Consumo Total solo con Iluminación

| COSTOS SOLO CON ILUMINACIÓN   |              |
|-------------------------------|--------------|
| Costos Iluminación Oled       | \$ 42.199,66 |
| Costos Iluminación de Belenus | \$ 32.705,77 |

Tabla 6.39: Costos Iluminación

|                | Actual      | Con iluminación | Ahorro    | TIR | VAN          | PAY BACK |
|----------------|-------------|-----------------|-----------|-----|--------------|----------|
| <b>OLED</b>    | \$ 1.002,54 | \$ 163,28       | \$ 839,26 | 15% | -\$ 3.023,94 | 4,19     |
| <b>BELENUS</b> | \$ 1.002,54 | \$ 273,66       | \$ 728,88 | 27% | \$ 13.322,86 | 3,74     |

Tabla 6.40: Ahorro en el Pago de la energía, TIR, VAN y Pay Back

### 6.8.6.3. TALLER DE ELECTRICIDAD

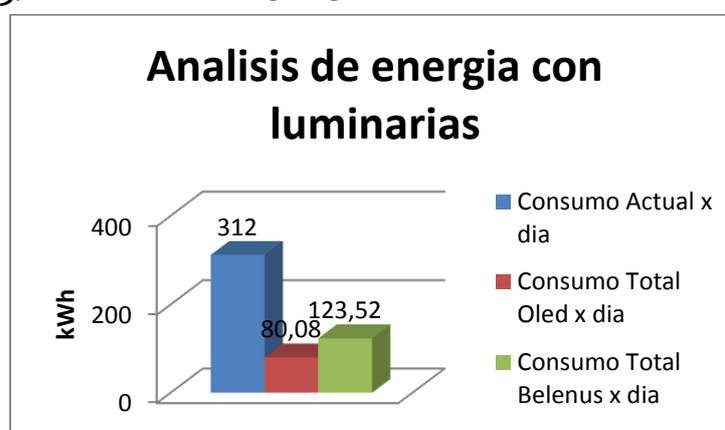


Figura 6.9: Consumo Total solo con Iluminación

| COSTOS SOLO CON ILUMINACIÓN   |              |
|-------------------------------|--------------|
| Costos Iluminación Oled       | \$ 52.314,52 |
| Costos Iluminación de Belenus | \$ 40.545,04 |

Tabla 6.41: Costos Iluminación

|                | Actual      | Con iluminación | Ahorro    | TIR | VAN         | PAY BACK |
|----------------|-------------|-----------------|-----------|-----|-------------|----------|
| <b>OLED</b>    | \$ 1.063,92 | \$ 273,06       | \$ 790,86 | 6%  | -13504,49   | 5,51     |
| <b>BELENUS</b> | \$ 1.063,92 | \$ 407,62       | \$ 656,30 | 19% | \$ 2.574,77 | 5,15     |

Tabla 6.42: Ahorro en el Pago de la energía, TIR, VAN y Pay Back

6.8.6.4. TALLER DE MECÁNICA

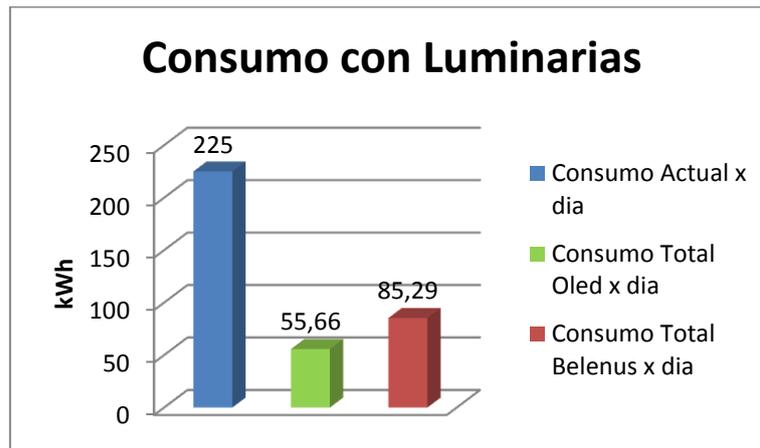


Figura 6.10: Consumo Total solo con Iluminación

| COSTOS SOLO CON ILUMINACIÓN   |              |
|-------------------------------|--------------|
| Costos Iluminación Oled       | \$ 35.673,94 |
| Costos Iluminación de Belenus | \$ 27.648,17 |

Tabla 6.43: Costos Iluminación

g

|         | Actual    | Con iluminación | Ahorro    | TIR | VAN          | PAY BACK |
|---------|-----------|-----------------|-----------|-----|--------------|----------|
| OLED    | \$ 767,25 | \$ 189,81       | \$ 577,44 | 8%  | -\$ 7.717,86 | 5,15     |
| BELENUS | \$ 767,25 | \$ 281,45       | \$ 485,80 | 21% | \$ 3.912,71  | 4,74     |

Tabla 6.44: Ahorro en el Pago de la energía, TIR, VAN y Pay Back

6.8.7. ANÁLISIS GENERALES

6.8.7.1. INVERSIÓN TOTAL

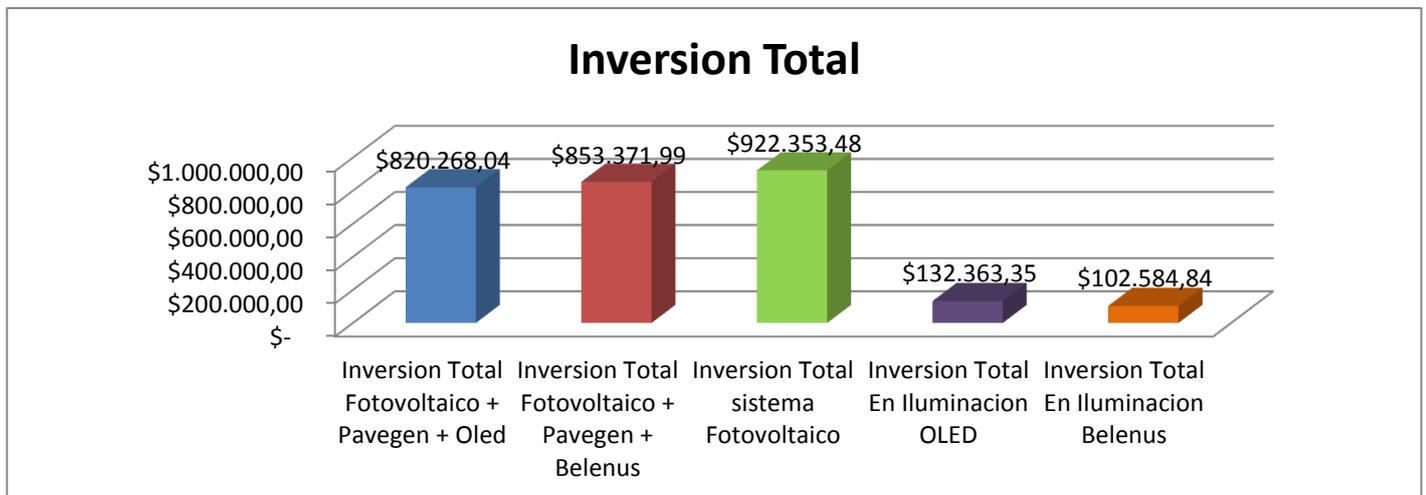


Figura 6.11: Inversión total en todas las tecnologías

**6.8.7.2. ANÁLISIS TIR TOTAL**

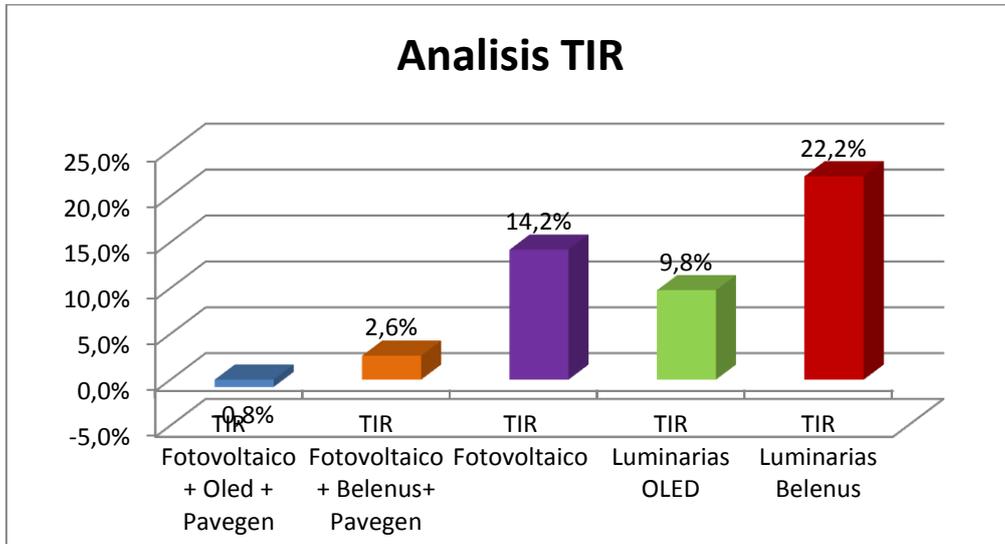


Figura 6.12: Análisis TIR en todas las tecnologías

**6.8.7.3. ANÁLISIS VAN TOTAL**

|                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| VAN Fotovoltaico + Oled + Pavegen    | -\$ 656.962,18 |
| VAN Fotovoltaico + Belenus + Pavegen | -\$ 593.557,27 |
| VAN Fotovoltaico                     | -\$ 171.227,64 |
| VAN Luminarias OLED                  | -\$ 24.506,14  |
| VAN Luminarias Belenus               | \$ 20.409,93   |

Tabla 6.45: Analisis VAN total

**6.8.7.4. PAY BACK ESTÁTICO EN AÑOS TOTAL**

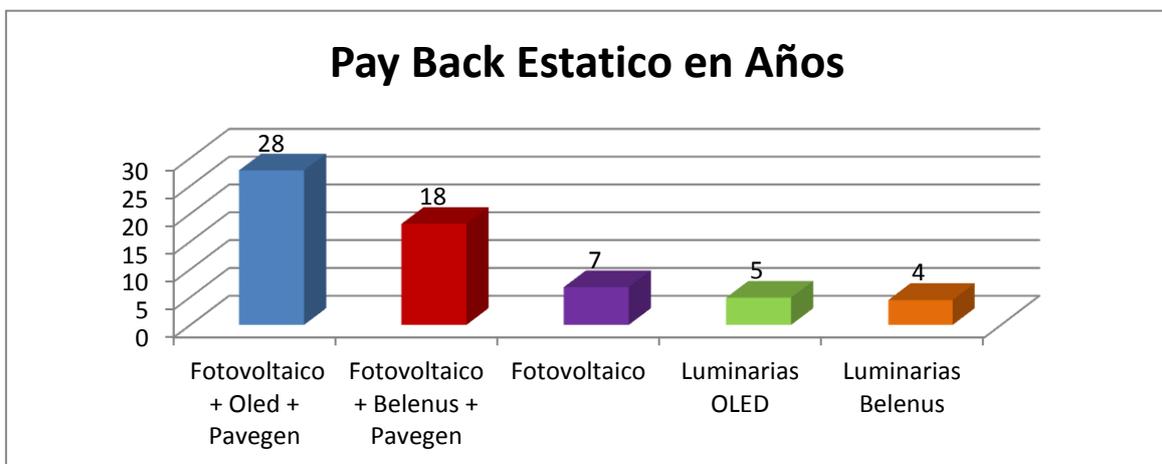


Figura 6.13: Análisis Pay Back estático en años en todas las tecnologías

## CONCLUSIONES

- Con el análisis del cambio de luminarias y según los cálculos realizados el ahorro energético en iluminación en el área de aulas es de un 84% con lámparas Belenus según la tabla 5.24 mientras que con oled es de 99% según la tabla 5.22 de ahorro de energía estos valores son aproximadamente similares en las área del gimnasio y talleres.
- Para el caso de la generación de energía eléctrica mediante la colocación de paneles solares es una opción a tomar en cuenta pero en pequeña escala es decir que colocar la cantidad de paneles que se necesitaría para cubrir la demanda energética que requiere la Universidad significaría una cantidad de 357 baterías según las tablas 2.9, 5.17, 5.32 y 5.44 y estas emiten gases tóxicos por lo que se perdería la idea original de este proyecto que es la de convertirse en una Universidad Verde. De igual manera el área que se necesitaría para la colocación de los 717 paneles es una área de 1178.3 m<sup>2</sup> por lo que no se tendría un lugar apropiado para la colocación de estas en cambio si se colocaran los paneles para cubrir demandas pequeñas sería una buena opción de generación de energía eléctrica.
- Para el caso de las baldosas Pavegen la energía generada es de 3.15 wh por baldosa debido a que el tiempo utilizado por parte de los alumnos es de 90 minutos por día ya que se utilizan 10 minutos cada 2 horas solo en caso de taller de electricidad se necesitaría de unos 260 baldosas y generarían 819 wh al día según la página 108 que no es una energía muy considerable.
- La colocación de baldosas aparte de ser costosas no sería una muy buena opción debido a que las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana son nuevas y sería una inversión de un elevado precio pero una opción sería el colocarlas posteriormente en las nuevas instalaciones.

- Con respecto a la inversión inicial que se necesitaría para convertir la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca en una universidad Energéticamente verde utilizando todas las tecnologías planteadas en esta investigación la inversión sería elevada como indica la figura 6.11, pero con el planteamiento de cambio de luminarias sería más barato que en casos anteriores, por lo que al realizar el análisis del TIR y el VAN, nos indican en la tabla 6.45 que la mejor opción sería la colocación de lámparas Belenus ya que inversión se recuperaría en 4 años, como indica en la figura 6.13 y según los análisis sería el único con un VAN positivo, es decir que sería un proyecto rentable.

## RECOMENDACIONES

- Se debe tener en cuenta que para la utilización de estas tecnologías sería recomendable realizar pruebas o análisis técnicos para considerar parámetros mucho más exactos sobre estas tecnologías ya que por ser nuevas todavía se encuentran en investigación y desarrollo y los cálculos han sido basados en datos obtenidos por sus fabricantes, de los cuales no siempre son ciertos.
- Según los análisis del TIR y el VAN la mejor opción para transformar la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca en una Universidad Energéticamente Verde sería solo el cambio de luminarias por las luminarias Belenus, este es el único proyecto que salió con un VAN positivo, esto es debido al tiempo de vida útil que tienen estas luminarias, y su valor de inversión no sería muy costoso en comparación con los otros proyectos por lo que la recuperación inversión estática según la tabla 6.45 sería en unos 4 años aproximadamente. Pero se debe tener en cuenta que en algunos foros sobre esta tecnología, indican que esta bombilla eterna no es cierta, por lo que se recomienda hacer los análisis correspondientes antes de realizar todo el cambio de luminarias
- En el caso del gimnasio se debe tener en cuenta que el uso que se le da a estas instalaciones no es el apropiado debido a que la mayor parte del tiempo las bicicletas y las elípticas pasan sin ser utilizadas y estas máquinas son las que generan energía por lo que se recomienda realizar una campaña para que las personas que asisten al gimnasio utilicen más estas máquinas incentivándolas con la idea de la generación de energía mediante su sudor.

- En la actualidad la Universidad Politécnica Salesiana posee un transformador de 300 kVA instalado, pero éste transformador se encuentra colocado aproximadamente desde hace 24 años cuando se utilizaba para el taller de Matricería pero actualmente este transformador es utilizado exclusivamente para la iluminación de los edificios y el consumo no llega a 150 kVA, este es un dato obtenido de los estudios realizados por el personal de mantenimiento de los talleres de la Universidad, la idea del cambio de Luminarias planteadas en esta tesis haría que el consumo de la Universidad sea mucho menor al actual y de esta manera ya no se necesitaría de este transformador de tanta potencia, y el costo que se paga por la potencia instalada se podría invertir en un nuevo transformador de menor potencia.

## LISTA DE ANEXOS

- **ANEXO 1:** Regulación No. CONELEC 004-11
- **ANEXO 2:** Características de Lámparas Belenus
- **ANEXO 3:** Características de Lámparas Oled
- **ANEXO 4:** Características de los paneles
- **ANEXO 5:** Medidor de la Calidad de energía eléctrica FLUKE
- **ANEXO 6:** Cargos tarifarios

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### ENTREVISTAS

- [1] Universidad Politécnica Salesiana. Rectorado. Primeras fotografías de la Universidad
- [2] PALACIOS, Geovanny, (entrevista). Datos del gimnasio de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca
- [3] LUCERO, Carlos. (Entrevista) Datos técnicos de Instalaciones eléctricas de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca

### PAGINAS WEB

- [1] **CENTROSUR S.A, Consulta de Planillas** (Obtenido 26/julio/2012)  
<http://www.centrosur.com.ec/informaci%C3%B3n/consultas-line/consultar-planillas>
- [2] **CONELEC, Cargos Tarifarios** (Obtenido 26/julio/2012)  
[http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc\\_10094\\_CARGOS%202012.pdf](http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc_10094_CARGOS%202012.pdf)
- [3] **OLED, Referencias Técnicas** (Obtenido 18/abril/2012)  
<http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0d96/0900766b80d967e8.pdf>
- [4] **ORGANIC LIGHT EMITTING DIODES (OLEDs)** (Obtenido 18/abril/2012)  
[http://lighting.sandia.gov/lightingdocs/OIDA\\_SSL\\_OLED\\_Roadmap\\_Full.pdf](http://lighting.sandia.gov/lightingdocs/OIDA_SSL_OLED_Roadmap_Full.pdf)
- [5] **COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA** (Obtenido 01/mayo/2012)  
<http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>
- [6] **PRECIOS INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA** (Obtenido 17/julio/2012)  
<http://www.solener.com/tarifa.pdf>
- [7] **ANÁLISIS TIN Y VAR** (Obtenido 30/julio/2012)  
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1384/7/CAPITULO%206.pdf>

[8] **OSORIO, A. “Generador eléctrico accionado por fuerza humana una nueva alternativa de generación de energía” Trabajo de Investigación Academia de Ingeniería Mecánica Eléctrica Universidad Juárez Autónoma de Tabasco**

(Obtenido 10/abril/2012)

<http://www.izt.uam.mx/contactos/n65ne/generador.pdf>

[9] **THE GREEN MICROGYM, GIMNASIO SOSTENIBLE QUE GENERA SU PROPIA ENERGÍA** (Obtenido 05/marzo/2012)

<http://generatuenergia.com/2011/12/20/sostenibilidad-generacion-energia-limpia-gimnasios-the-green-microgym/>

[10] **PAVEGEN SYSTEMS** (Obtenido 05/marzo/2012)

<http://www.pavegen.es/energy-harvesting-applications.php>

[11] **BENEFICIOS DEL SPINNING** (Obtenido 10/marzo/2012)

[http://www.bicicletasdespinning.com/beneficios\\_del\\_spinning.htm](http://www.bicicletasdespinning.com/beneficios_del_spinning.htm)

[12] **PANELES MONOCRISTALINOS** (Obtenido 03/abril/2012)

<http://casasycarrossolares.wordpress.com/paneles-monocristalinos-2/placa-panel-solar-fotovoltaica-monocristalina-90wp-12v-2/>

[13] **LA BOMBILLA ETERNA** (Obtenido 07/mayo/2012)

<http://www.faunatura.com/bombilla-eterna.html>

[14] **BOMBILLA LED SIN OBSOLENCIA PROGRAMADA** (Obtenido 18/mayo/2012)

<http://www.oepelectrics.com/bomillas-led.html>

[15] **UNAS BALDOSAS GENERAN ENERGÍA** (Obtenido 18/mayo/2012)

<http://www.nationalgeographic.es/noticias/medio-ambiente/energia/baldosas-energia-pisadas>

[16] **POWERLEAP** (Obtenido 18/mayo/2012)

[http://powerleap.net/?page\\_id=32#more-32](http://powerleap.net/?page_id=32#more-32)

[17] **DISCOTECAS SOSTENIBLES** (Obtenido 05/marzo/2012)

<http://xn--diseosostenibilidad-66b.com/2012/03/discotecas-sostenibles/>

[18] **BLOG DE DEPORTES** (Obtenido 10/marzo/2012)

<http://www.1p-deportes.com/spinning-%C2%BFgenerador-de-energia-electrica/>

# ANEXOS

## ANEXO 1

Regulación No. CONELEC 004/11, página 5

### CONDICIONES PREFERENTES

#### PRECIOS PREFERENTES

Los precios a reconocerse por la energía medida en el punto de entrega, expresados en centavos de dólar de los Estados Unidos por kWh, son aquellos indicados en la Tabla No. 1. No se reconocerá pago por disponibilidad a la producción de las centrales no convencionales.

| CENTRALES             | TERRITORIO CONTINENTAL | Territorio Insular de Galapagos |
|-----------------------|------------------------|---------------------------------|
| EOLICAS               | 9,13                   | 10,04                           |
| FOTOVOLTAICAS         | 40,03                  | 44,03                           |
| BIOMASA Y BIOGAS <5MW | 11,05                  | 12,16                           |
| BIOMASA Y BIOGAS >5MW | 9,60                   | 10,56                           |
| GEOTERMICAS           | 13,21                  | 14,53                           |

Además, para las centrales hidroeléctricas de hasta 50 MW se reconocerán los precios indicados en la Tabla No. 2, expresados en centavos de dólar de los Estados Unidos por kWh. No se reconocerá pago por disponibilidad a este tipo de centrales que se acojan a la presente Regulación.

| CENTRALES  | PRECIO |
|--|--------|
| <b>CENTRALES HIDROELÉCTRICAS HASTA 10 MW</b>                 | 7,17   |
| <b>CENTRALES HIDROELÉCTRICAS MAYORES A 10 MW HASTA 30 MW</b> | 6,88   |
| <b>CENTRALES HIDROELÉCTRICAS MAYORES A 10 MW HASTA 30 MW</b> | 6,21   |

## ANEXO 2

### Características Lámpara Belenus



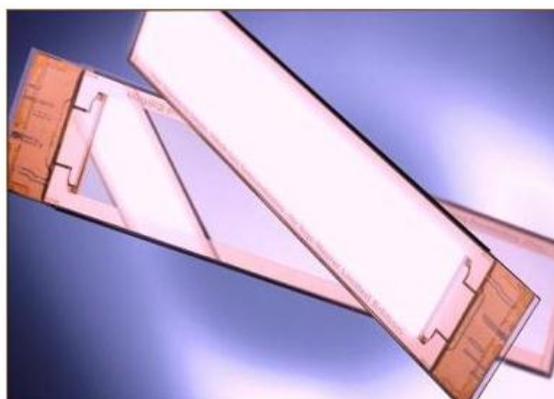
| <b>Características Técnicas</b>  |                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Potencia</b>                  | 6 W                                   |
| <b>Eficiencia</b>                | 92% a comparación de una foco de 60 W |
| <b>Tiempo de vida</b>            | Sin obsolescencia programada          |
| <b>Emisión de CO<sub>2</sub></b> | 70% menos que una normal              |
| <b>Precio</b>                    | 26€                                   |

## ANEXO 3

### Características Lámpara Oled



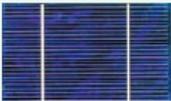
OLED, tecnología que reemplazará las bombillas de luz



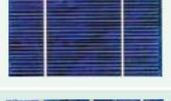
| <b>Características Técnicas</b> |                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Potencia</b>                 | 0.71w                                |
| <b>Eficiencia</b>               | 99% a comparación de una foco de 60W |
| <b>Tiempo de vida</b>           | 14000 horas                          |
| <b>Precio</b>                   | \$89                                 |

## ANEXO 4

### Características de los paneles

| Células   | Silicio        | Rendimiento laboratorio | Rendimiento directo |
|---|----------------|-------------------------|---------------------|
|  | Monocrystalino | 24 %                    | 15 - 18 %           |
|  | Policristalino | 19 - 20 %               | 12 - 14 %           |
|  | Amorfo         | 16 %                    | < 10 %              |

| Células   | Silicio        | Características   |
|---|----------------|---|
|  | Monocrystalino | Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski). |
|  | Policristalino | La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.                     |
|  | Amorfo         | Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.               |

| Células   | Silicio        | Fabricación  |
|---|----------------|--|
|  | Monocrystalino | Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.  |
|  | Policristalino | Igual que el del monocrystalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.               |
|  | Amorfo         | Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico. |

## ANEXO 5

### Medidor de la Calidad de Energía Eléctrica FLUKE



#### Análisis de datos

Los datos se pueden visualizar e imprimir, o también se puede exportar para utilizarlos en otras aplicaciones, como Microsoft Excel y programas de base de datos.

Independientemente de si los descarga de un instrumento conectado o los abre desde un archivo, estarán visibles las mismas fichas y opciones de ventana. Las fichas que se muestren dependen del instrumento y de los datos guardados:

- Resumen
- Tabla
- Tensión Y Corriente
- Estadísticas
- Armónicos
- Frecuencia/ Desequilibrio
- Potencia
- Pantallas
- Energía
- Transitorios
- Huecos Y Picos
- Flicker
- Señal Portadora
- Armónicos Potencia
- Perfiles De Tensión

## ANEXO 6

**CONELEC  
DIRECCIÓN DE TARIFAS  
PERIODO: ENERO – DICIEMBRE  
EMPRESAS ELÉCTRICAS**

| NORTE-COTOPAXI – AMBATO – RIOBAMBA - CNEL BOLÍVAR – AZOGUES – CENTRO SUR<br>CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS |   |                   |                                   |
|--|---|-------------------|-----------------------------------|
| RANGO DE CONSUMO   | DEMANDA (USD/KW)  | ENERGÍA (USD/KWH) | COMERCIALIZACIÓN (USD/CONSUMIDOR) |
| NIVEL TENSIÓN  | GENERAL MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA   |                   |                                   |
|  | COMERCIALES E INDUSTRIALES E OFICIALES, BOMBEO AGUA, ESC DEPORTIVOS, SERVICIOS COMUNITARIOS, AUTOCONSUMOS Y ABONADOS ESPECIALES |                   |                                   |
|  | 4.790   | 0.061             | 1.414                             |
| NIVEL TENSIÓN  | COMERCIALES E OFICIALES, BOMBEO AGUA, ESC DEPORTIVOS, SERVICIOS COMUNITARIOS, AUTOCONSUMOS Y ABONADOS ESPECIALES                |                   |                                   |
|  | 4.576   |                   | 1.414                             |
| 07hoo hasta 22hoo  |   | 0.061             |                                   |
| 22hoo hasta 07hoo  |   | 0.049             |                                   |