



**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESINA**  
**SEDE CUENCA**  
**CARRERA DE**  
**INGENIERIA ELECTRICA**

**Tesis previa a la obtención de título  
de Tecnólogo en Electromecánica.**

**“ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA ILUMINACION DEL CEMENTERIO DE LA  
PARROQUIA PACCHA”**

**Autor:**

**Diego Fernando Zumba Yunga**

**Director:**

**Ing. Carlos Peralta**

**Cuenca, diciembre de 2011**

### **Declaratoria de Responsabilidad**

Yo, Diego Fernando Zumba Yunga autor del presente trabajo de tesis denominado “Estudio y Diseño de Iluminación para el Cementerio de la parroquia Paccha” declaro que:

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación me corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Politécnica Salesiana”

Cuenca, diciembre 16 de 2011



-----  
Diego Fernando Zumba Yunga

Ing. Cárlos Peralta

**CERTIFICA**

Haber dirigido y revisado el proyecto de tesis intitulado “**ESTUDIO Y DISEÑO DE ILUMINACION PARA EL CEMENTERIO DE PACCHA**” realizado por el señor Diego Fernando Zumba Yunga y por lo tanto autorizo su presentación.

Cuenca, 16 de diciembre de 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Peralta', is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval shape.

Ing. Cárlos Peralta



*Agradezco a Dios por darme salud y vida para terminar este proyecto*

*A mis padres Ángel y Lucia por su incansable esfuerzo para que*

*sus hijos se formen y sean hombres y mujeres de bien y por*

*todo el apoyo durante este tiempo.*

*A mis hermanos por su incondicional apoyo en mis estudios.*

*Diego Fernando*

## Índice

<b>Declaratoria de responsabilidad.....</b>	<b>ii</b>
<b>Autorización.....</b>	<b>iii</b>
<b>Dedicatoria y Agradecimientos.....</b>	<b>iv</b>
<b>Índice.....</b>	<b>v</b>
<b>Índice de Figuras.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Índice de Tablas.....</b>	<b>xviii</b>
<b>Índice de Fotos.....</b>	<b>xx</b>
<b>Índice de Anexos.....</b>	<b>xxii</b>

### Capítulo 1

<b>1. LUMINOTECNIA.....</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCION.....	1
1.2. NIVELES DE ILUMINACION.....	2
1.2.1. Introducción.....	2
1.2.2. La Luz.....	2
1.2.3. Magnitudes y Unidades.....	3
1.2.3.1. Flujo Luminoso.....	3
1.2.3.2. Eficiencia Luminosa.....	4
1.2.3.3. Iluminancia o Nivel de Iluminación.....	4
1.2.3.4. Intensidad Luminosa.....	5
1.2.3.5. Luminancia.....	5

1.2.4. Niveles de Iluminación.....	6
1.2.4.1. Definición .....	6
1.2.4.2. Iluminación Funcional.....	6
1.2.4.2.1. Condicionantes del Observador.....	7
1.2.4.2.2. Condicionantes del entorno.....	7
1.2.4.2.3. Condicionantes de la tarea.....	7
1.2.4.2.4. Condicionantes de la infraestructura.....	8
1.2.4.3. Niveles de iluminación Recomendados.....	8
1.2.5. Iluminación Exterior.....	10
1.2.5.1. Reflectores.....	10
1.2.5.2. Proyectores.....	12
1.2.6. Deslumbramientos.....	13
1.2.6.1. Definición.....	13
1.2.6.2. Deslumbramiento debido a una visión directa.....	14
1.2.6.3. Deslumbramiento debido a una visión indirecta.....	14
1.2.6.4. Equilibrio de Luminancias.....	15
1.3. TIPOS DE LUMINARIAS.....	16
1.3.1. Generalidades.....	16
1.3.2. Definición de Luminaria.....	16
1.3.3. Clasificación de Lámparas.....	17
1.3.3.1. Lámparas Incandescentes no Halógenas.....	17
1.3.3.2. Lámparas Incandescentes Halógenas.....	18
1.3.3.3. Lámparas de Descarga.....	19
1.3.3.3.1. Lámparas de Mercurio de Baja Intensidad.....	19
1.3.3.3.2. Lámparas de Mercurio de Alta Presión.....	20

1.3.3.3.3.	Lámparas de Halogenuros Metálicos.....	21
1.3.3.3.4.	Lámparas de Sodio de Baja Presión.....	22
1.3.3.3.5.	Lámparas de Sodio de Alta Presión.....	23
1.3.3.4.	Lámparas de Tecnología Led.....	24
1.4.	SISTEMAS DE ILUMINACION.....	25
1.4.1.	Definición.....	25
1.4.2.	Iluminación Directa.....	25
1.4.3.	Iluminación Indirecta.....	26
1.4.4.	Iluminación Semi - Directa.....	27
1.4.5.	Iluminación Semi - Indirecta.....	28
1.4.6.	Iluminación Difusa o Mixta.....	29
1.5.	NUMERO DE LUMINARIAS.....	31
1.5.1.	Cálculo de Interiores.....	31
1.5.1.1.	Método de Lúmenes.....	31
1.5.1.2.	Método del Punto por Punto.....	34
1.5.1.2.1.	Componente Directa.....	36
1.5.1.2.2.	Componente Indirecta.....	38
1.5.2.	Calculo de Alumbrado Exterior.....	38
1.5.2.1.	Factor de Utilización.....	38
1.5.2.2.	Cálculo por el método del Flujo Total.....	39
1.5.2.3.	Tablas para el Cálculo Exterior.....	40
1.6.	DISTRIBUCION DE LUMINARIAS.....	42
1.7.	ANALISIS DE RENDIMIENTO LUMINICO.....	45
1.7.1.	Curvas Fotométricas.....	45
1.7.1.1.	Características Fotométricas.....	45

1.7.2. Temperatura del Color.....	48
1.7.3. Índice de reproducción cromático.....	48
1.7.4. Características de Lámparas Incandescentes.....	49
1.7.5. Características de lámparas de baja intensidad de descarga .....	51
1.7.6. Características de Lámparas de alta intensidad de descarga.....	53

## Capítulo 2

<b>2. ILUMINACION PARA CEMENTERIOS.....</b>	<b>55</b>
2.1. CONCEPTOS.....	55
2.1.1. Introducción.....	56
2.2. UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL CEMENTERIO DE PACCHA.....	64
2.2.1. Denominación del Inmueble.....	64
2.2.2. Localización Geográfica.....	64
2.2.3. Delimitación del Área.....	64
2.2.4. Croquis de ubicación.....	65
2.3. TIPOS DE ILUMINACION PARA CEMENTERIOS.....	66
2.3.1. Introducción .....	66
2.3.2. Destacar los detalles de Construcción .....	67
2.3.3. Destacar Aspectos Ornamentales del cementerio.....	67
2.3.4. Accesibilidad con adecuada iluminación frente a multitudes (Sepelios)..	68
2.3.5. Proveer de Tomacorrientes que se usarán en ocasiones especiales.....	70
2.3.6. Niveles de iluminación para un cementerio o lugares abiertos.....	70
2.3.6.1. Mediciones con Luxómetro.....	70
2.3.6.2. Criterios del nivel de iluminación para lugares abiertos según algunas entidades.....	77

2.3.7. Elección del tipo de Alumbrado para el cementerio de Paccha.....	78
2.4. ELECCION DE EQUIPOS DE ILUMINACION.....	79
2.4.1. Criterios de calidad.....	79
2.4.2. Eficacia de la Luminaria.....	81
2.4.2.1. Rendimiento luminoso de una luminaria.....	81
2.4.2.2. Factor de atenuación.....	82
2.4.2.3. Factor de utilización.....	82
2.4.2.4. Factor de Mantenimiento.....	83
2.4.3. Tipo de luminaria para la iluminación del cementerio de Paccha.....	83
2.4.3.1. Iluminación General.....	83
2.4.3.1.1. Descripción de las lámparas de Halogenuros Metálicos...84	
2.4.3.1.2. Características.....	85
2.4.3.1.3. Ventajas.....	87
2.4.3.1.4. Distribuciones Fotométricas.....	88
2.4.3.2. Iluminación localizada.....	89
2.4.3.2.1. Características.....	90
2.4.3.2.2. Ventajas.....	91
2.4.3.2.3. Fotometría.....	93
2.4.3.3. Iluminación Ornamental.....	94
2.4.3.3.1. Características.....	95
2.4.3.3.2. Ventajas.....	97
2.4.3.3.3. Fotometría.....	98
2.4.3.4. Iluminación Interior.....	99
2.4.3.4.1. Descripción de lámparas halógenas y fluorescentes.....	100
2.4.3.4.2. Características.....	101

2.4.3.4.3.	Ventajas.....	102
2.4.3.4.4.	Fotometría.....	102
2.5.	ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION A IMPLEMENTARSE .....	103
2.5.1.	Planeamiento.....	103
2.5.2.	Diseño.....	104
2.5.2.1.	Alcance del proyecto.....	104
2.5.2.2.	Planos .....	105
2.5.2.3.	Especificaciones.....	105

### Capítulo 3

#### DISEÑO LUMINOTECNICO

<b>3.</b>	<b>SOFTWARE DIALUX.....</b>	<b>106</b>
3.1.	INTRODUCCION.....	106
3.2.	GENERALIDADES.....	106
3.3.	DISEÑO INTERIORES.....	107
3.3.1.	Creación de local interior.....	107
3.3.2.	Implementación mobiliaria de local interior.....	109
3.3.3.	Implementación lumínica de local interior.....	110
3.4.	DISEÑO EXTERIORES.....	112
3.4.1.	Creación de local exterior.....	112
3.4.2.	Implementación mobiliaria de local exterior.....	113
3.4.3.	Implementación lumínica de local exterior.....	114
3.5.	APLICACIÓN DEL SOFTWARE PARA EL DISEÑO.....	115
3.5.1.	Levantamiento planimetrico del cementerio de Paccha.....	115

3.5.2. Creación del local del cementerio de Paccha.....	116
3.5.3. Implementación del local del cementerio de Paccha.....	117
3.5.4. Implementación lumínica del cementerio de Paccha.....	118
3.5.4.1. Iluminación general del cementerio de Paccha.....	118
3.5.4.2. Iluminación de cominerías del cementerio de Paccha.....	121
3.5.4.3. Iluminación de Jardinerías y Fachadas.....	123
3.5.4.4. Iluminación de la Capilla Ardiente.....	124
3.5.4.5. Iluminación de la Entrada Principal y de la Bodega.....	124
3.6. INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	126
3.7. VIDEO DE SIMULACION DEL PROYECTO.....	126
3.8. IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA A IMPLEMENTARSE.....	127

## Capítulo 4

### DISEÑO ELECTRICO

<b>4. DEMANDA.....</b>	<b>128</b>
4.1. DETERMINACION DE LA DEMANDA.....	130
4.1.1. Demanda Máxima.....	130
4.2. DISEÑO DE LA ACOMETIDA.....	131
4.2.1. Acometida.....	131
4.2.2. Acometida Aérea.....	131
4.2.3. Acometida Subterránea.....	132
4.2.4. Calculo de la Acometida.....	132
4.3. DETERMINACION DE LOS CIRCUITOS DE ILUMINACION .....	133
4.3.1. Circuito de iluminación (C.I.1.).....	134
4.3.2. Circuito de iluminación (C.I.2.).....	135

4.3.3. Circuito de iluminación (C.I.3.).....	136
4.3.4. Circuito de iluminación (C.I.4.).....	137
4.3.5. Circuito de iluminación (C.I.5.).....	138
4.3.6. Circuito de iluminación (C.I.6.).....	139
4.3.7. Circuito de iluminación (C.I.7.).....	140
4.3.8. Circuito de iluminación (C.I.8.).....	141
4.3.9. Circuito de iluminación (C.I.9.).....	142
4.4. DETERMINACION DE CIRCUITOS DE FUERZA.....	143
4.5. CALCULO DE CONDUCTORES Y DUCTOS.....	144
4.6. CALCULO DE PROTECCIONES.....	145
4.7. PLANOS CIVILES.....	147
4.8. PLANOS ELECTRICOS.....	147
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	148

## Índice de Figuras

Fig.1.1 Espectro Electromagnético.....	3
Fig. 1.2 Representación grafica de flujo luminoso.....	3
Fig. 1.3 Representación grafica de Eficiencia Luminosa.....	4
Fig. 1.4 Representación grafica de Iluminancia.....	5
Fig.1.5 Representación grafica de Luminancia.....	6
Fig.1.6 Reflector (a) mate, (b) martillado, (c) facetado y (d) especular.....	11
Fig.1.7 Ejemplo de Proyectores.....	12
Fig. 1.8 Lámpara Incandescente no Halógena.....	18
Fig. 1.9 Lámpara Incandescente Halógena.....	18
Fig. 1.10 Lámpara fluorescente tubular.....	20
Fig. 1.11 Lámpara de Mercurio Alta Presión.....	21
Fig. 1.12 Lámpara Haluros Metálicos.....	22
Fig. 1.13 Lámpara de Sodio de Baja Presión.....	23
Fig. 1.14 Lámpara de Sodio de Alta Presión.....	24
Fig. 1.15 Lámpara Tipo Led.....	25
Fig. 1.16 Sistema de Iluminación Directa.....	26
Fig. 1.17 Flujo Luminoso Sistema Directo.....	26
Fig. 1.18 Sistema de Iluminación Indirecta.....	27
Fig. 1.19 Flujo Luminoso Sistema Indirecto.....	27
Fig. 1.20 Sistema de Iluminación Semidirecta.....	28
Fig. 1.21 Flujo Luminoso Sistema Semi-directo.....	28
Fig. 1.22 Sistema de Iluminación Semi Indirecta.....	29

Fig. 1.23 Flujo Luminoso Sistema Semi- Indirecto.....	29
Fig. 1.24 Sistema de Iluminación Mixta.....	30
Fig. 1.25 Flujo Luminoso Sistema Mixto.....	30
Fig.1.26 dimensiones de local a iluminar.....	31
Fig.1.27 iluminancia por diferentes fuentes.....	35
Fig. 1.28 Componente de iluminación en un punto.....	35
Fig.1.29 Fuente de luz puntual.....	36
Fig.1.30 componente de luz infinita.....	37
Fig.1.31 Factor de utilización.....	39
Fig. 1.32 iluminación unilateral.....	40
Fig. 1.33 distribución de luminarias en locales rectangulares.....	42
Fig. 1.34 distribución de luminarias en locales rectangulares.....	42
Fig.1.35 Distribución de lámparas incandescentes, vapor de mercurio.....	44
Fig.1.36 Distribución de lámparas fluorescentes y tubulares.....	44
Fig.1.37 Curvas fotométricas de lámpara incandescente y fluorescente.....	45
Fig. 1.38 características fotométricas.....	46
Fig.1.39 Algunas curvas fotométricas de luminarias.....	47
Fig. 1.40 Lámpara Incandescente no Halógena.....	49
Fig. 1.41 Lámpara fluorescente tubular.....	51
Fig. 1.42 Lámpara de Mercurio Alta Presión.....	53
Fig. 2.1 Croquis de ubicación del cementerio de Paccha.....	65
Fig. 2.2 Iluminación de arbustos.....	76
Fig. 2.3 Iluminación de Fachadas Arquitectónicas.....	76
Fig.2.4 características mecánicas de la lámpara.....	80

Figura 2.5 Luminarias de brazo simple para iluminación del Cementerio de Paccha.....	83
Fig. 2.6 Elementos constructivos de una lámpara de Halogenuros Metálicos.....	84
Fig. 2.7 Dimensiones de Luminarias de Brazo Simple.....	86
Fig. 2.8 Dimensiones Luminarias de Doble Brazo.....	87
Fig. 2.9 Distribución Fotométrica para luminaria Hestia mini (150w).....	88
Fig. 2.10 Distribución Fotométrica para luminaria Hestia Midi (250w).....	88
Fig. 2.11 Luminaria Alura para iluminación de Cominerías del Cementerio de Paccha .....	89
Fig. 2.12 Luminaria Kio para iluminación de Cominerías del Cementerio de Paccha .....	89
Fig. 2.13 Dimensiones Luminarias para iluminación de cominerías del Cementerio de Paccha.....	91
Fig. 2.14 Distribución Fotométrica para luminaria Alura.....	93
Fig. 2.15 Distribución Fotométrica para luminaria Kio.....	94
Fig. 2.16 Luminaria Terra Maxi.....	94
Fig. 2.17 Fotometría de luminaria Terra Maxi.....	95
Fig. 2.18 Materiales de luminaria Terra Maxi.....	97
Fig. 2.19 Distribución Fotométrica para luminaria Terra Maxi.....	98
Fig. 2.20 Luminaria Intro Mv para la capilla del cementerio de Paccha.....	99
Fig. 2.21 Luminarias para iluminación de entrada del Cementerio de Paccha....	99
Fig. 2.22 Lámpara fluorescente tubular.....	100
Fig. 2.23 Dimensiones luminaria Equilibrio.....	101
Fig. 2.24 Distribución Fotométrica para luminaria Intro MV.....	102
Fig. 2.25 Distribución Fotométrica para luminaria Equilibrio.....	103

Figura 3.1 Creación del local interior.....	108
Figura 3.2 Importación de un archivo DWG.....	108
Figura 3.3 Implementación mobiliaria del local interior.....	109
Figura 3.4 Implementación Lumínica del local interior.....	110
Figura 3.5 Acción luminosa de luminaria.....	111
Figura 3.6 Calculo energético de local interior.....	111
Figura 3.7 Importación de un plano desde Autocad.....	112
Figura 3.8 Creación de elemento de suelo.....	113
Figura 3.9 Implementación mobiliaria de local exterior.....	114
Figura 3.10 Implementación lumínica de local exterior.....	115
Figura 3.11 Importación de plantilla del Cementerio de Paccha.....	116
Figura 3.12 Construcción de la obra civil del Cementerio de Paccha.....	117
Figura 3.13 implementación mobiliaria del Cementerio de Paccha.....	118
Figura 3.14 Luminaria Hestia.....	119
Figura 3.15 Implementación de luminarias Hestia Midi de 250w.....	119
Figura 3.16 Implementación de luminarias Hestia Mini de 150w.....	120
Figura 3.17 Implementación de luminaria Hestia Midi Doble de 500w.....	120
Figura 3.18 Imagen de Luminarias para iluminación de cominerías del Cementerio de Paccha.....	121
Figura 3.19 Imagen de Luminarias para iluminación de cominerías del Cementerio de Paccha.....	121
Figura 3.20 Implementación de luminaria Alura de 150w.....	122
Figura 3.21 Implementación de luminaria Kio Doble.....	122
Figura 3.22 Luminarias para iluminación de jardinerías del Cementerio de Paccha.....	123

Figura 3.23 Implementación de luminaria Terra Maxi.....	123
Figura 3.24 Luminarias para iluminación de la capilla del Cementerio de Paccha.....	124
Figura 3.25 Implementación de Dicroicos en la Capilla.....	124
Figura 3.26 Luminarias para iluminación de entrada y bodega del Cementerio de Paccha.....	125
Figura 3.27 Implementación de Luminaria Equilibrio en la entrada principal.....	125
Fig. 4.1 Electrodo Químico tipo EP- ET.....	146

## Índice de Tablas

Tabla 1.1 niveles de iluminación sugerida.....	9
Tabla 1.2 Cuadro de Flujos de lámparas más comunes.....	13
Tabla 1.3 Altura de luminarias respecto al sistema de iluminación.....	32
Tabla 1.4 Factor de mantenimiento.....	32
Tabla 1.5 Factor de reflexión.....	33
Tabla 1.6 Factor de utilización.....	34
Tabla 1.7 iluminación respecto al tipo lugar a iluminar.....	40
Tabla 1.8 Flujo de la luminaria respecto a la altura.....	40
Tabla 1.9 disposición de las luminarias respecto al ancho y a la altura.....	41
Tabla 1.10 iluminación media respecto a la separación y a la altura.....	41
Tabla 1.11 Factor de mantenimiento.....	41
Tabla. 1.12 Distribución de luminarias en locales rectangulares.....	43
Tabla 1.13 Índice de rendimiento de color.....	49
Tabla 1.14 Características de lámparas incandescentes.....	50
Tabla 1.15 Características de lámparas de baja intensidad.....	52
Tabla 1.16 Características de lámparas de alta intensidad.....	54
Tabla 2.1 Valores Mínimos de iluminación para España.....	78
Tabla 2.3 Grado de Protección de luminarias contra sólidos extraños.....	80
Tabla 2.4 Grado de Protección de luminarias contra el agua.....	81
Tabla 2.5 Factor de Atenuación.....	82
Tabla 2.6 Características de las luminarias para la Iluminación General del Cementerio de Paccha.....	85

Tabla 2.7 Características de las luminarias para la iluminación de cominerías del Cementerio de Paccha.....	90
Tabla 2.8 Tipo de lámparas para la luminaria Alura.....	92
Tabla 2.9 Tipo de lámparas para la luminaria Kio.....	93
Tabla 2.10 Características de luminaria Terra Maxi.....	95
Tabla 2.11 Tipo de lámparas para la luminaria Terra Maxi.....	95
Tabla 2.12 Características de dicroicos Intro Mv.....	101
Tabla 2.13 Características de luminaria Equilibro.....	101
Tabla 4.1 Potencia instalada en el proyecto.....	129
Tabla 4.2 Estimativo preliminar de carga.....	129
Tabla 4.3 Equipos del sistema de iluminación.....	130
Tabla 4.4 Demanda Máxima.....	131

## Índice de Fotos

Foto 2.1 Iluminación de tumbas en el Cementerio de Cuenca.....	57
Foto 2.2 Iluminación de Cominerías (1) en el Cementerio de Cuenca.....	57
Foto 2.3 Entrada Cementerio Municipal Cuenca.....	58
Foto 2.4 Iluminación de Cominerías (2) en el Cementerio de Cuenca.....	58
Foto 2.5 Iluminación de bóvedas en el Cementerio de Cuenca.....	59
Foto 2.6 Iluminación con reflectores del Cementerio de Cuenca.....	60
Foto 2.7 Iluminación de un árbol en el Cementerio de Cuenca.....	60
Foto 2.8 Entrada del cementerio de Sayausí.....	61
Foto 2.9 Luminaria utilizada en el cementerio Sayausí (2).....	62
Foto 2.10 Vista de la iluminación cementerio Sayausí (1).....	62
Foto 2.11 Vista general cementerio Sayausí.....	63
Foto 2.12 Iluminación Detalle de Construcción en el Cementerio de Cuenca.....	67
Foto 2.13 Iluminación Ornamental.....	68
Foto 2.14 Iluminación de Caminerías.....	68
Foto 2.15 Señalización de los distintos lugares del cementerio.....	69
Foto 2.16 Iluminación Cominerías cementerio Municipal.....	69
Foto 2.17 Provisión de tomacorrientes.....	70
Foto 2.18 Parque Hermano Miguel.....	71
Foto 2.19 Medición del nivel de iluminación en Parque Hermano Miguel.....	71
Foto 2.20 Medición de iluminación en Parque Hermano Miguel.....	72
Foto 2.21 Parque San Blas (Cuenca).....	72
Foto 2.22 Medición de iluminación en el Parque San Blas.....	73

Foto 2.23 Medición de iluminación en el Parque San Blas.....	73
Foto 2.24 Bóvedas del Cementerio General Cuenca.....	74
Foto 2.25 Medición de nivel de iluminación en bóvedas del Cementerio General Cuenca.....	74
Foto 2.26 Medición del nivel de iluminación en cominerías del Cementerio General Cuenca (1).....	75
Foto 2.27 Medición del nivel de iluminación en cominerías del Cementerio General Cuenca (2).....	75

## Índice de Anexos

1. Valores Mínimos de iluminación según el Ministerio de Relaciones Laborales.....	150
2. Imagen de la iluminación del cementerio según el software de cálculo lumínico (1).....	151
3. Cuadro de Carga.....	153
4. REGLAMENTO PARA LA CAIDA DE TENSION DE CONDUCTORES (ITCBT).....	154
5. TABLA DE CONDUCTORES DE COBRE DE ELECTROCABLES...	155
6. Ductos para conductor THHN.....	157
7. Código de colores de conductores para instalaciones eléctricas.....	158
8. Materiales y Equipos para el sistema de iluminación del Cementerio de Paccha.....	159
9. Mano de Obra para el sistema de iluminación del cementerio de Paccha..	160
10. Presupuesto de Materiales y Equipos para la iluminación del Cementerio de Paccha.....	161
11. Programación de la obra para el cementerio de Paccha.....	162
12. Calculo de Caída de tensión en BT.....	163
13. Video de simulación del proyecto de iluminación del cementerio de Paccha.....	164
14. Características Técnicas del luxómetro utilizado en las mediciones.....	165
15. Resumen del programa de simulación.....	166

# CAPITULO I

## LUMINOTECNIA

### 1.1 INTRODUCCION

Desde tiempos inmemoriales, el hombre siempre ha tenido la preocupación de contar con instalaciones adecuadas a su casa para hacer frente a la falta de luz natural.

A finales del siglo XIX fueron descubiertas las primeras lámparas eléctricas incandescentes por Thomas Edison, para producir luz, luego de este descubrimiento comenzó a ser utilizado en gran escala con una innovación constante en los avances tecnológicos.

Hoy en día la Luminotecnia es la ciencia que estudia las distintas formas de producción de luz, así como su control y aplicación, es decir, es el arte de la iluminación con luz artificial para fines específicos.

La luz es una manifestación de la energía en forma de radiaciones electromagnéticas capaces de afectar el órgano visual. Se denomina radiación a la transmisión de energía a través del espacio.

Gracias a la luz captamos las impresiones de claridad, relieve, forma, color y movimientos de los objetos que forman nuestro mundo exterior, para el cual se necesitan, evidentemente, lámparas, reflectores, bombillas, entre otras cosas que se relacionan con la electricidad.

## 1.2 NIVELES DE ILUMINACION

### 1.2.1 Introducción

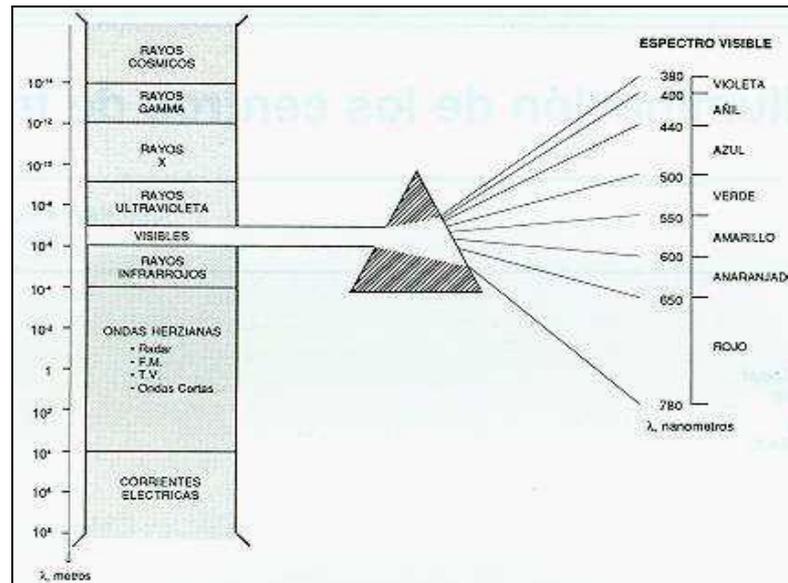
Una de las actividades que realiza el hombre a lo largo de su vida, es el trabajo, en este sentido la actividad laboral, para que pueda desarrollarse de una forma eficaz, precisa que la luz (característica ambiental) y la visión (característica personal) se complementen, ya que se considera que el 50% de la información sensorial que recibe el hombre es de tipo visual, es decir, tiene como origen primario la luz.

### 1.2.2 La Luz

Es una forma particular y concreta de energía que se desplaza o propaga por medio de radiaciones, es decir, de perturbaciones periódicas del estado electromagnético del espacio; es lo que se conoce como energía radiante.

Existe un número infinito de radiaciones electromagnéticas que pueden clasificarse en función de la forma de generarse, de manifestarse, etc.

La clasificación más utilizada sin embargo es la que se basa en las longitudes de onda (Fig. 1.1). En dicha figura puede observarse que las radiaciones visibles por el ser humano ocupan una franja muy estrecha comprendida entre los 380 y los 780nm (nanómetros).



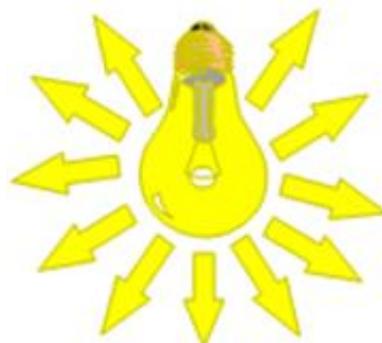
**Fig.1.1 Espectro Electromagnético**

Fuente: [http://www.basc-costarica.com/documentos/Niveles\\_Iluminacion.pdf](http://www.basc-costarica.com/documentos/Niveles_Iluminacion.pdf)

## 1.2.3 Magnitudes y Unidades

### 1.2.3.1 Flujo Luminoso

Es la magnitud que mide la potencia o caudal de energía de la radiación luminosa y se define como potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible o también se define de cómo fluye la luz respecto al tiempo y se mide en Lumen ( $lm=l \cdot \omega$ ) y su símbolo es  $\Phi$ .



**Fig. 1.2 Representación gráfica de flujo luminoso**

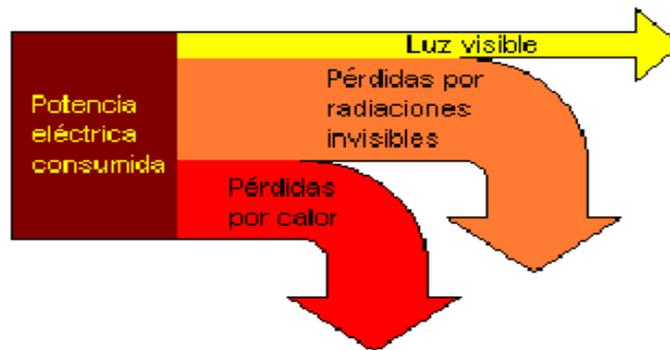
Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

### 1.2.3.2 Eficiencia Luminosa

Expresa el rendimiento energético de una lámpara y mide la calidad de la fuente como un instrumento dedicado a producir luz por la transformación de energía eléctrica a energía radiante visible.

La Eficiencia Luminosa se define como cociente entre el flujo luminoso total emitido y la potencia total consumida por la fuente.

$$\rho = \frac{\Phi}{w} = \frac{lm}{watio}$$



**Fig. 1.3 Representación grafica de Eficiencia Luminosa**

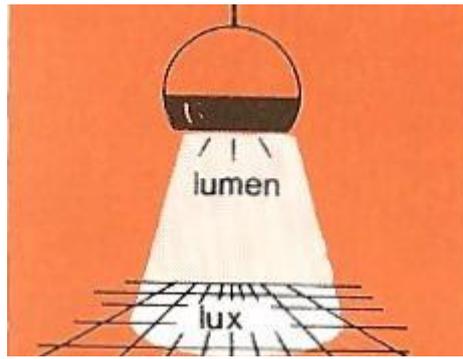
**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

### 1.2.3.3 Iluminancia o Nivel de Iluminación

Iluminancia se define como el flujo luminoso incidente por unidad de superficie y su unidad es el Lux.

El Lux se puede definir como la iluminación de una superficie de  $1m^2$  cuando en ella incide, uniformemente repartido, un flujo luminoso de un Lumen.

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{lm}{m^2}$$



**Fig. 1.4 Representación grafica de Iluminancia**

**Fuente:** <http://www.aiu.edu/applications/DocumentLibraryManager/upload/Lighting.pdf>

#### 1.2.3.4 Intensidad Luminosa

La intensidad luminosa de una fuente de luz en una dirección dada, es la relación que existe entre el flujo luminoso contenido en un ángulo solido cualquiera, cuyo eje coincida con la dirección considerada, y el valor de dicho ángulo solido expresado en estereoradianes.

Su símbolo es la letra I y la unidad de medida se expresa en candela (cd).

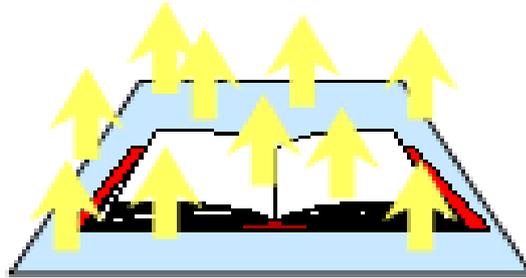
$$I = \frac{\Phi}{\omega} = \text{Candela}(cd)$$

#### 1.2.3.5 Luminancia

Luminancia es la Intensidad luminosa reflejada por una superficie. Su valor se obtiene dividiendo la intensidad luminosa por la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada.

Su unidad es candela/m<sup>2</sup>

$$L = \frac{I}{S} = \frac{cd.}{m^2}$$



**Fig.1.5 Representacion grafica de Luminancia**

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

## 1.2.4 Niveles de Iluminación

### 1.2.4.1 Definición

El nivel de iluminación óptimo para una tarea determinada corresponde al que da como resultado un mayor rendimiento con una mínima fatiga.

El nivel de iluminación de un puesto de trabajo se adaptará a la tarea a realizar y tendrá en cuenta la edad del trabajador así como las condiciones reales en que se debe realizar el trabajo.

### 1.2.4.2 Iluminación Funcional

Una iluminación correcta es aquella que permite distinguir las formas, los colores, los objetos en movimiento y apreciar los relieves, y que todo ello, además, se haga fácilmente y sin fatiga, es decir, que asegure el confort visual permanentemente.

El análisis ergonómico de la iluminación de un puesto o zona de trabajo, pasa por tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- Condicionantes del observador
- Condicionantes del entorno

- Condicionantes de la tarea
- Condicionantes de la estructura

#### **1.2.4.2.1 Condicionantes del observador**

Dentro de este factor analizaremos:

- Capacidad visual.
- Edad.

La capacidad visual de una persona viene determinada por las facultades más importantes del ojo, que son las siguientes:

- ✓ La agudeza visual.
- ✓ La sensibilidad al contraste.
- ✓ La rapidez de percepción.

#### **1.2.4.2.2 Condicionantes del entorno.**

Dentro de los condicionantes del entorno se analizará:

- ✓ Dimensiones.
- ✓ Colores.
- ✓ Forma.
- ✓ Función.
- ✓ Textura.

#### **1.2.4.2.3 Condicionantes de la tarea.**

Los condicionantes de la tarea que deben tenerse en cuenta para una correcta iluminación son:

- ✓ Dimensiones de los objetos a observar o manipular.
- ✓ Contraste.
- ✓ Dificultad de la tarea (duración, velocidad de respuesta, etc.).

#### **1.2.4.2.4 Condicionantes de la infraestructura.**

Se analizará en este apartado los condicionantes inherentes a la estructura en función de:

- ✓ Posición de los puntos de luz.
- ✓ Distribución lumínica (dispersa, concentrada).
- ✓ Tipología y diseño de los puntos de luz.
- ✓ Significado cultural del tipo de luz.
- ✓ Relación luz natural - luz artificial.

#### **1.2.4.3 Niveles de iluminación recomendados**

Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en él.

En general podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

En el primer caso estarían las zonas de paso (pasillos, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de maquinaria...) con iluminancias entre 50 y 200 lx.

En el segundo caso tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 y 1000 lx.

Por último están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 1000 lx) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local.

A continuación se muestra la tabla 1.1 con valores recomendados para el nivel de iluminación:

Tipo de Recinto	Iluminancia	Tipo de recinto	Iluminancia
Auditoriums: Asambleas Exposiciones	150 300 -500	Supermercados: Góndolas Pasillos Estanterías refrigeradas Cajas	1000 500 1500 750
Bancos: General Zonas Trabajo Cajas, regsitros,claves	500 700 1200 -1500	Galerías de Arte: General Sobre pinturas Sobre esculturas	300 500 -700 1000 -1500
Bodegas y Almacenes Con poca actividad	50 -100	Garajes y Estacionamientos: Zonas de reparaciones Zonas de Tráfico activo Pistas y rampas	1000 200 100
Activos: Embalaje basto Embalaje medio Embalaje fino	100- 500 200 -300 500 - 700	Tiendas: Vitrinas, general Zonas de circulación Estanterías, servicio normal Autoservicios	1000 - 2000 200 750 - 1000 1500 - 2000
Escuelas: Lecturas de impresos Lecturas textos lapiz Salas de dibujo Bancos de Trabajo	300-400 700 1000 1000		

Tipo De Recinto	Iluminancia Lux	Tipo de Recinto	Iluminancia Lux
Residencias: Cocinas y superficies de trabajo Vestíbulo y halls Cuartos de estar Escaleras Comedores Dormitorios Cabeceras de cama	700 100 150 100-200 150-300 100 300 -400	Hoteles: Cuartos de baño En el espejo Dormitorios, general Tocador Vestíbulo Recepción	150 300 -500 100 300 - 500 300 500
Oficinas: Trabajo normal Uso de archivos Contabilidad Salas de dibujo Secretarias Espera Ascensores	400-600 800-1000 800-1000 1500 500 - 600 200 - 400 150 - 200	Hospitales: Habitaciones,general Salas consulta Mesas reconocimiento Salas Urgencia Salas Operaciones	100-200 200 1000 1000 25000
		Restaurantes: Comedores tipo íntimos Comedores de tipo general	100 200 100

Tabla 1.1 niveles de iluminación sugerida

Fuente: <http://www.stilar.net/Archivos%20Web/Iluminacion%20Industrial.pdf>

### 1.2.5 Iluminación Exterior

La iluminación exterior es con la cual se quiere dar un nivel de iluminación a ambientes que se encuentran al aire libre como son: alumbrado vial, escenarios deportivos, estéticos, etc.

Para realizar una iluminación exterior, es necesario conocer las medidas justas de nuestro ambiente, para saber cuánto cableado y lámparas necesitaremos; una vez hecho esto, lo siguiente es elegir el tipo de lámparas que mejor se adaptan al ambiente a iluminar.

La iluminación de áreas exteriores, en general, requiere, del uso combinado de lámparas y carcasas. Al conjunto de estos dos elementos se le llama de distintas formas según el tratamiento que hagan de la luz:

- Reflectores
- Proyectores
- Luminarias

#### 1.2.5.1 Reflectores

Son determinadas superficies dentro de una luminaria que modelan la forma y la dirección del flujo luminoso o se puede decir cuando la luz de la lámpara es redirigida mediante Reflexión.

#### Reflexión de la luz

Al incidir luz sobre un cuerpo esta se refleja total o parcialmente, en forma especular o difusa, en general en forma mixta, y con una composición espectral diferente según sea la interacción de la luz con la materia y su dependencia con la longitud de onda.

## Elementos reflectores

En la construcción de luminarias se utilizan los reflectores con superficies de reflexión difusa, blanco mate, y los que tienen superficies especulares que se fabricaba en cristal espejado.

En la actualidad se utiliza aluminio anodizado y materiales sintéticos, como plástico, que llevan un recubrimiento de cromo o aluminio respectivamente. Los reflectores de material sintético resultan más económicos, pero la carga térmica es limitada y no son tan robustos como los reflectores de aluminio que por su capa anodizada soporta altas temperaturas.

Para obtener diferentes aperturas del haz se recurre a las terminaciones facetadas o martilladas. Un reflector facetado consiste en un cierto número de pequeños reflectores contiguos, o facetas, que pueden ser de distintos tamaños, planas o curvadas. Las formas del reflector puede ser parabólico, esférico, elíptico o combinación de estos.

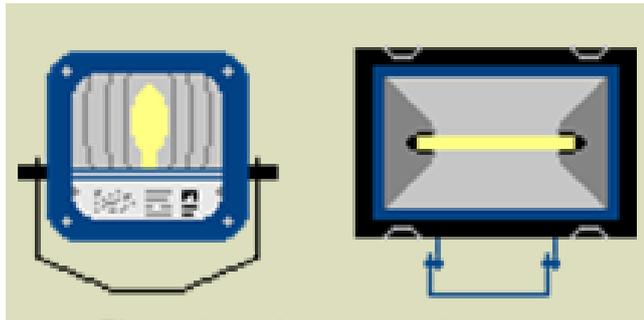


**Fig.1.6 Reflector (a) mate, (b) martillado, (c) facetado y (d) especular**

**Fuente:** <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap05.pdf>

### 1.2.5.2 Proyectores

Un proyector es una luminaria que su luz es redirigida mediante Reflexión y Refracción esta concentra la luz en un determinado ángulo sólido mediante un sistema óptico (espejos o lentes), para conseguir una intensidad luminosa elevada en dicha zona. Las lámparas empleadas son muy variadas dependiendo del uso al que este destinado el aparato.



**Fig.1.7 Ejemplo de Proyectores**

**Fuente:** <http://edison.upc.edu/curs/llum/exterior/calculos.html>

### Refracción de la luz

Cuando los rayos de luz pasan de un medio transmisor a otros diferente densidad óptica, como por ejemplo del aire al vidrio se produce el fenómeno de la refracción, es decir se modifica la velocidad de propagación y su dirección.

### Elementos refractores

Los elementos refractores en luminarias permiten un buen control direccional de la luz, se trata de sistemas ópticos más complejos que utilizan las propiedades refractivas de lentes y prismas o combinaciones de pequeños porciones de estos, y elementos que actúan como difusores.

Algunos de los materiales refractores puede ser los lentes condensadores, lente de Fresnel o también puede ser la refracción en prismas.

A continuación se muestra una tabla con valores de flujos luminosos de lámparas más utilizadas:

Tipo de Lámpara	Potencia (watts)	Flujo Luminoso Nominal (Lúmenes)	Eficacia Luminosa
Sodio Alta Presión	70	6.800	94
	100	11.000	110
	150	16.000	105
	250	31.500	126
	400	55.000	138
	1000	140.000	140
Haluro Metálico	250	17.000	68
	400	30.500	76
	1000	81.000	81
	2000	189.000	95
Sodio Baja Presión	18	1.800	100
	35	4.500	129
	90	13.000	144
	180	32.300	180
Incandescentes	100	1.380	14
	150	2.200	15
	300	5.000	17
	500	8.400	17
Halógenas Lineales	100	1.600	16
	150	2.400	16
	300	5.600	19
	500	9.900	20
	1000	24.200	24
	1500	36.300	24
	2000	48.400	24

**Tabla 1.2 Cuadro de Flujos de lámparas más comunes**

**Fuente:** <http://www.cursos.ucv.cl/eie54200/Manual.pdf>

## 1.2.6 Deslumbramientos

### 1.2.6.1 Definición

Son los brillos excesivos que pueden ocasionar molestias en la visión están motivados generalmente por:

- Una visión directa de la fuente de luz.
- La visión indirecta sobre una superficie reflectante.

### **1.2.6.2 Deslumbramiento debido a una visión directa.**

El deslumbramiento motivado por las luminarias varía en función de su luminancia, sus dimensiones y la forma y situación dentro del campo visual. Las molestias ocasionadas, son tanto mayores cuanto:

- Mayor es la luminancia de la fuente de la luz (no sobrepasar las 500 candelas/m<sup>2</sup>).
- Mayores son las dimensiones aparentes.
- El ángulo entre la horizontal del ojo y la fuente luminosa sea inferior a 30°.

Las iluminaciones localizadas son a menudo causa de deslumbramiento, para eliminarlo se aconseja:

- Utilización de lámparas que se adapten al reflector utilizado.
- Orientar correctamente las luminarias de forma que no puedan molestar ni al puesto de trabajo que iluminan ni a los contiguos.

### **1.2.6.3 Deslumbramiento debido a una visión indirecta.**

El deslumbramiento motivado por la reflexión de las fuentes de luz sobre superficies reflectantes como plano de trabajo, máquinas y ventanas, disminuye la percepción visual y es causa de incomodidad, tanto más importante cuando mayor luminancia tenga la fuente de luz.

Para reducir los efectos de deslumbramiento indirecto tenemos que eliminar los reflejos molestos utilizando superficies de trabajo no reflejantes y asegurar una buena distribución de las luminarias.

#### 1.2.6.4 Equilibrio de Luminancias

El nivel de iluminación no es suficiente para asegurar el confort visual, es necesario mantener un equilibrio entre la luminancia del objeto y las correspondientes a las diferentes superficies incluidas dentro del campo visual.

Cuando en una tarea o plano de trabajo se utilice iluminación localizada de apoyo, ésta y la iluminación general tienen que guardar una relación para que el equilibrio de luminancias sea correcto. Este equilibrio se consigue teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$I_g$  = iluminación general (lux)

$I_l$  = iluminación localizada (lux)

$$I_g = 3\sqrt{I_l}$$

Otro punto a considerar son los contrastes de luminancias entre el plano de trabajo y las paredes.

Las posibles molestias se presentan como consecuencia de un desequilibrio entre la luminancia de la tarea y la de la pared frontal ya que éstas respectivamente delimitan los campos visuales de trabajo y reposo.

## 1.3 TIPOS DE LUMINARIAS

### 1.3.1 Generalidades

Desde la primera lámpara descubierta por Thomas Edison, se ha ido acumulando una gran experiencia en el campo de la iluminación, que supone una parte muy importante en el conjunto de la electricidad moderna.

A lo largo de estos años, se han desarrollado nuevos tipos de lámparas a las que se han ido adaptando una serie de componentes y aparatos auxiliares, tales como casquillos, portalámparas, reactancias, etc.

Las luminarias para que puedan tener un rendimiento óptimo, dependen de una buena fuente luminosa, como lo son las lámparas.

### 1.3.2 Definición de Luminaria

Luminaria es un dispositivo que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas, que incluye todos los componentes necesarios para fijarles y protegerlas, así como los medios necesarios para la conexión eléctrica de iluminación.

De manera general consta de los siguientes elementos:

- Carcasa
- Bombilla
- Reflectores
- Difusores
- Filtros

### 1.3.3 Clasificación de lámparas

Las lámparas de mayor uso se pueden clasificar en:

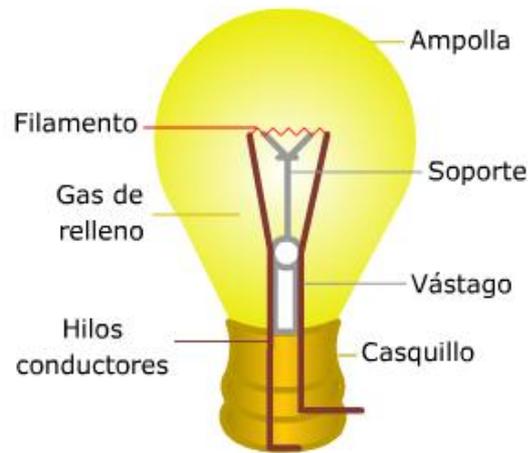
- Incandescentes
- Lámparas Halógenas
- Lámparas fluorescentes (lámparas de descarga de baja intensidad)
- Lámparas de Descarga :
  - Mercurio a baja presión
  - Mercurio a alta presión.
  - Halogenuros metálicos
  - Sodio a baja presión
  - Sodio a alta presión.
- Tecnología led

#### 1.3.3.1 Lámparas Incandescentes no Halógenas

Fuente de iluminación en la que la luz se produce por un filamento calentado a incandescencia al paso de una corriente eléctrica.

Los materiales de filamento más típicos son el Wolframio y el Tungsteno, los cuales soportan elevadas temperaturas de fusión (3.410 °C) para que la proporción entre la energía luminosa y la energía térmica generada por el filamento aumente a medida que se incrementa la temperatura, obteniéndose la fuente luminosa más eficaz a la temperatura máxima del filamento.

Son las más empleadas por su bajo precio y facilidad de instalación. Presentan un bajo rendimiento.

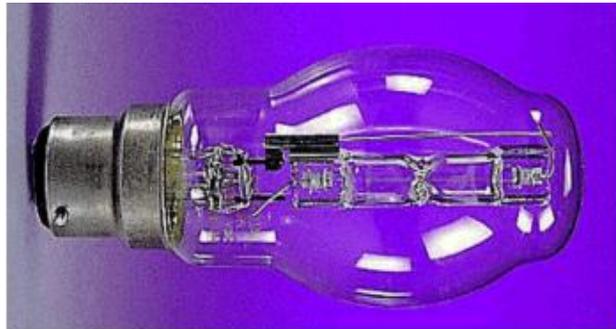


**Fig. 1.8 Lámpara Incandescente no Halógena**

**Fuente:** [http://www.aproi.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24](http://www.aproi.net/index.php?option=com_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24)

### 1.3.3.2 Lámparas Incandescentes Halógenas

Son las que se incorporan un gas halógeno para evitar la evaporación del filamento y se deposite en la ampolla. Presentan un mayor coste que las no halógenas, un mayor rendimiento y vida útil que éstas.



**Fig. 1.9 Lámpara Incandescente Halógena**

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

### 1.3.3.3 Lámparas de Descarga

En este tipo de lámparas la iluminación se consigue por excitación de un gas sometido a descargas entre dos electrodos. Requieren de un equipo auxiliar (balasto, cebador) para su funcionamiento.

Son más eficientes que las lámparas de incandescencia. Se clasifican según el tipo de gas empleado y su presión.

#### 1.3.3.3.1 Lámparas de Mercurio de baja intensidad

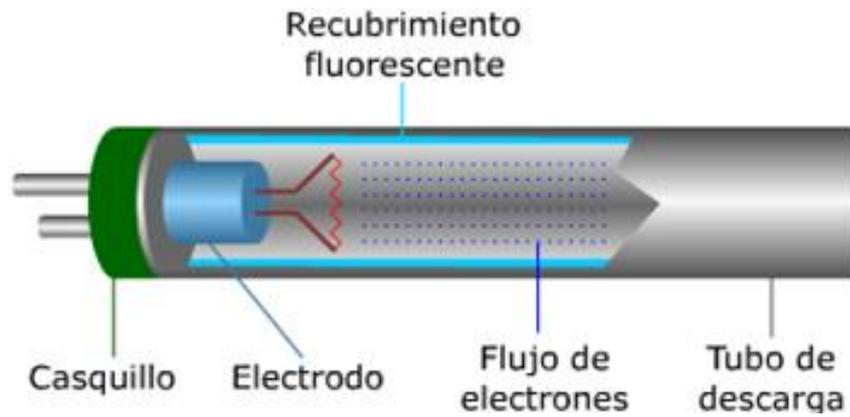
Se trata de una lámpara de vapor de mercurio de baja presión contenida en un tubo de vidrio, revestido en su interior con un material fluorescente conocido como fósforo.

La radiación en el arco de la lámpara de vapor hace que el fósforo se torne fluorescente. La mayor parte de la radiación del arco es luz ultravioleta invisible, pero esta radiación se convierte en luz visible al excitar al fósforo.

Una variedad importante de las lámparas fluorescentes son las compactas (ahorradoras o electrónicas).

Disponibles en una variedad de diseños y formas físicas, las lámparas fluorescentes compactas han llevado al diseño de iluminación de la nueva generación para un rango completo de aplicaciones comerciales, residenciales e industriales, y brindan ahorro en energía y una mayor vida útil respecto a las bombillas incandescentes.

Una lámpara fluorescente compacta puede brindar los mismos lúmenes que una bombilla incandescente a casi un cuarto de la demanda de potencia.



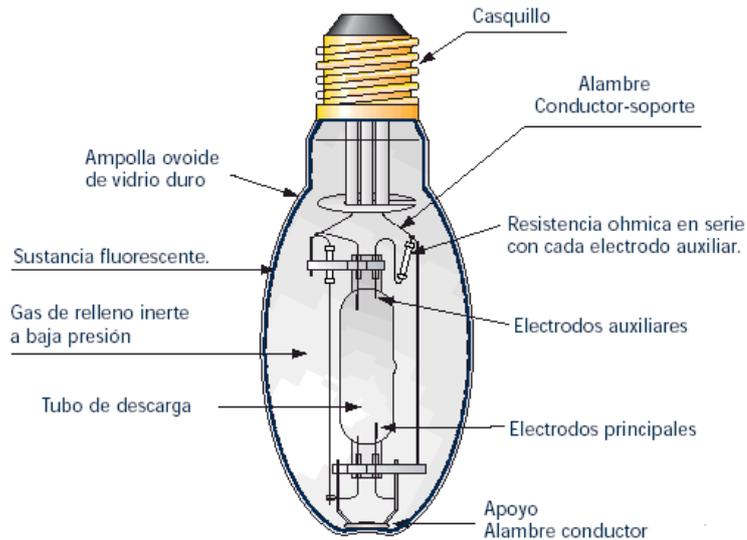
**Fig. 1.10 Lámpara fluorescente tubular**

**Fuente:** [http://www.aproi.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24](http://www.aproi.net/index.php?option=com_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24)

### 1.3.3.2 Lámparas de Mercurio de Alta Presión

Su funcionamiento se basa en el mismo principio de las lámparas fluorescente de baja intensidad de descarga, pero con la ventaja de que el color es corregido al elevar la presión del gas de mercurio (mayor longitud de onda y mayor potencia).

No son tan eficientes en cuanto a salida de luz y energía como las lámparas de haluros metálicos y las de sodio a alta presión, además, debido al alto contenido de mercurio en su bulbo, este tipo de lámpara es prohibido en algunos países y tiende a desaparecer por la presión de la regulación ambiental.



**Fig. 1.11 Lámpara de Mercurio Alta Presión**

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

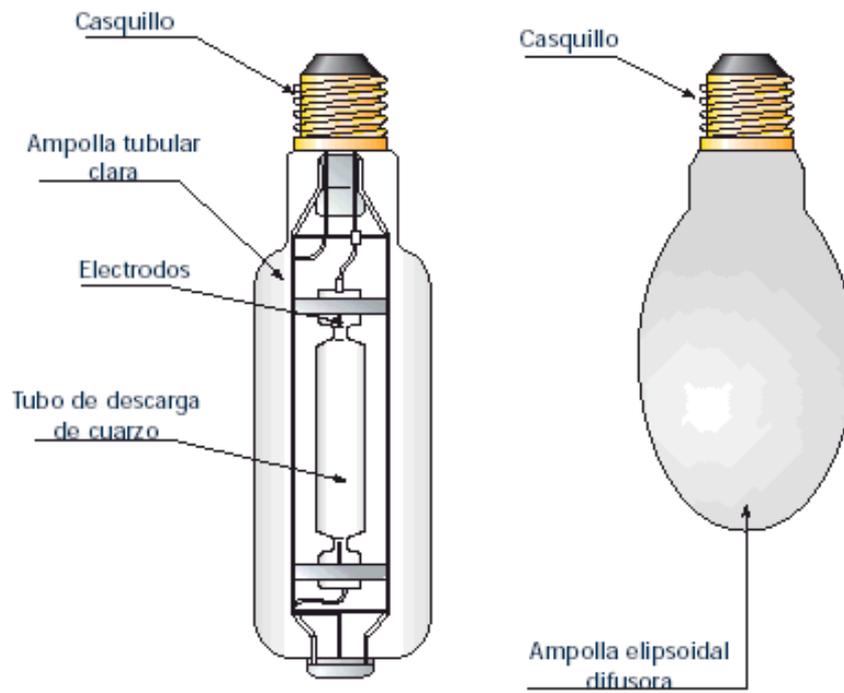
### 1.3.3.3 Lámparas de Halogenuros Metálicos

Las lámparas de mercurio halogenado son de construcción similar a las de mercurio de alta presión. La diferencia principal entre estos dos tipos, es que el tubo de descarga de la primera, contiene una cantidad de haluros metálicos además del mercurio.

Estos haluros son en parte vaporizados cuando la lámpara alcanza su temperatura normal operativa, el vapor de haluros se disocia luego dentro de la zona central caliente del arco en halógeno y en metal, con el metal vaporizado irradia su espectro apropiado.

Hasta hace poco estas lámparas han tenido una mala reputación, al tener un color inestable, precios elevados y poca vida.

Hoy han mejorado aumentando su eficacia lumínica y mejorando el índice de reproducción del color, punto débil en el resto de lámparas de descarga.



**Fig. 1.12 Lámpara Haluros Metálicos**

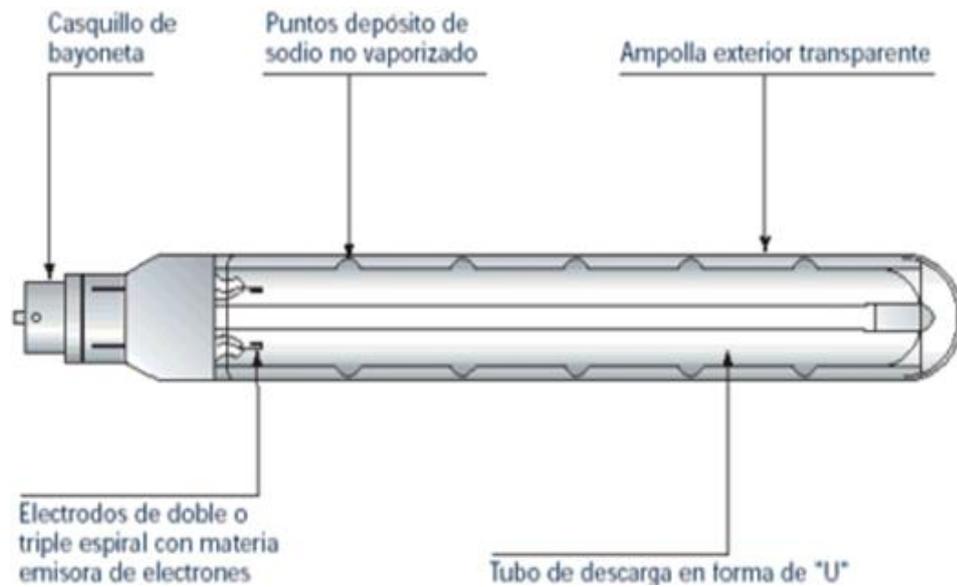
**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

#### 1.3.3.4 Lámparas de Sodio de Baja Presión

La luz se produce por la descarga eléctrica a través del metal de sodio vaporizado a baja presión, que produce radiaciones visibles en longitudes de onda casi monocromáticas, comprendidas entre 589 y 589,6 nm.

La lámpara producirá una luz de color amarillo, ya que en casi la totalidad de su espectro predominan las frecuencias cerca del amarillo.

Son las más eficaces del mercado, pero el color de su luz amarillo las hace adecuadas para usos como autopistas, túneles..., etc.



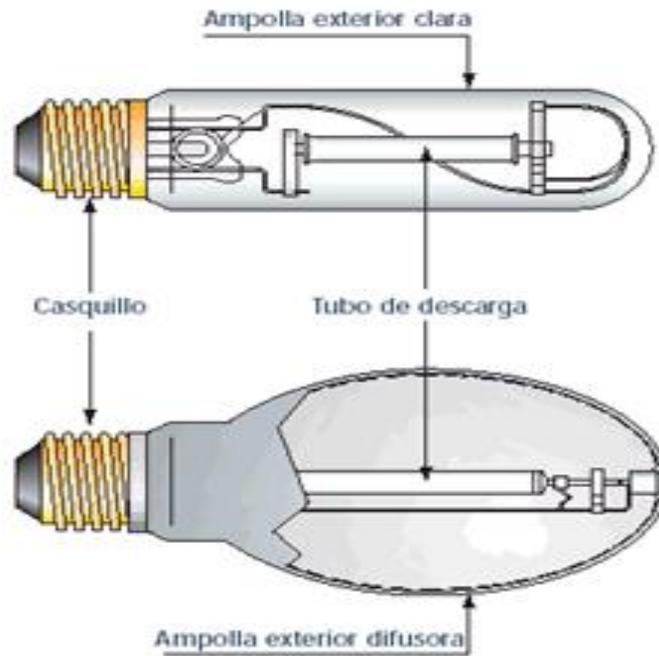
**Fig. 1.13 Lámpara de Sodio de Baja Presión**

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

### 1.3.3.5 Lámparas de Sodio de Alta Presión

En este tipo de lámpara la luz se produce por la descarga eléctrica a través del metal de sodio y de mercurio junto con un gas noble (xenón o argón), vaporizados a alta presión, que aumenta la longitud de onda esto hace que tanto la temperatura de color como la reproducción del mismo mejoren notablemente.

Son altamente eficientes, y producen un tibio color dorado y en la actualidad está creciendo su uso como sustitutas de las lámparas de vapor de mercurio.



**Fig. 1.14 Lámpara de Sodio de Alta Presión**

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

### 1.3.3.4 Lámparas de Tecnología Led

El LED (Diodo Emisor de Luz) es un tipo especial de diodo, que trabaja como uno común, pero que al ser atravesado por la corriente eléctrica emite luz. Existen diodos LED de varios colores y dependen del material con el cual fueron construidos. Hay de color rojo, verde, amarillo, ámbar, infrarrojo (GaAs, GaAsP, y GaP).

A diferencia de las lámparas incandescentes y fluorescentes, casi toda la energía utilizada por el LED es convertida en luz en lugar de calor, lo cual los hace muy eficientes.

Tiene enormes ventajas sobre las lámparas comunes, como su bajo consumo de energía, su mantenimiento casi nulo y con una vida aproximada que varía de 50.000 a 100,000 horas.



**Fig. 1.15 Lámpara Tipo Led**

**Fuente:** [http://www.aproi.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24](http://www.aproi.net/index.php?option=com_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24)

## **1.4 SISTEMAS DE ILUMINACION**

### **1.4.1 Definición**

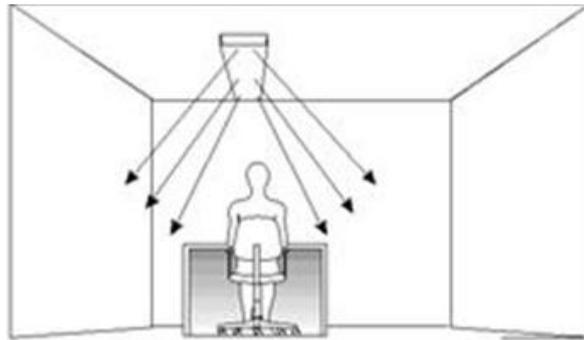
Son cinco los sistemas para iluminar una habitación, definidos en base a la cantidad de luz directa, indirecta, difusa o una combinación de éstas, que llega al ambiente o área en particular.

Es un sistema de iluminación que tiene como objetivo proveer de condiciones de visión, de seguridad y de confort a los ambientes. En la medida que se puedan lograr estas metas minimizando los costos tanto iniciales como operativos, el sistema es eficiente.

Es importante tener en cuenta la cantidad y calidad de luz necesaria, siempre en función de la dependencia que se va a iluminar y de la actividad que en ella se realizará.

### **1.4.2 Iluminación Directa**

El flujo de la luz se dirige casi completo y directamente sobre la zona a iluminar. Con este sistema se aprovecha entre un 90 y un 100 % de la luz. Se trata de una luz que generalmente está dada por pantallas colgantes o apliques en paredes, sin difusor entre la lámpara y la zona iluminada.



**Fig. 1.16 Sistema de Iluminación Directa**

**Fuente:** <http://portaldisseny.ibv.org/factoreshumanos/verficha.asp?ficha=216>



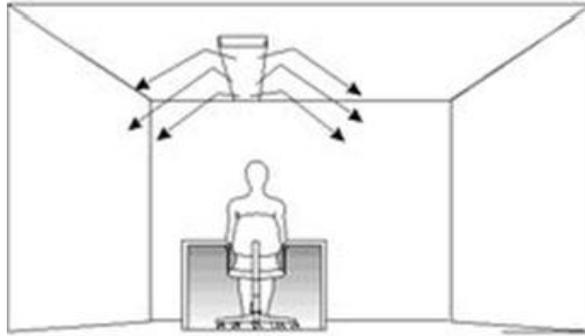
**Fig. 1.17 Flujo Luminoso Sistema Directo**

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

### 1.4.3 Iluminación Indirecta

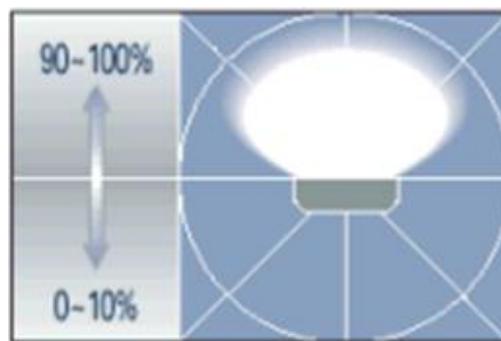
El 90 a 100 % de la luz se dirige hacia el techo y se distribuye luego en el ambiente por refracción. Se utilizan aparatos que en su parte inferior están cerrados y el flujo lumínico se dirige hacia arriba sin difusor.

Produce un ambiente agradable, con una luz suave y sin sombras. Conviene que el techo esté pintado en colores claros.



**Fig. 1.18 Sistema de Iluminación Indirecta**

**Fuente:** <http://portaldisseny.ibv.org/factoreshumanos/verficha.asp?ficha=216>



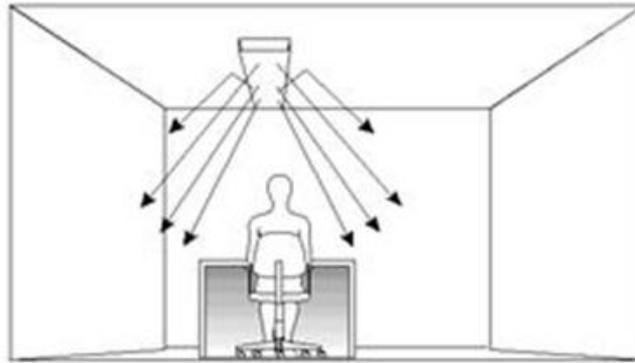
**Fig. 1.19 Flujo Luminoso Sistema Indirecto**

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

#### 1.4.4 Iluminación Semi-Directa

Es una iluminación directa pero con un difusor o vidrio traslucido entre la lámpara y la zona a iluminar, que hace que entre un 10 a 40 % de la luz llegue a la superficie u objetos procedentes de un reflejo previo en las paredes.

Las sombras que se crean no son tan duras y la posibilidad de deslumbramiento es menor.



**Fig. 1.20 Sistema de Iluminación Semidirecta**

**Fuente:** <http://portaldisseny.ibv.org/factoreshumanos/verficha.asp?ficha=216>



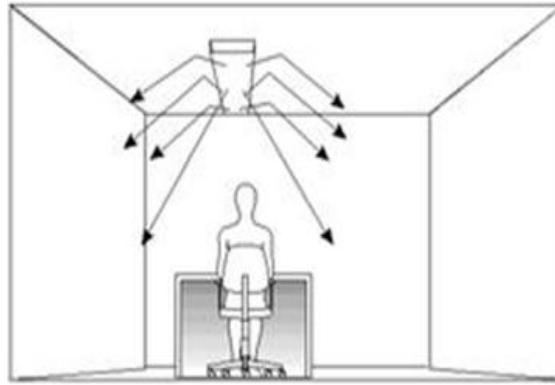
**Fig. 1.21 Flujo Luminoso Sistema Semi-directo**

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

### 1.4.5 Iluminación Semi – Indirecta

Es una iluminación que en su parte inferior ilumina con un difusor sobre la zona a iluminar (como en la iluminación semi-directa) y por arriba envía luz al techo sin difusor (como en la iluminación indirecta).

Se utilizan lámparas difusas en el borde inferior pero abiertas en la parte de arriba. Genera un efecto grato sin deslumbramientos y con sombras suaves.



**Fig. 1.22 Sistema de Iluminación Semi Indirecta**

**Fuente:** <http://portaldisseny.ibv.org/factoreshumanos/verficha.asp?ficha=216>



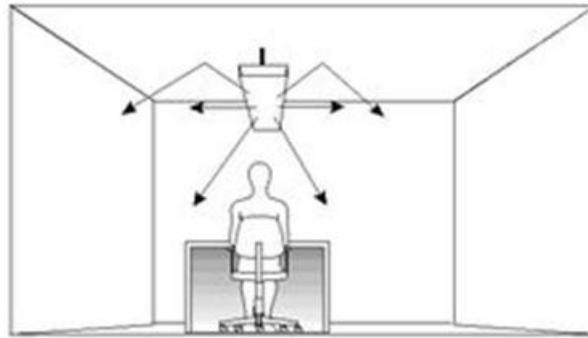
**Fig. 1.23 Flujo Luminoso Sistema Semi- Indirecto**

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

#### 1.4.6 Iluminación Difusa o Mixta

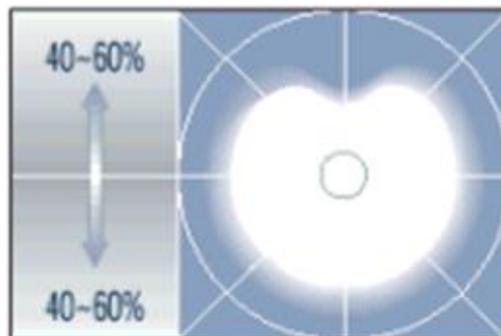
En este tipo de iluminación el 50 % de la luz se dirige difusa hacia el techo, y de allí es reflejada, y el otro 50 % se dirige difusa hacia la zona a iluminar.

Aquí no hay sombras y se produce una luz agradable pero poco decorativa ya que no se destacan ni sobresalen las formas.



**Fig. 1.24 Sistema de Iluminación Mixta**

**Fuente:** <http://portaldisseny.ibv.org/factoreshumanos/verficha.asp?ficha=216>



**Fig. 1.25 Flujo Luminoso Sistema Mixto**

**Fuente:** <http://portaldisseny.ibv.org/factoreshumanos/verficha.asp?ficha=216>

## 1.5 NUMERO DE LUMINARIAS

Después de un minucioso reconocimiento del lugar a iluminar y conocida la actividad a desarrollar en el local motivo de estudio, lo primero que se debe hacer, es determinar el nivel de iluminación que se necesita, para lo cual se considera dos métodos, el método de los lúmenes para alumbrado general y el método punto por punto para un alumbrado localizado.

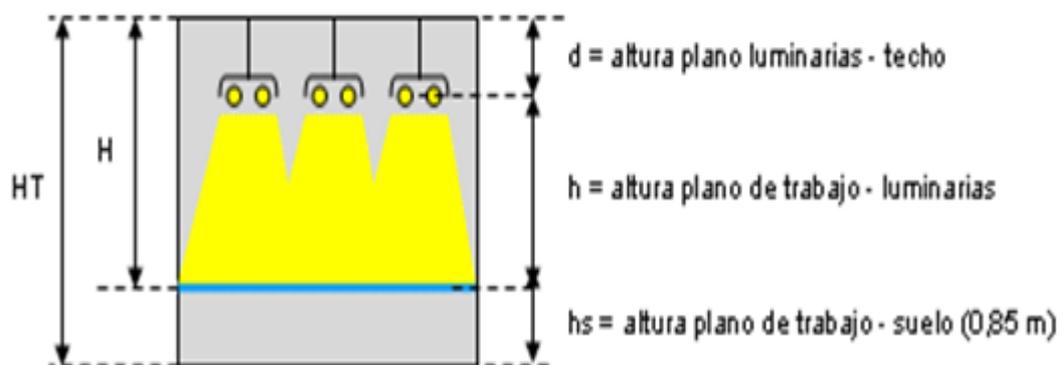
### 1.5.1 Cálculo Interiores

#### 1.5.1.1 Método de los Lúmenes

La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos.

#### Datos de Entrada

Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0.85 m.



**Fig.1.26** dimensiones de local a iluminar

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/interior.htm>

Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.

	<b>Altura de las luminarias</b>
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	h = Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Óptimo: h = 4/5 (HT - 0,85)
Locales con iluminación indirecta	d ≈ 1/4 (HT - 0,85) h ≈ 3/4 (HT - 0,85)

**Tabla 1.3** Altura de luminarias respecto al sistema de iluminación

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/interior.htm>

**Factor de mantenimiento (f<sub>m</sub>)**

Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento
<b>Limpio</b>	0.8
<b>Sucio</b>	0.6

**Tabla 1.4** Factor de mantenimiento

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint1.html>

**Calculo del coeficiente de utilización (k)**

Donde **k** es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

Para la iluminación directa, semi-directa y general difusa viene dada por:

$$k = \frac{a \times b}{h(a + b)}$$

Para la iluminación indirecta, semi-indirecta y general difusa viene dada por:

$$k = \frac{(a \times b)3}{2H(a + b)}$$

**Coefficiente de utilización (C<sub>u</sub>)**

Depende de la eficacia de las luminarias así como reflectancia de las paredes y dimensiones del local.

$$C_u = \frac{\Phi_u}{\Phi_l} = \frac{\text{flujo util}}{\text{flujo luminaria}}$$

Coeficientes de reflexión		
	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

**Tabla 1.5 Factor de reflexión**

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/interior.htm>

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización $C_u$								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.60	.56	.52	.60	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

Tabla 1.6 Factor de utilización

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/interior.htm>

- Determinar el nivel de iluminancia media (E) y el flujo total.

$$\Phi_u = E \times S \quad \Phi_T = \frac{E \times S}{C_U \times f_m}$$

S = superficie

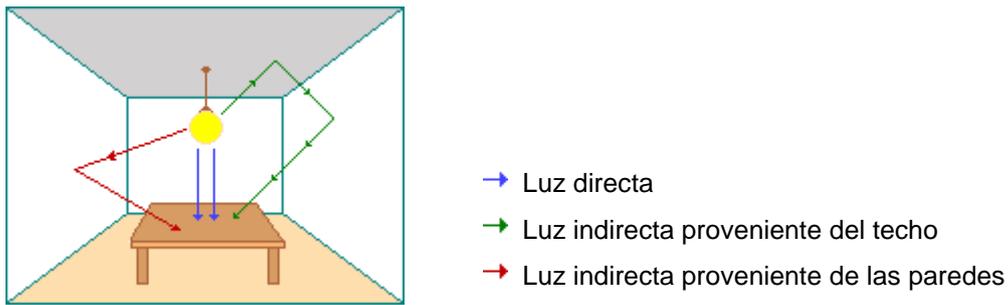
- El número de lámparas a utilizarse (N) será el flujo necesario total para el flujo de la luminaria.

$$N = \frac{\Phi_T}{\Phi_L}$$

### 1.5.1.2 Método del Punto por Punto

El método del punto por punto que nos permite conocer los valores de la iluminancia en puntos concretos ósea en un alumbrado general localizado o individual.

Consideraremos que la iluminancia en un punto es la suma de la luz proveniente de dos fuentes: una componente directa, producida por la luz que llega al plano de trabajo directamente de las luminarias, y otra indirecta o reflejada procedente de la reflexión de la luz de las luminarias en el techo, paredes y demás superficies del local.



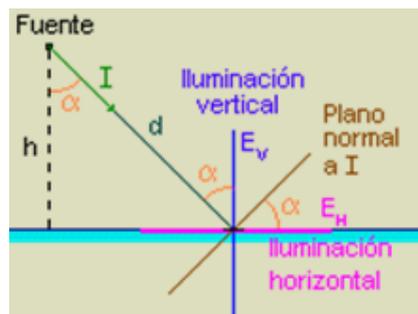
**Fig.1.27 iluminancia por diferentes fuentes**

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint1.html>

Podemos ver que sólo unos pocos rayos de luz serán perpendiculares al plano de trabajo mientras que el resto serán oblicuos. Esto quiere decir que de la luz incidente sobre un punto, sólo una parte servirá para iluminar el plano de trabajo y el resto iluminará el plano vertical a la dirección incidente en dicho punto.

Para utilizar el método del punto por punto necesitamos conocer:

- Características fotométricas de la lámpara.
- Luminarias empleadas.
- Disposición de los mismos sobre la planta del local.
- Altura



**Fig. 1.28 Componente de iluminación en un punto**

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint1.html>

$$E_H = \frac{I \cos \alpha}{d^2}$$

$$E_V = \frac{I \sin \alpha}{d^2} = E_H \cdot \tan \alpha$$

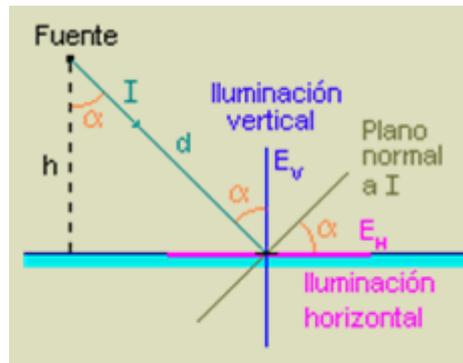
Una vez conocidos todos estos elementos podemos empezar a calcular las iluminancias.

La iluminancia horizontal en un punto se calcula como la suma de la componente de la iluminación directa más la de la iluminación indirecta. Por lo tanto:

$$E = E_{\text{directa}} + E_{\text{indirecta}}$$

### 1.5.1.2.1 Componente Directa

- **Fuentes de luz puntuales:** Podemos considerar fuentes de luz puntuales las lámparas incandescentes y de descarga que no sean los tubos fluorescentes. En este caso las componentes de la iluminancia se calculan usando las fórmulas.



**Fig.1.29 Fuente de luz puntual**

**Fuente:** <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint1.html>

$$E_H = \frac{I \cos^3 \alpha}{h^2}$$

$$E_v = \frac{I \cos^2 \sin \alpha}{d^2}$$

Donde I es la intensidad luminosa de la lámpara en la dirección del punto que puede obtenerse de los diagramas polares de la luminaria o de la matriz de intensidades y h la altura del plano de trabajo a la lámpara.

En general, si un punto está iluminado por más de una lámpara su iluminancia total es la suma de las iluminancias recibidas:

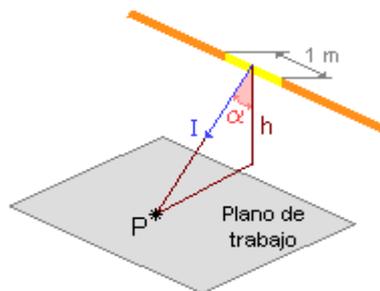
$$E_H = \sum_{i=1}^n \frac{I_i \cdot \cos^3 \alpha_i}{h_i^2}$$

$$E_V = \sum_{i=1}^n \frac{I_i \cdot \cos^2 \alpha_i \sin \alpha_i}{h_i^2}$$

- **Fuente de luz lineales de longitud infinita**

Se considera que una fuente de luz lineal es infinita si su longitud es mucho mayor que la altura de montaje; por ejemplo una línea continua de fluorescentes.

En este caso se puede demostrar por cálculo diferencial que la iluminancia en un punto para una fuente de luz difusa se puede expresar como:



$$E_H = \frac{\pi \cdot I}{2h} \cdot \cos^2 \alpha$$

$$E_V = \frac{\pi \cdot I}{2h} \cdot \cos \alpha \sin \alpha$$

**Fig.1.30 componente de luz infinita**

**Fuente:** <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint1.html>

El valor de I se puede obtener del diagrama de intensidad luminosa de la luminaria referido a un metro de longitud de la fuente de luz. En el caso de un tubo fluorescente desnudo I puede calcularse a partir del flujo luminoso por metro, según la fórmula:

$$I = \frac{\Phi}{9.25}$$

### 1.5.1.2.2 Componente indirecta o reflejada en un punto

Para calcular la componente indirecta se supone que la distribución luminosa de la luz reflejada es uniforme en todas las superficies del local incluido el plano de trabajo. De esta manera, la componente indirecta de la iluminación de una fuente de luz para un punto cualquiera de las superficies que forman el local se calcula como:

$$E_{indirec} = E_{ind.H} = E_{ind.V} = \frac{\Phi}{F_T} \cdot \frac{\rho_m}{1 - \rho_m}$$

donde:

- $F_T = \sum_n F_i$  es la suma del área de todas las superficies del local.
- $\rho_m$  es la reflectancia media de las superficies del local calculada como

$$\rho_m = \frac{\sum_n \rho_i F_i}{\sum_n F_i}$$

Siendo  $\rho_i$  la reflectancia de la superficie  $F_i$  y  $\Phi$  es el flujo de la lámpara.

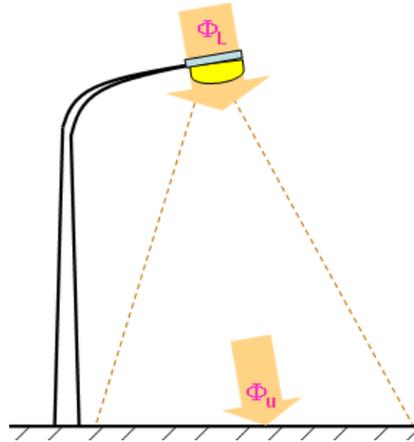
## 1.5.2 Calculo Alumbrado Exterior

Para el cálculo de alumbrado exterior se requiere primero determinar el factor de utilización para luego aplicar el método del Flujo Total.

### 1.5.2.1 Factor de Utilización

El factor de utilización es una medida del rendimiento del conjunto lámpara – luminaria y se define como el cociente entre el flujo útil ( $\Phi_u$ ), el que llega a la calzada, y el emitido por la lámpara ( $\Phi_L$ ).

$$\eta = \frac{\Phi_u}{\Phi_L}$$



**Fig.1.31 Factor de utilización**

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/exterior.htm>

### 1.5.2.2 Calculo por el método del Flujo Total

El objetivo es calcular la distancia de separación entre luminarias que garantice una iluminación media  $E_m$  determinado.

Para lo cual se requiere de los siguientes datos:

- Ancho de la calzada **a**.
- Altura de los puntos de luz **h**.
- Flujo luminoso inicial de la lámpara  $\Phi_{Lo}$ .
- Disposición de los puntos de luz (unilateral, pareado).

$$\Phi_{Lo} = \frac{\Phi_u}{\eta} \quad \Phi_u = E_m \times S \quad \Phi_L = \frac{\Phi_{Lo}}{f_m \times C_d}$$

$$\Phi_L = \frac{E_m \times S}{\eta \times f_m \times C_d}$$

$E_m$  = iluminacion media.

S= superficie a iluminar (a\*d).

$\eta$  = factor de utilización.

$F_m$  = factor de mantenimiento.

$C_d$  = coeficiente de depreciación de las lámparas.

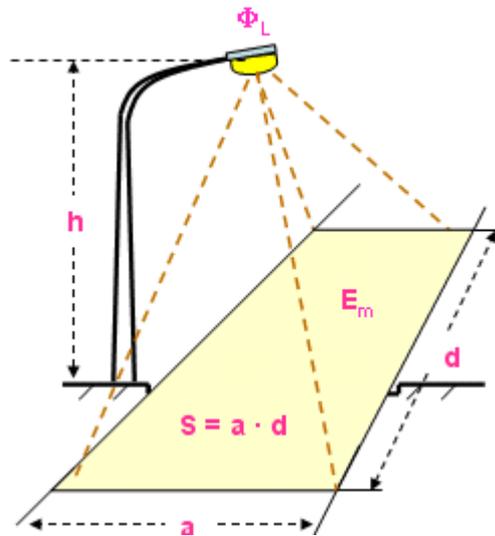


Fig. 1.32 iluminación unilateral

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/exterior.htm>

### 1.5.2.3 Tablas para el cálculo exterior.

Tipo	Iluminación media $E_m$ (Lux)
Autopistas, autovías y carreteras con intenso tráfico	20-35
Vías urbanas y plazas importantes	10-20
Vías y paseos residenciales	5-15
Polideportivos	100-500

Tabla 1.7 iluminación respecto al tipo lugar a iluminar

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/exterior.htm>

Flujo de la lámpara ( $L_m$ )	Altura (m)
$3.000 \leq F_L < 10.000$	$6 \leq H < 8$
$10.000 \leq F_L < 20.000$	$8 \leq H < 10$
$20.000 \leq F_L < 40.000$	$10 \leq H < 12$
$F_L \geq 40.000$	$\geq 12$

Tabla 1.8 Flujo de la luminaria respecto a la altura.

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/exterior.htm>

Disposición	Relación anchura/altura
<b>Unilateral</b>	$\leq 1$
<b>Tresbolillo</b>	$1 < A/H \leq 1.5$
<b>Pareada</b>	$> 1.5$

**Tabla 1.9** disposición de las luminarias respecto al ancho y a la altura.

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/exterior.htm>

Iluminación media $E_m$ (lux)	Separación / altura
$2 \leq E_m < 7$	$5 \leq d/h < 4$
$7 \leq E_m < 15$	$4 \leq d/h < 3.5$
$15 \leq E_m \leq 30$	$3.5 \leq d/h < 2$

**Tabla 1.10** iluminación media respecto a la separación y a la altura

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/exterior.htm>

vía	Factor de mantenimiento $f_m$	
	Luminaria abierta	Luminaria cerrada
<b>Limpia</b>	0.75	0.80
<b>Media</b>	0.68	0.70
<b>Sucia</b>	0.65	

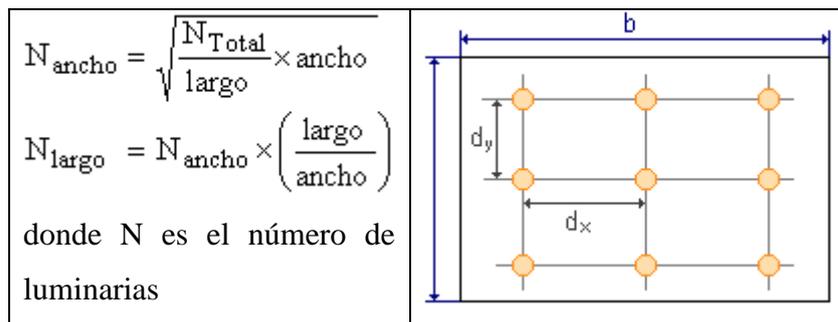
**Tabla 1.11** Factor de mantenimiento.

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/exterior.htm>

### 1.6 DISTRIBUCION DE LUMINARIAS

Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuir las sobre la planta del local.

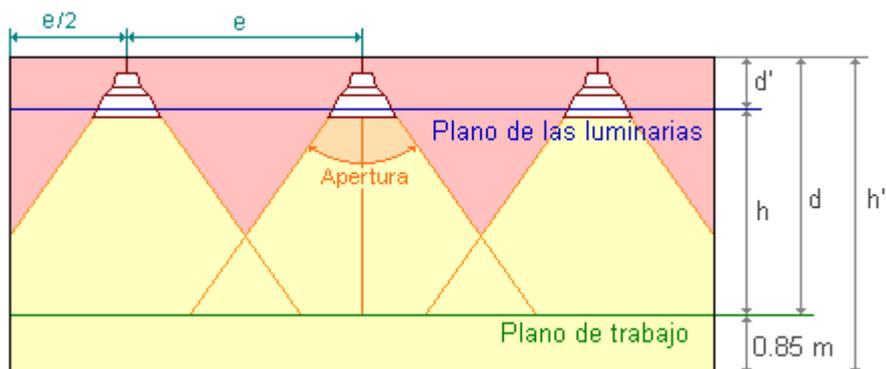
En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:



**Fig. 1.33 distribución de luminarias en locales rectangulares**

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint1.html>

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.



**Fig. 1.34 distribución de luminarias en locales rectangulares**

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint1.html>

Como puede verse fácilmente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados.

De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia).

Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

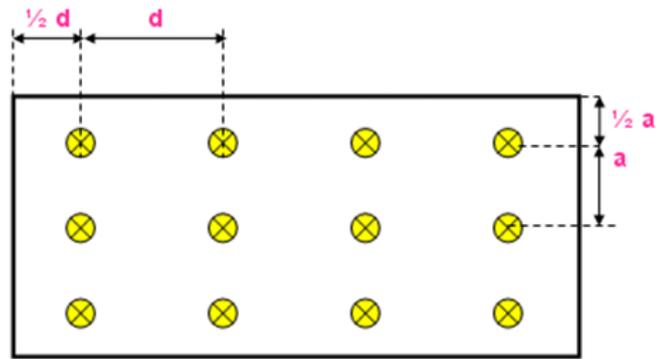
Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
<b>intensiva</b>	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
<b>extensiva</b>	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
<b>semiextensiva</b>	4 - 6 m	
<b>extensiva</b>	$\leq 4$ m	$e \leq 1.6 h$
<b>distancia pared-luminaria: <math>e/2</math></b>		

**Tabla. 1.12 Distribución de luminarias en locales rectangulares**

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint1.html>

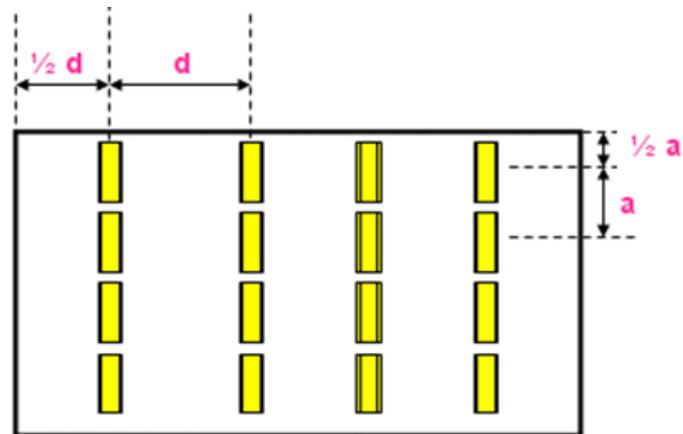
Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme.

Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva. En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes, más luminarias o emplear luminarias con menos lámparas.



**Fig.1.35** Distribución de lámparas incandescentes, vapor de mercurio.

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/interior.htm>



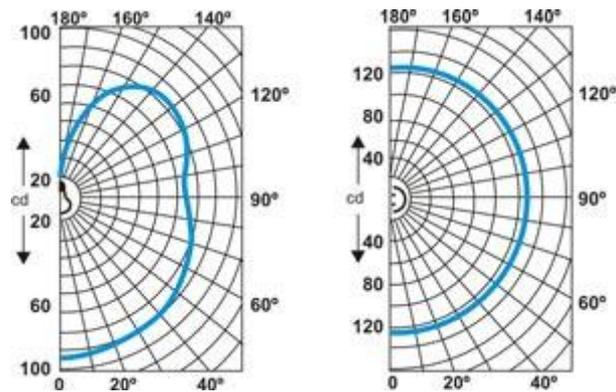
**Fig.1.36** Distribución de lámparas fluorescentes y tubulares

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/interior.htm>

## 1.7 ANALISIS DE RENDIMIENTO LUMINICO

### 1.7.1 Curvas fotométricas

El flujo luminoso emitido por una fuente de luz, se distribuye en el espacio en direcciones e intensidades que dependen de sus características constructivas.



**Fig.1.37** Curvas fotométricas de lámpara incandescente y fluorescente

**Fuente:** <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/lincan.html>

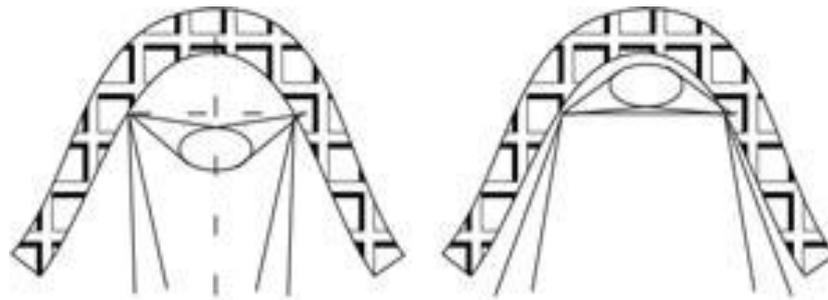
En las aplicaciones luminotécnicas esta distribución no resultará siempre adecuada. Puede, por ejemplo, emitir excesiva luz en zonas que no interesa iluminar, o enviar intensidades elevadas en direcciones que pueden originar deslumbramientos en el observador.

La luminaria es el elemento del sistema que adapta la distribución lumínica original de la fuente de luz a las necesidades propias de la aplicación.

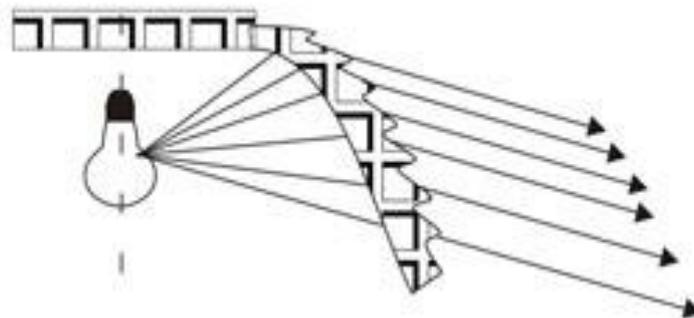
#### 1.7.1.1 Características fotométricas

Para conseguir la distribución fotométrica deseada pueden utilizarse distintas propiedades físicas de la luz:

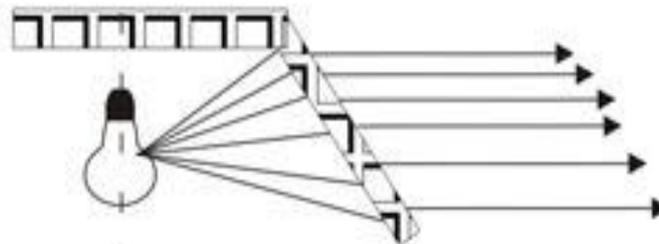
- **Reflexión**, mediante espejos posteriores (reflectores) o anteriores (laminas)
- **Refracción**, variando la direccionalidad de la luz mediante cierres transparentes, de estructura prismática.
- **Absorción**, mediante sustancias traslúcidas, que atenúan y difunden la luz u opacas que impiden su emisión en determinadas direcciones.



Alumbrado por reflexión



Alumbrado por refracción



Alumbrado por absorción

**Fig. 1.38** características fotométricas

**Fuente:** <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/lincan.html>

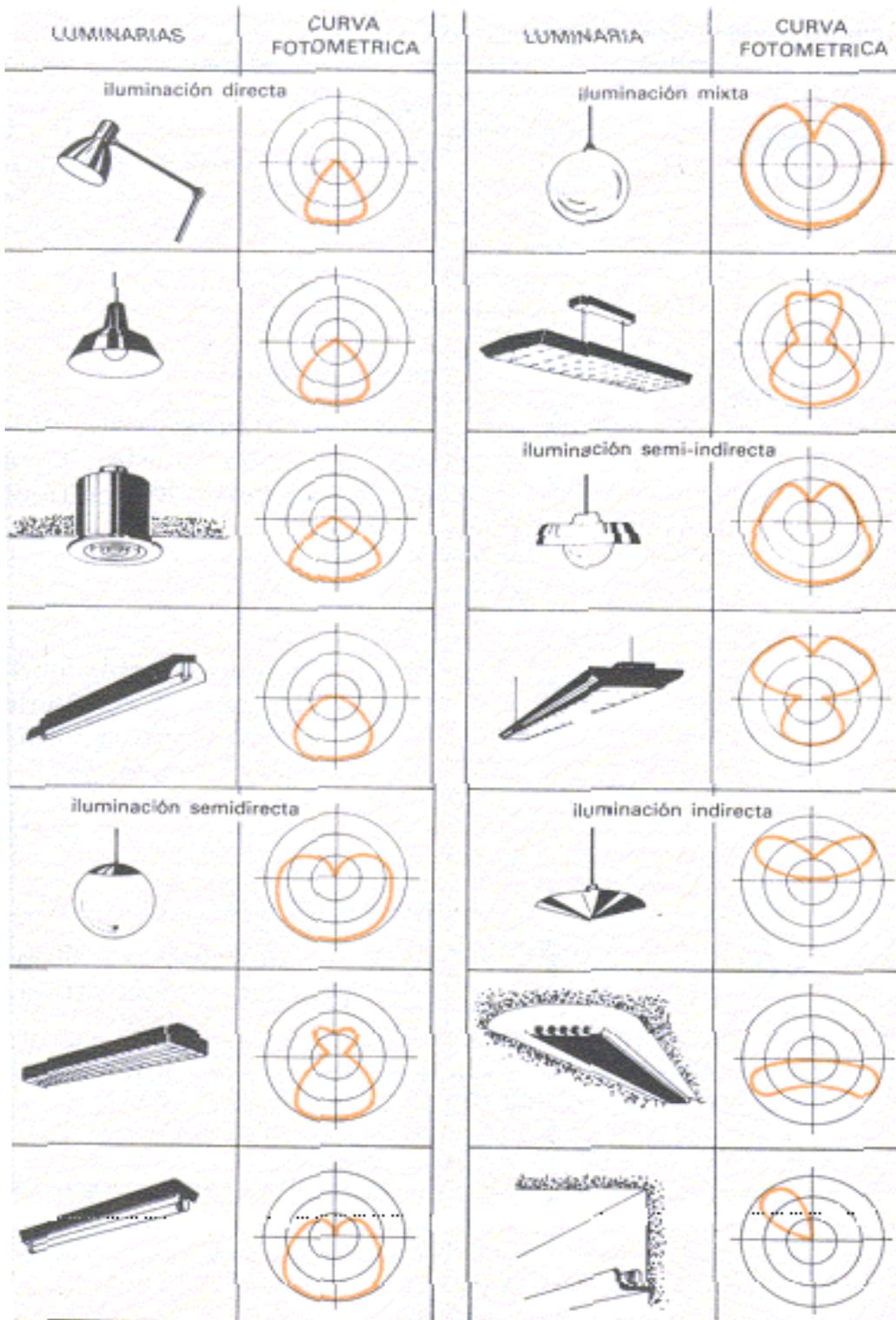


Fig.1.39 Algunas curvas fotométricas de luminarias

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

### 1.7.2 Temperatura del color

La temperatura de color de una fuente de luz se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada.

Por este motivo esta temperatura de color se expresa en kelvin, a pesar de no reflejar expresamente una medida de temperatura, por ser la misma solo una medida relativa.

### 1.7.3 Índice de reproducción cromático

Como ayuda para indicar el aspecto de los colores bajo distintas fuentes de luz, se creó un sistema hace unos años que compara matemáticamente el modo en que una fuente de luz cambia la ubicación de ocho colores pastel determinados en una versión del espacio de color C.I.E. con respecto a los mismos colores iluminados con una fuente de referencia con la misma temperatura de color.

Si no hay un cambio de aspecto, se asigna a la fuente de luz en cuestión un IRC de 100. Técnicamente, los IRC sólo pueden compararse entre fuentes de luz con la misma temperatura de color.

No obstante, como norma general, podemos decir que cuanto más alto mejor, las fuentes de luz con un IRC alto (80-100) suelen ofrecer mejor aspecto a personas y objetos que las de IRC bajo.

A continuación se muestra una tabla de Índice de Reproducción Cromático:

Grupo de rendimiento en color	Índice de rendimiento en color (IRC)	Apariencia de color	Aplicaciones
1	IRC $\geq$ 85	Fría	Industria textil, fábricas de pinturas, talleres de imprenta
		Intermedia	Escaparates, tiendas, hospitales
		Cálida	Hogares, hoteles, restaurantes
2	70 $\leq$ IRC < 85	Fría	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas cálidos)
		Intermedia	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas templados)
		Cálida	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, ambientes industriales críticos (en climas fríos)
3	Lámparas con IRC <70 pero con propiedades de rendimiento en color bastante aceptables para uso en locales de trabajo		Interiores donde la discriminación cromática no es de gran importancia
S (especial)	Lámparas con rendimiento en color fuera de lo normal		Aplicaciones especiales

**Tabla 1.13 Índice de rendimiento de color.**

**Fuente:** <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint2.html>

### 1.7.4 Características de lámparas incandescentes



**Fig. 1.40 Lámpara Incandescente no Halógena**

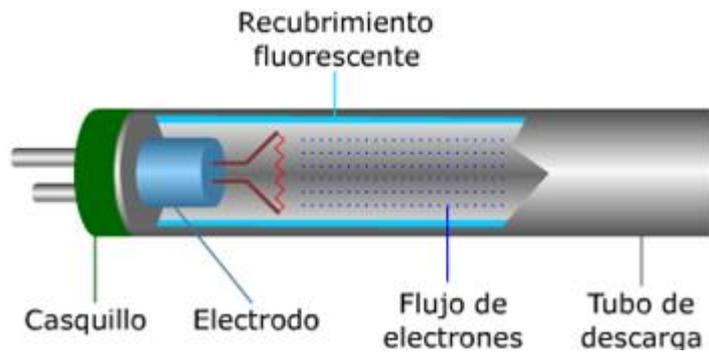
**Fuente:** [http://www.aproi.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24](http://www.aproi.net/index.php?option=com_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24)

Parámetro:	Característica:
Temperatura del color	Entre 1.100 y 3.200 K
Índice de reproducción del color	Entre 85 y 100 (muy bueno - excelente)
Potencias típicas	25, 40, 60, 75, 100, 150, 200 W
Flujo luminoso *	228, 386, 622, 688, 1.292, 1.950, 2.900 lúmenes
Rendimiento luminoso *	9,1 - 9,6 - 10,4 - 9,2 - 12,9 - 13 - 15,5 lúmenes/vatio
Vida útil	E promedio 1.000 h (2.000 h si son alógenas)
Influencia del voltaje	Debe ser lo más cercano posible el valor nominal de la lámpara (+ ó - 5% del nominal).
Características eléctricas	Se puede alimentar tanto en CC como en CA. No produce efecto estroboscópico.
Aplicaciones	Alumbrado doméstico y señalización. No son rentables para alumbrado de grandes espacios con alto nivel de iluminación, ni para naves industriales o locales comerciales con alturas superiores a 4 m.

**Tabla 1.14 Características de lámparas incandescentes.**

**Fuente:** [http://www.aproi.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24](http://www.aproi.net/index.php?option=com_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24)

### 1.7.5 Características de lámparas de baja intensidad de descarga



**Fig. 1.41 Lámpara fluorescente tubular**

**Fuente:** [http://www.aproi.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24](http://www.aproi.net/index.php?option=com_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24)

- Vapor de mercurio de baja presión
- Fluorescentes compactas (ahorradoras o electrónicas)

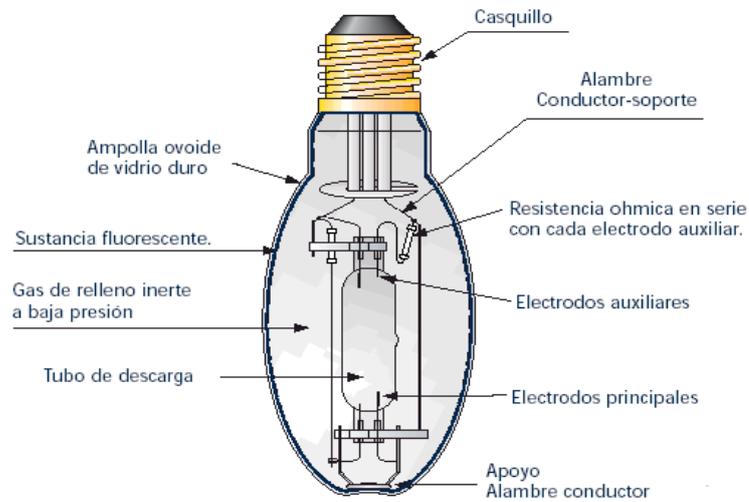
Parámetro:	Característica:
<b>Temperatura del color</b>	Luz blanca día: $T_c > 5.000\text{ K}$ - Blanco neutro: $3.000\text{ K} < T_c < 5.000\text{ K}$ - Blanco cálido: $T_c < 3.000\text{ K}$ .
<b>Índice de reproducción del color</b>	Luz blanca día: 85 a 100 - Blanco neutro: 70 a 84 - Blanco cálido: 40 a 69
<b>Flujo luminoso</b>	7 veces mayor comparado con el que producen las lámparas incandescentes de igual potencia.
<b>Rendimiento luminoso</b>	El rendimiento luminoso inicial (nominal) en este tipo de lámpara tiende a disminuir por depreciación luminosa. Debido al potente arco eléctrico que se produce en los electrodos y a las características de la atmósfera de gas, se vaporiza el electrodo desprendiendo partículas metálicas que ennegrecen el extremo del tubo.

<b>Efecto estroboscópico</b>	Las lámparas de descarga no poseen inercia luminosa, como sucede con las incandescentes, por ello, cuando la corriente pasa por cero, la lámpara no emite radiaciones. Este fenómeno casi no es apreciado por el ojo humano, excepto en aquellos casos en los que se iluminan objetos en movimiento y dan la impresión de estar parados o se mueven intermitentemente.
<b>Vida útil</b>	La vida promedio suele ser de 7.000 horas para un encendido cada 3 horas. Para encendidos cada 10 horas, la vida útil aumenta en un 40%
<b>Temperatura</b>	Este tipo de lámpara ofrece el mayor flujo luminoso cuando la temperatura ambiente es cercana a los 77 °F (25 °C). Para temperaturas alejadas de este valor se requiere que las lámparas sean encapsuladas.
<b>Influencia del voltaje</b>	Debe ser lo más cercano posible el valor nominal de la lámpara (+ ó - 5% del nominal). En estas lámparas, al contrario de lo que sucede con las incandescentes, la vida y el rendimiento luminoso disminuyen al disminuir el voltaje.
<b>Características eléctricas</b>	Puesto que las lámparas de descarga no se conectan directamente a la red, como sucede con las incandescentes, requieren al inicio de su operación de un equipo auxiliar eléctrico que consta de reactancia, cebador y condensador.
<b>Aplicaciones</b>	La gran diversidad de tonos, su alto rendimiento y la buena calidad de luz ( $T_c > 5.000 \text{ K}$ ), hacen que sean de aplicación general para fines generales de alumbrado. Y, particularmente, en oficinas, almacenes, comercio, escuela, hospitales, gimnasios,, industrias, etc.; donde la altura del montaje no supere los 5 m.

**Tabla 1.15 Características de lámparas de baja intensidad.**

**Fuente:** [http://www.aproi.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24](http://www.aproi.net/index.php?option=com_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24)

### 1.7.6 Características de lámparas de alta intensidad de descarga



**Fig. 1.42 Lámpara de Mercurio Alta Presión**

**Fuente:** <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>

- Vapor de mercurio de alta presión
- Haluros metálicos
- Vapor de sodio de baja presión
- Vapor de sodio de alta presión
- Luz mezcla

Parámetro	Tipo de lámpara HID				
	Vapor de Hg alta presión	Luz mezcla	Vapor de Na baja presión	Vapor de Na alta presión	Haluros metálicos
Temperatura del color	3.000 a 4.500 K	2.900 K	-	2.100 K	6.000 K
Índice de rep. del color	40 a 69	60	20 a 32	40 a 69	85 a 100
Flujo luminoso	6.300 a 58.000 Lm	3.100 a 14.000 Lm	1.800 a 33.000 Lm	3.500 a 130.000 Lm	17.000 a 80.000
Potencia	50 a 1000 W	160 a 500 W	18 a 180 W	50 a 1.000 W	250 a 1.000 W
Rendimiento luminoso	50,4 a 58 Lm/W	20 a 40 Lm/W	130 a 200 Lm/W	80 a 140 Lm/W	68 a 105 Lm/W
Vida útil	6.000 a 9.000 horas			24.000 horas	16.000 a 20.000 horas
Tiempo de encendido		2 minutos	10 minutos		
Influencia del voltaje	+ó - 5% del voltaje nominal				
Reactancia	Sí	-	Sí	Sí	Sí
Cebador	No	Sí	No	No	Sí
Capacitor	Sí, para corregir fp	-	Sí, para corregir fp	Sí, para corregir fp	Sí, para corregir fp

**Tabla 1.16 Características de lámparas de alta intensidad.**

**Fuente:** [http://www.aproi.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24](http://www.aproi.net/index.php?option=com_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24)

## CAPITULO 2

### ILUMINACION PARA CEMENTERIOS

#### 2.1 CONCEPTOS

La palabra cementerio viene del término griego koimetérion, que significa dormitorio porque, según la creencia cristiana, en el cementerio, los cuerpos dormían hasta el Día de la Resurrección.

Un cementerio es el lugar donde se depositan los restos mortales de los difuntos dependiendo de la cultura del lugar, los cuerpos pueden introducirse en ataúdes, féretros o sarcófagos, o simplemente envolverse en telas, para poder ser enterrados bajo tierra o depositados en nichos, mausoleos u otro tipo de sepulturas.

A los cementerios católicos se les llama también camposantos, dado que en Pisa(Italia), cuando ateniéndose a medidas de higiene la autoridad ordenó cerrar el cementerio, que había sido construido en el siglo XIII dentro de la ciudad, el terreno fue cubierto con una gran capa de tierra, que las galeras pisanas habían traído de los lugares santos de Jerusalén.

Usualmente, los cementerios son comunitarios, es decir, en dicho lugar se encuentran las tumbas de los miembros de la comunidad, sin llegar a ser tumbas colectivas, pues cada difunto tiene su propio espacio determinado aunque, por decisión familiar, también pueden enterrarse varios familiares en el mismo lugar.

<sup>1</sup>Obtenido de la página web de wikipedia <http://www.es.wikipedia.org/wiki/Cementerio>

### 2.1.1 Introducción

Como introducción, se realizó visitas a algunos cementerios en el medio urbano como en la parte rural, para conocer sus respectivas características de iluminación y recopilar información de las cualidades más sobresalientes de dichos cementerios, ya que no existe normativa para iluminación de este tipo de locales.

#### Cementerio Municipal de Cuenca

El Cementerio Municipal de Cuenca hoy en día está bajo la administración de la Empresa Municipal de Cementerios (EMUCE), esta empresa da los siguientes servicios como: Funeraria, Sala de Velación, Cementerio, Póliza de Vida y exequias<sup>2</sup>.

Este cementerio es considerado como uno de los lugares turísticos por la cual la ciudad de Cuenca fue designada Patrimonio Cultural de la Humanidad, la administración actual está empeñada en el proceso de recuperación arquitectónica, cultural y religiosa con el apoyo del Instituto de Patrimonio.

<sup>2</sup>Obtenido de la pagina web de EMUCE <http://www.emuce.gov.ec/>

A continuación describiremos algunos aspectos en el tema de iluminación en el Cementerio Municipal de Cuenca recopilados en fotos.

Podemos explicar que este local se utiliza un sistema de iluminación muy variado, por tener un área muy grande (30.000m<sup>2</sup>) y por ende consta de diferentes infraestructuras como bóvedas, cominerías, monumentos, mausoleos, jardines, árboles, etc.

Dentro de este cementerio se aprecia luminarias del tipo farolas de esfera, en la iluminación de tumbas, así como en parte de las cominerías y en la entrada principal como se puede observar en las fotos 2.1, 2.2. y 2.3.



**Foto 2.1 Iluminación de tumbas en el Cementerio de Cuenca**

**Fuente:** El Autor



**Foto 2.2 Iluminación de Cominerías (1) en el Cementerio de Cuenca**

**Fuente:** El Autor



**Foto 2.3 Entrada Cementerio Municipal Cuenca**

**Fuente:** El Autor

La iluminación de cominerías es adecuada, ya que utiliza la luminaria tipo farola, el flujo luminoso es aprovechado en su mayor parte, ésta es apto para áreas peatonales y la contaminación lumínica es reducida porque no se desperdicia hacia el espacio exterior, como observamos en la siguiente foto 2.4.



**Foto 2.4 Iluminación de Cominerías (2) en el Cementerio de Cuenca**

**Fuente:** El Autor

En la iluminación de las bóvedas se utiliza luminarias del tipo farolas con extensiones galvanizadas desde la parte estructural, con esto se evita la utilización de postes que provocaría riesgo de accidentes a los visitantes, disminuyendo el espacio de tránsito, y están ubicados a una altura prudente, como se observa en la foto 2.5.



**Foto 2.5 Iluminación de bóvedas en el Cementerio de Cuenca**

**Fuente:** El Autor

Dentro de este cementerio también se observa el uso de lámparas del tipo reflector instalado a una gran altura (poste de 18m), para una iluminación general, como los bloques de bóvedas de una altura considerable así también para iluminar mausoleos en las cuales se hace necesario complementar la iluminación localizada, como se observa en la foto 2.6.



**Foto 2.6 Iluminación con reflectores del Cementerio de Cuenca**

**Fuente:** El Autor

En la foto 2.7 se observa la iluminación de un árbol con una luminaria del tipo empotrable en el suelo, con esto se consigue dar una plasticidad a la planta, además se pudo observar que esta luminaria es de tecnología LED, hoy en día éstas tienen las mejores características de calidad y durabilidad.



**Foto 2.7 Iluminación de un árbol en el Cementerio de Cuenca**

**Fuente:** El Autor

### **Cementerio General de la Parroquia Sayausí**

Se realizó una visita a este camposanto que pertenece al área rural, y encontramos un cementerio con una infraestructura en buenas condiciones, su iluminación es apta para el sector, y utiliza el sistema de iluminación directa. Foto 2.8



**Foto 2.8** Entrada del cementerio de Sayausí

**Fuente:** El Autor

Es un sistema de iluminación adecuado porque no existe desperdicio de luz, ya que las luminarias son farolas horizontales y emiten todo su flujo luminoso hacia el suelo, así no hay contaminación lumínica hacia el espacio exterior y los postes de las luminarias se encuentran emplazados en lugares estratégicos para obtener una mayor área de movilidad. Foto 2.9, 2.10.



**Foto 2.9** Luminaria utilizada en el cementerio Sayausí (2)

**Fuente:** El Autor



**Foto 2.10** Vista de la iluminación cementerio Sayausí (1)

**Fuente:** El Autor

Otro de los argumentos que valida a este sistema de iluminación es la infraestructura del cementerio, ya que tiene una buena reflexión de las paredes, por el color de la pintura (beige) y el piso es adoquinado que ayuda a resaltar la fachada. Foto 2.11



**Foto 2.11 Vista general cementerio Sayausí**

**Fuente:** El Autor

## **2.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL CEMENTERIO DE PACCHA**

### **2.2.1 Denominación del Inmueble**

El inmueble se denomina “**Cementerio General de la Parroquia Paccha**” cuya administración la ejerce el Gobierno Autónomo de la Parroquia Paccha.

### **2.2.2 Localización Geográfica**

País: Ecuador.

Provincia: Azuay.

Cantón: Cuenca.

Parroquia: Paccha.

Calle: Vía hacia el barrio la Dolorosa

### **2.2.3 Delimitación del Área**

El Cementerio General de Paccha está delimitado por:

Norte: Vía pública.

Sur: Sr. Marcos Cornejo.

Este: Sr. Teodoro Faicán y Sra. Esther Aguilar.

Oeste: Vía pública

Forma: trapezoidal

Otras referencias: vía hacia la Dolorosa, diagonal al Salón Parroquial

2.2.4 Croquis de Ubicación:

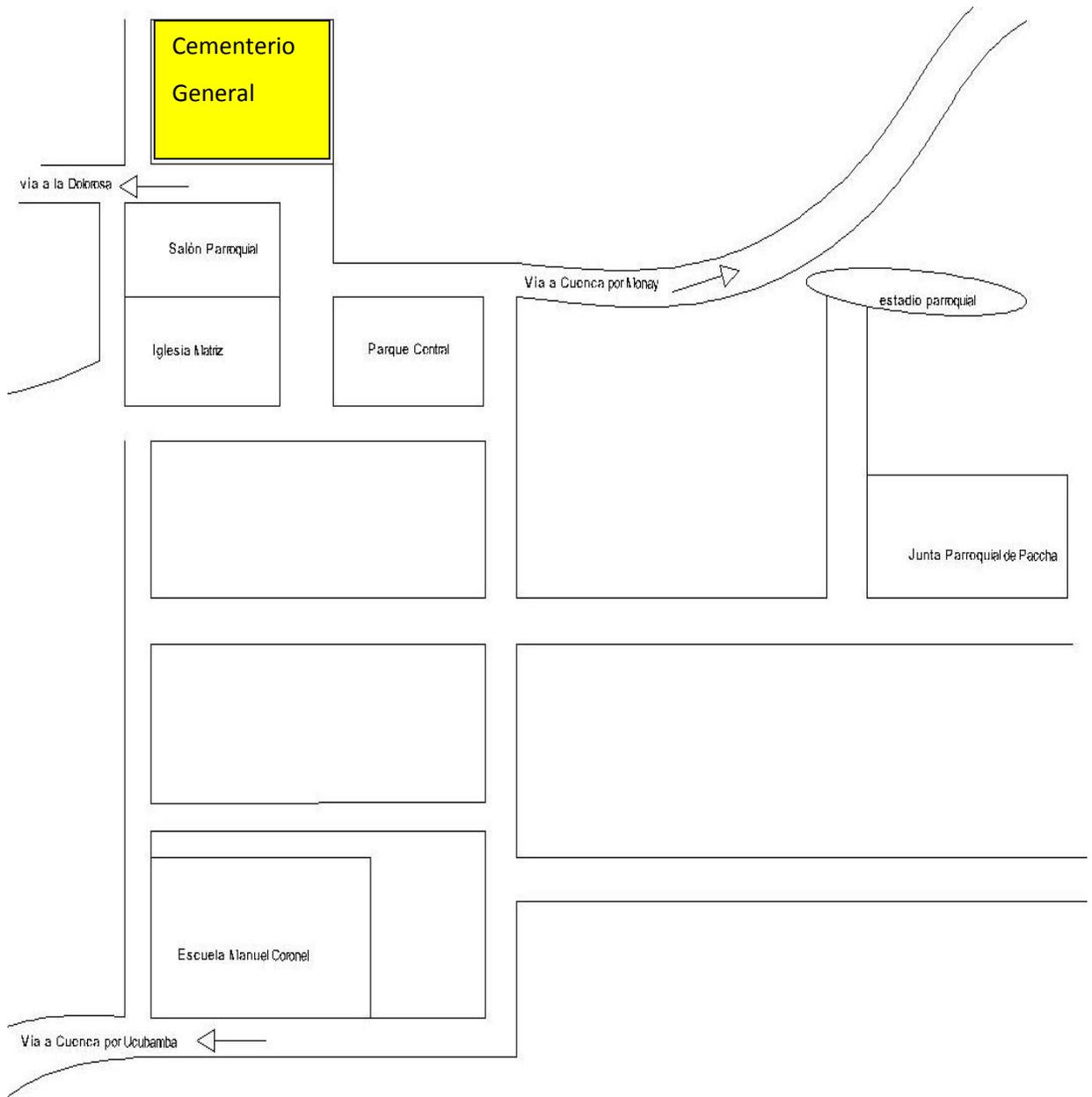


Fig. 2.1 Croquis de ubicación del cementerio de Paccha

Fuente: El Autor

## 2.3 TIPOS DE ILUMINACION PARA CEMENTERIOS

### 2.3.1 Introducción

Este es un lugar abierto en la cual se requiere de iluminación exterior para resaltar la infraestructura así como para la seguridad de quienes visitan el lugar y evitar accidentes, además es una orientación para visualizar accesos y sitios seguros por donde transitar.

En la actualidad no existe una normalización para cementerios por lo cual se tomará como referencia la iluminación de lugares abiertos como parques, jardines, estacionamientos, canchas, y también visitas a algunos cementerios de la localidad.

Para lograr una iluminación adecuada en el ambiente de un cementerio debemos considerar algunos criterios:

- Destacar los detalles de construcción.
- Resaltar aspectos ornamentales del cementerio.
- Accesibilidad con adecuada iluminación frente a multitudes(sepelios)
- Proveer de tomacorrientes que se usaran en ocasiones especiales como el 2 de Noviembre (Día de los Difuntos)

### 2.3.2 Destacar los Detalles de Construcción.

Dentro de este aspecto se trata de resaltar el diseño arquitectónico, de acuerdo a la forma, al tamaño, al material de construcción y al color de la pintura, en la siguiente foto 2.12 se puede apreciar lo anteriormente expuesto.



**Foto 2.12 Iluminación Detalle de Construcción en el Cementerio de Cuenca**

**Fuente:** El Autor

### 2.3.3 Resaltar Aspectos Ornamentales del Cementerio.

En este aspecto se trata de resaltar monumentos, figuras, esculturas religiosas a si como la iluminación de plantas o árboles que dan una mejor imagen a un Campo Santo para los visitantes.

A continuación se puede apreciar en una foto (2.13) demostrativa en este aspecto de iluminación.



**Foto 2.13 Iluminación Ornamental**

**Fuente:** El Autor

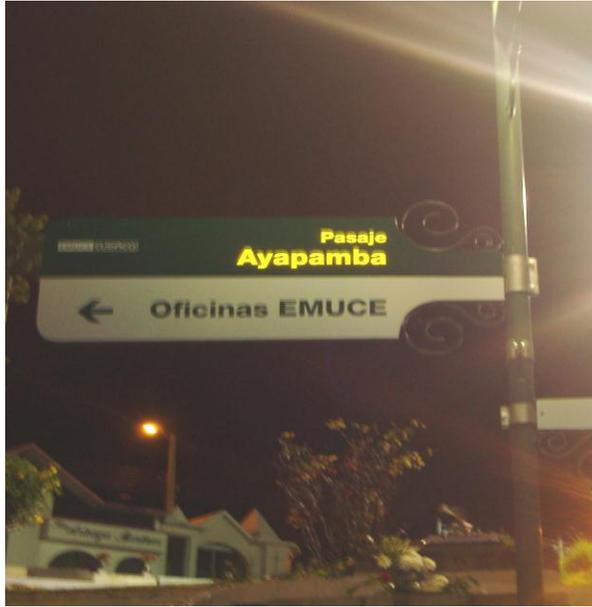
#### **2.3.4 Accesibilidad con adecuada iluminación frente a multitudes (sepelios)**

La accesibilidad es uno de los puntos fundamentales en la iluminación para un cementerio ya que con esto se da seguridad al visitante para que pueda transitar, así como la señalización de la ubicación de los distintos sitios del cementerio. Fotos( 2.14, 2.15 y 2.16)



**Foto 2.14 Iluminación de Caminerías**

**Fuente:** El Autor



**Foto 2.15 Señalización de los distintos lugares del cementerio**

**Fuente:** El Autor



**Foto 2.16 Iluminación Cominerías cementerio Municipal**

**Fuente:** El Autor

### **2.3.5 Proveer de Tomacorrientes que se usarán en ocasiones especiales como el 2 de Noviembre (Día de los Difuntos)**

En este aspecto es conveniente proveer tomacorrientes ya que se hacen necesarios para la amplificación de audio en ocasiones especiales como en el Día de los Difuntos, y en celebraciones religiosas.

El uso de los tomacorrientes dentro del cementerio también será útil para mantenimiento en general. Foto 2.17



**Foto 2.17 Provisión de tomacorrientes**

**Fuente:** El Autor

### **2.3.6 Niveles de Iluminación para un Cementerio o lugares abiertos**

#### **2.3.6.1 Mediciones con Luxómetro**

El alumbrado debe estar diseñado de acuerdo a varios parámetros para tener una correcta iluminación entre ellos cumplir con niveles eficaces de iluminación.

Para un cementerio no existen niveles de iluminación normalizados por lo cual se ha procedido a tomar mediciones en el Cementerio General de Cuenca a si como en parques y lugares abiertos que son sitios parecidos.

En el parque Hermano Miguel se tomó mediciones en las cuales se tiene como medida entre 60 y 75 luxes. Las especificaciones técnicas del luxómetro utilizado se puede ver en el Anexo 14.



**Foto 2.18 Parque Hermano Miguel**

**Fuente:** El Autor



**Foto 2.19 Medición del nivel de iluminación en Parque Hermano Miguel**

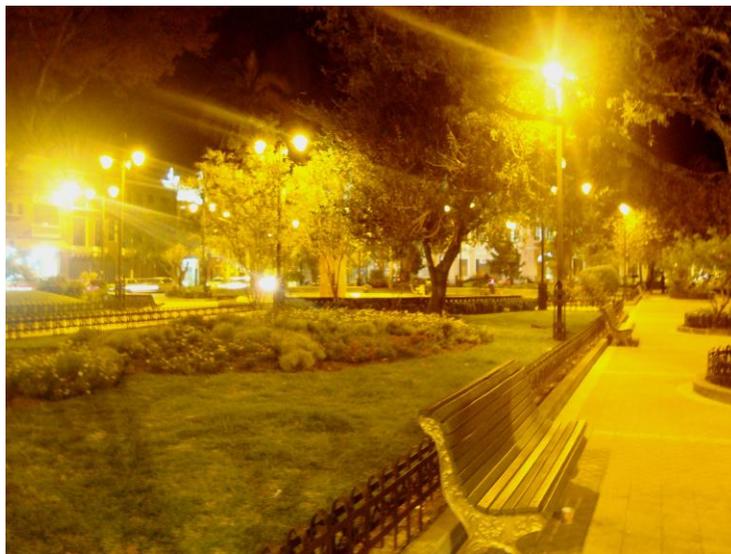
**Fuente:** El Autor



**Foto 2.20 Medición de iluminación en Parque Hermano Miguel**

**Fuente:** El Autor

También se tomo otras mediciones en el Parque de San Blas para lo cual se tiene unas mediciones entre 35 y 70 luxes.



**Foto 2.21 Parque San Blas (Cuenca)**

**Fuente:** El Autor



**Foto 2.22** Medición de iluminación en el Parque San Blas

**Fuente:** El Autor



**Foto 2.23** Medición de iluminación en el Parque San Blas

**Fuente:** El Autor

Las mediciones en el Cementerio General de Cuenca fueron las siguientes:

En el sector de bóvedas se tiene una medición de 19 luxes.



**Foto 2.24** Bóvedas del Cementerio General Cuenca

**Fuente:** El Autor



**Foto 2.25** Medición de nivel de iluminación en bóvedas del Cementerio General Cuenca

**Fuente:** El Autor

En las cominerías se tenía una mediciones entre 10 y 11 luxes.



**Foto 2.26** Medición del nivel de iluminación en cominerías del Cementerio General Cuenca (1)

**Fuente:** El Autor



**Foto 2.27** Medición del nivel de iluminación en cominerías del Cementerio General Cuenca (2)

**Fuente:** El Autor

Luego de haber realizado el análisis de la iluminación de los cementerios de la localidad creemos conveniente rescatar lo mejor de cada uno de ellos y adaptarlo a las necesidades del cementerio de Paccha.

- **ILUMINACION GENERAL.-** Para este tipo de iluminación se rescata que se puede utilizar luminarias del tipo farolas horizontales ya que todo su flujo luminoso se dirige hacia el piso y no existe contaminación hacia el espacio exterior.
- **ILUMINACION ORNAMENTAL.-** se usa para resaltar plantas o fachadas utilizando luminarias empotrables en el suelo así como detalles de construcción civil.



**Fig. 2.2 Iluminación de arbustos**

**Fuente:** <http://www.aape.com.ar/azqueta/exterior.pdf>



**Fig. 2.3 Iluminación de Fachadas Arquitectónicas**

**Fuente:** <http://www.aape.com.ar/azqueta/exterior.pdf>

- ILUMINACION DE CAMINERIAS.- las cominerías tendrán una iluminación localizada para brindar al peatón un tránsito seguro, y se puede utilizar luminarias del tipo farolas de una altura considerada.
  
- PROVISION DE TOMACORRIENTES.- los tomacorrientes es necesario para la amplificación de audio en los eventos religiosos de fechas especiales así como para realizar mantenimiento general del cementerio.

### **2.3.6.2 Criterios de Nivel Iluminación para lugares abiertos según algunas entidades**

Según El Comité Técnico 169 del Comité Europeo Normalizador (CENTC 169) establece los siguientes niveles:

- En zonas sólo como medio para guiar a los visitantes durante breves intervalos recomienda de 50 – 75 – 100 lux.
  
- Zonas abiertas al acceso público con alrededores oscuros recomienda de 20 – 30 – 50 lux

<sup>3</sup>Obtenido de la página web <http://www.istas.ccoo.es/descargas/gverde/ILUMINACION.pdf>

Mientras que el Centro Nacional de Condiciones del Trabajo de España nos muestra la siguiente tabla:

NIVEL ILUMINACION EN LUX	TIPO DE TRABAJO
1.000 LUX	JOYERIA Y RELOJERIA, IMPRENTA
500 a 1.000 LUX	EBANISTERIA
300 LUX	OFICINA, BANCOS DE TALLER
200 LUX	INDUSTRIAS CONSERVERAS, CARPINTERIAS METALICAS
100 LUX	SALAS DE MAQUINAS Y CALDERAS DEPOSITOS Y ALMACENES
50 LUX	MANIPULACION DE MERCANCIAS
20 LUX	PATIOS GALERIAS Y LUGARES DE PASO

**Tabla 2.1 Valores Mínimos de iluminación para España**

**Fuente:** [http://www.basc-costarica.com/documentos/Niveles\\_Iluminacion.pdf](http://www.basc-costarica.com/documentos/Niveles_Iluminacion.pdf)

Según el artículo 56 del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo emitido por el Ministerio de Relaciones Laborales en vigencia actual expone que los niveles mínimos de iluminación son de acuerdo en la tabla. (Ver Anexo 1)

Como conclusión se tiene que para lugares públicos en donde no hay un tránsito constante de personas ni vehículos, en nuestro caso para un cementerio podemos decir que 50 luxes es una iluminación mínima requerida.

### **2.3.7 Elección del tipo de Alumbrado para el Cementerio de Paccha.**

El tipo de alumbrado para el cementerio de Paccha será general uniforme donde las luminarias están colocadas en lo posible simétricamente a lo largo del perímetro que proporcionan un nivel de iluminación directa razonablemente a toda la zona ya que se cuenta con bloques de bóvedas de 3.50 m promedio de altura.

Así mismo se contara con iluminación localizada para las cominerías el cual tendrá un piso adoquinado que mejora el nivel de reflexión de la luz, así también con

iluminación ornamental para destacar las fachadas arquitectónicas como son los relieves de arcos en el muro que da hacia la calle principal y para iluminar plantas de baja altura se elegirá luminarias del tipo empotrables en el piso.

## 2.4 ELECCION DE EQUIPOS DE ILUMINACION

Para la elección de equipos de iluminación hemos considerado algunos criterios entre los que más se destacan son:

- Calidad en su aspecto constructivo.
- Eficacia de la luminaria.
- Economía

### 2.4.1 Criterios de Calidad

Uno de los criterios de calidad para el escogitamiento de las luminarias es el Índice de Protección (IP) de las luminarias ya que estas estarán expuestas a condiciones de clima extremas.

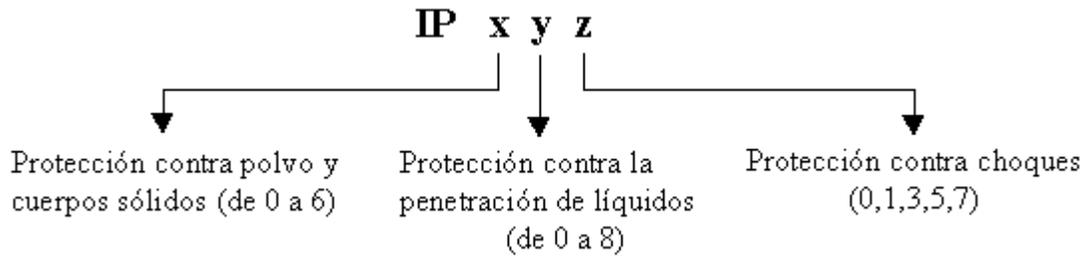
#### 2.4.1.1 Índice de Protección

El Índice de Protección es una las características mecánicas de las luminarias expuestas a la intemperie y nos indica el grado de protección contra el polvo, los líquidos y los golpes.

Según las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), las luminarias se designan por las letras **IP** seguidas de tres dígitos.

El primer número va de 0 (sin protección) a 6 (máxima protección) e indica la protección contra la entrada de polvo y cuerpos sólidos en la luminaria.

El segundo va de 0 a 8 e indica el grado de protección contra la penetración de líquidos. Por último, el tercero da el grado de resistencia a los choques.

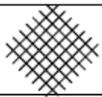
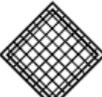


**Fig.2.4 características mecánicas de la lámpara.**

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/luminar1.html>

A continuación se expone dos tablas sobre el grado de protección de luminarias:

**Tabla 4.** Grado de protección de una luminaria contra el ingreso de sólidos extraños (IEC)

Primer dígito	Símbolo	Denominación	Comentarios
0		No-protegida	Sin ninguna protección
1		Protegida contra el ingreso de objetos sólidos mayores de 50 mm	por ejemplo una mano
2		Protegida contra el ingreso de objetos mayores de 12 mm	por ejemplo un dedo
3		Protegida contra el ingreso de objetos mayores de 2.5 mm	por ejemplo herramientas
4		Protegida contra el ingreso de objetos mayores de 1.0 mm	por ejemplo cables o alambres
5		Antipolvo	
6		Hermética al polvo	

**Tabla 2.3** Grado de Protección de luminarias contra sólidos extraños

Fuente: <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap05.pdf>

**Tabla 5.** Grado de protección de una luminaria contra el ingreso de agua (IEC)

Segundo dígito	Símbolo	Denominación	Comentarios
0		No protegida	
1		Contra goteo	Si el agua cae verticalmente no provoca daño
2		Contra goteo con inclinaciones de hasta 15 grados	
3		Contra lluvia	Para lluvia con ángulos no mayores de 60°
4		Contra salpicaduras	Cualquier salpicadura no provoca daño
5		Contra chorro de agua	El chorro de una manguera desde cualquier dirección no daña
7		Contra inmersión	Breves inmersiones a determinada presión no provocan daño
8		Contra sumersión	Luminaria herméticamente sellada

**Tabla 2.4** Grado de Protección de luminarias contra el agua

Fuente: <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap05.pdf>

### 2.4.2 Eficacia de la Luminaria

En la selección de luminarias se deberá tener en cuenta los distintos criterios de clasificación comenzando por su aplicación, entre los requisitos básicos se encuentran:

- ✓ El rendimiento.
- ✓ El factor de atenuación.
- ✓ El factor de utilización.
- ✓ El factor de mantenimiento.

#### 2.4.2.1 Rendimiento Luminoso de una luminaria

La relación entre el flujo luminoso que sale de una luminaria, medido bajo condiciones prácticas de trabajo, y el flujo luminoso de la lámpara, o de las lámparas, funcionando fuera de la luminaria.

Sin embargo el rendimiento total de una luminaria no es en sí mismo una medida de su eficiencia ya que como el rendimiento total puede considerarse formado por dos componentes, el rendimiento del hemisferio superior y del inferior. Las luminarias más eficientes son aquellas que optimizan la relación de rendimiento luminoso y la distribución de luz necesaria.

#### 2.4.2.2 Factor de atenuación

Es la relación de iluminancias entre la iluminancia máxima sobre el objeto o plano iluminado ( $E_s$ ) y la iluminancia media horizontal ( $E_h$ ).

Factor de atenuación=  $E_s / E_h$

<b>Tabla 5. Relación de los efectos con el factor de atenuación</b>	
<i>Factor de Atenuación</i>	<i>Efecto</i>
2:1	Apenas perceptible
5:1	Ligeramente teatral
15:1	Teatral
30:1	Dramático
>30:1	Muy dramático

**Tabla 2.5 Factor de Atenuación**

**Fuente:** <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap05.pdf>

#### 2.4.2.3 Factor de utilización

Es la relación existente entre la iluminancia media en el plano de trabajo y el flujo luminoso instalado por metro cuadrado. En interiores, las características geométricas de un local, el color y reflectancia de sus paredes tienen importancia significativa en relación al ahorro de energía en la iluminación.

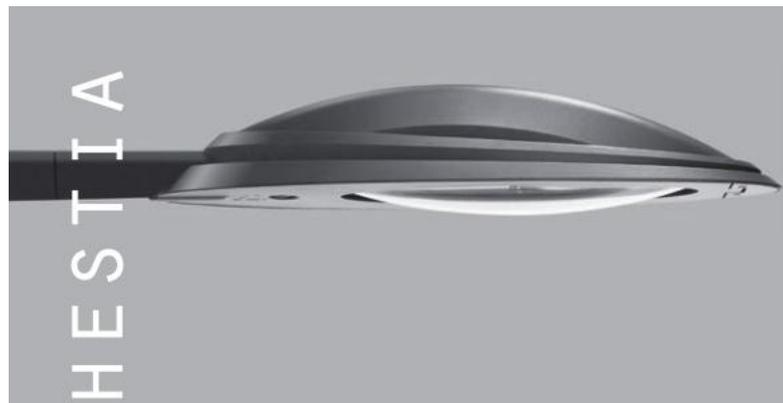
#### 2.4.2.4 Factor de Mantenimiento

Otro de los factores que influye sobre la disminución de la iluminancia provista por una instalación es el depósito de suciedad en lámpara y luminarias y descoloramiento o pérdida de sus propiedades ópticas, etc. Estos elementos se deberán tener en cuenta en la planificación del mantenimiento de la luminaria en sus condiciones iniciales de funcionamiento, facilidad de limpieza y cambio de lámparas, posibilidades de montaje, etc.

### 2.4.3 Tipo de Luminaria para la Iluminación del Cementerio de Paccha

#### 2.4.3.1 Iluminación General

Para la iluminación general escogemos luminarias Hestia Midi de brazo simple así como luminaria Hestia Midi de doble brazo y también luminarias Hestia Mini de la marca Schreder de brazo simple, estos tipos de luminaria se la escogió por sus características técnicas así como por la constitución material de su luminaria para estar expuesta a la intemperie.

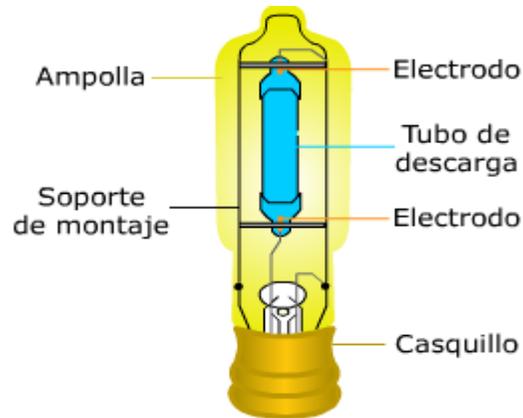


**Figura 2.5** Luminarias de brazo simple para iluminación general del Cementerio de Paccha

**Fuente:** [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

### 2.4.3.1.1 Descripción de Lámpara de Halogenuros Metálicos

Son lámparas de vapor de mercurio a alta presión que además contiene halogenuros de tierras raras como el dysprosio (Dy), holmio (Ho) y el tulio (Tu). Con ello se consigue aumentar considerablemente el rendimiento luminoso y aproximar el color a la luz diurna solar. Se utilizan también diversas combinaciones de halogenuros (sodio, yodo, ozono) a los que se les añade escandio, talio, indio, litio, etc.



**Fig. 2.6 Elementos constructivos de una lámpara de Halogenuros Metálicos.**

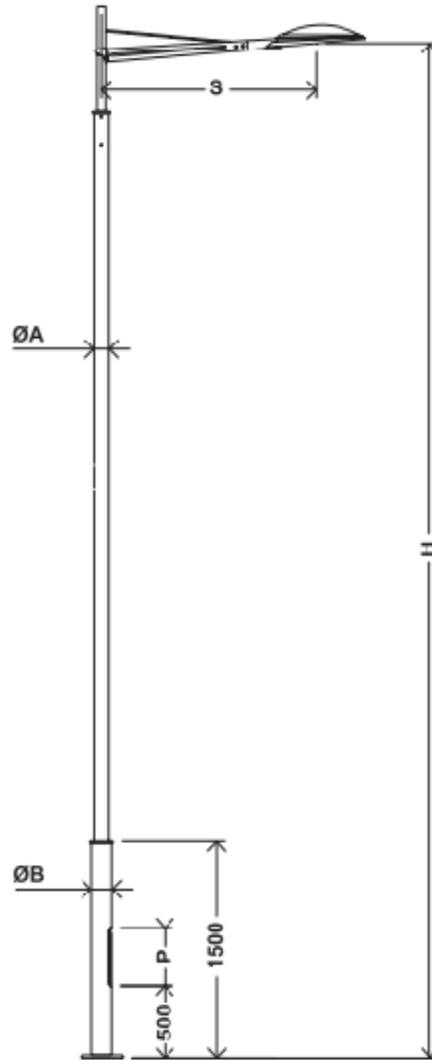
**Fuente:** [http://www.aproi.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24](http://www.aproi.net/index.php?option=com_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24)

2.4.3.1.2 Características

Nombre	Hestia Midi Simple brazo	Hestia Midi Doble brazo	Hestia Mini
Potencia	250w	2 x 250w	150w
Voltaje	220v	220v	220v
Tipo lámpara	Halogenuros metálicos	Halogenuros metálicos	Halogenuros metálicos
Longitud brazo (S)	1645mm	2.145mm	1510mm
Altura del poste(H)	7m	7m	5m
Diámetro A	100mm	140mm	100mm
Diámetro B	140mm	195mm	140mm
IP	66	66	66
Flujo Luminoso	25000lm	25000lm c/luminaria	14000lm

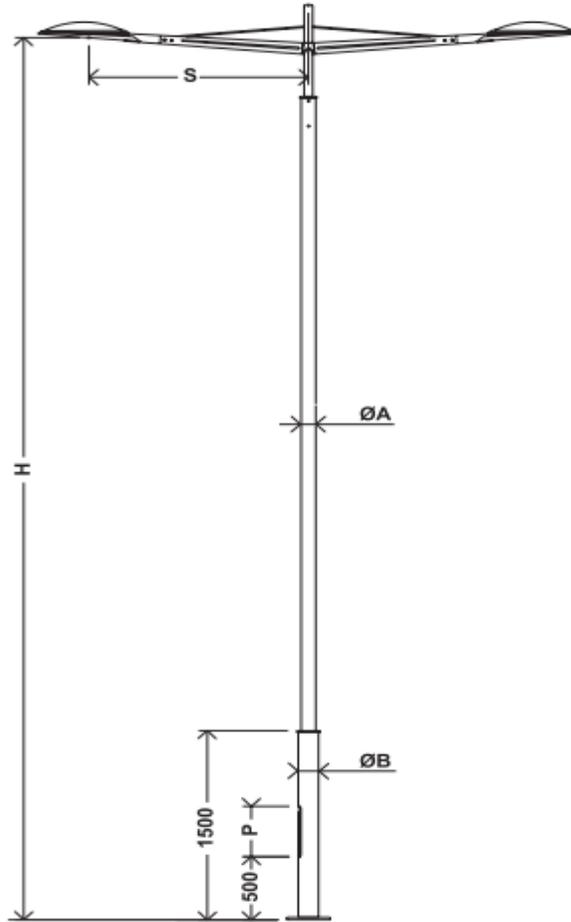
Tabla 2.6 Características de las luminarias para la Iluminación General del Cementerio de Paccha

Fuente: [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)



**Fig. 2.7 Dimensiones de Luminarias de Brazo Simple**

**Fuente:** [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)



**Fig. 2.8 Dimensiones Luminarias de Doble Brazo**

**Fuente:** [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

### 2.4.3.1.3 Ventajas

La luminaria Hestia está equipada con un mini reflector, este tipo de luminaria se puede usar en alumbrado público como en zonas peatonales.

En Hestia Mini tiene la opción de poner columna entre 5 y 8 metros y en Hestia Midi columna hasta 12m así como se puede colocar lámparas de sodio, de alta presión o de halogenuros metálicos.

<sup>4</sup>Obtenido de la pagina web de Schreder Ecuador <http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx>

2.4.3.1.4 Distribuciones Fotométricas

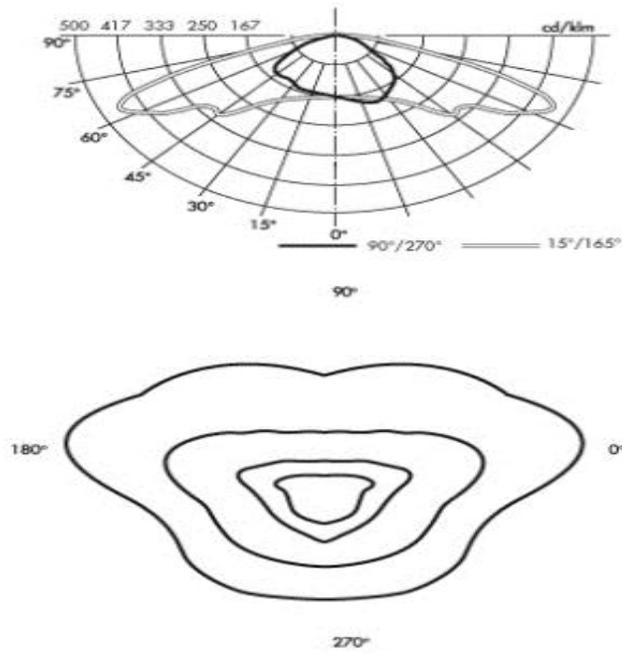


Fig. 2.9 Distribución Fotométrica para luminaria Hestia mini (150w)

Fuente: [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

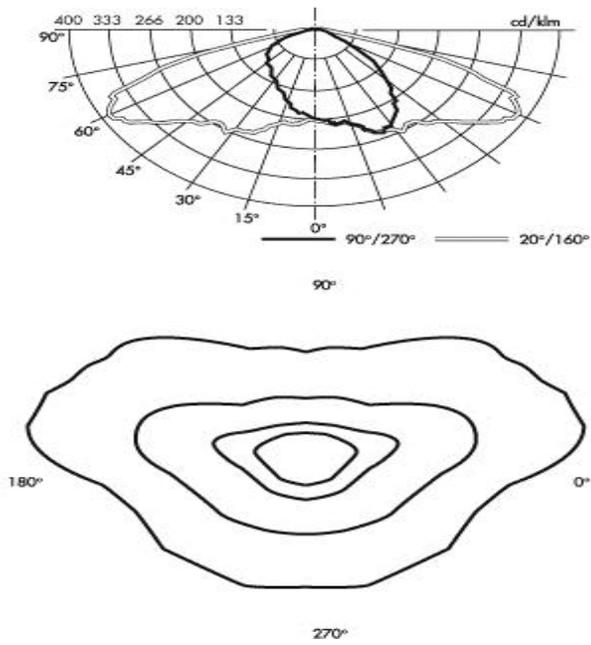


Fig. 2.10 Distribución Fotométrica para luminaria Hestia Midi (250w)

Fuente: [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

### 2.4.3.2 Iluminación Localizada

Para la iluminación de cominerías escogemos seis luminarias del tipo farolas denominadas Alura Directa, así como también luminarias del tipo farola denominada Kio de doble brazo de la marca Schreder.

Este tipo de luminaria se escogió de igual manera por sus características técnicas así como se tomó en cuenta la sugerencia de directivos de la Junta Parroquial por el diseño y que esto proyecta hacia los visitantes del cementerio parroquial.



**Fig. 2.11 Luminaria Alura para iluminación de Cominerías del Cementerio de Paccha**

**Fuente:** [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)



**Fig. 2.12 Luminaria Kio para iluminación de Cominerías del Cementerio de Paccha**

**Fuente:** [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

**2.4.3.2.1 Características**

<b>Nombre</b>	<b>Alura Directa</b>	<b>Kio</b>
<b>Potencia</b>	150w	2 x 70w
<b>Voltaje</b>	220v	220v
<b>Tipo lámpara</b>	Halogenuros metálicos	Halogenuros metálicos
<b>Altura poste</b>	3650mm	3500mm
<b>Material</b>	Policarbonato	metacrilico
<b>Longitud Brazo</b>	-----	750mm
<b>Flujo luminoso</b>	14000lm	6600lm
<b>IP</b>	66	66

**Tabla 2.7 Características de las luminarias para la iluminación de cominerías del Cementerio de Paccha**

**Fuente:** [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

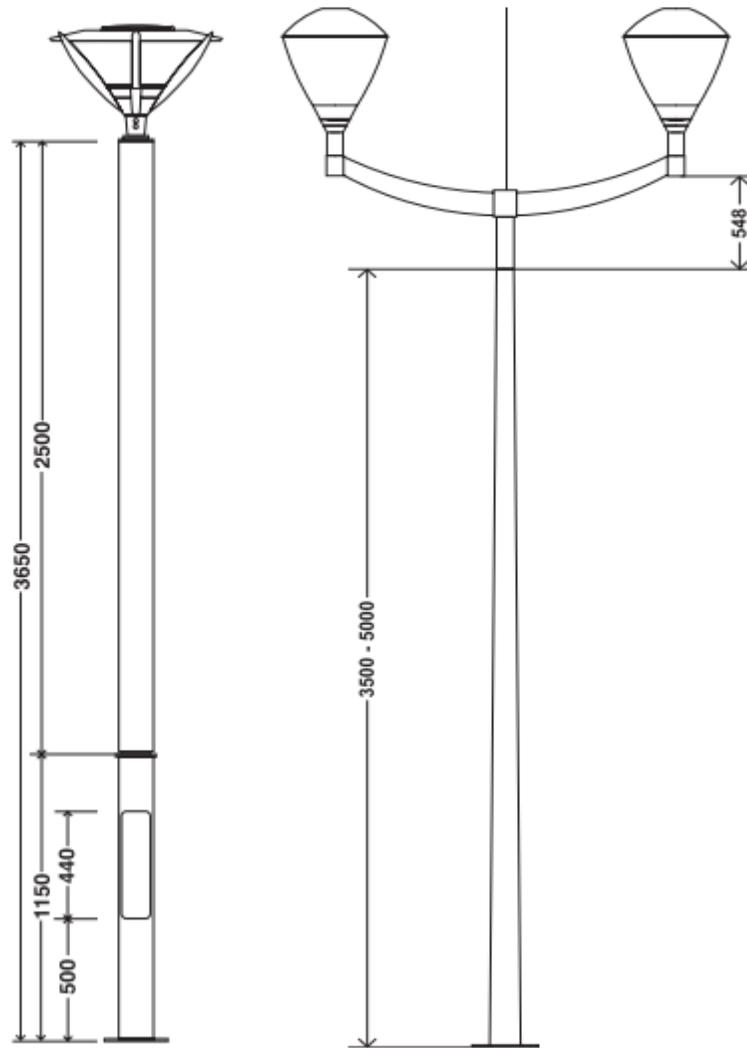


Fig. 2.13 Dimensiones Luminarias para iluminación de cominerías del Cementerio de Paccha

Fuente: [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

### 2.4.3.2 Ventajas

La luminaria Alura Directa está disponible en dos versiones: sección circular o cuadrada, pueden utilizarse en entornos urbanos contemporáneos así como También sirven para iluminar parques, zonas de juegos, áreas de descanso, aparcamientos, etc.

La columna presenta una base de acero galvanizado en caliente, la columna central de acero que refuerza toda la estructura de soporte está recubierta de una envoltura de madera.

La luminaria Alura admite una distribución fotométrica simétrica o asimétrica, además puede albergar una gran variedad de fuentes luminosas.

<sup>5</sup>Obtenido de la pagina web de Schreder [http:// www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

Tipo de lámpara	Potencia máxima
<b>Sodio alta presión</b>	150 W
<b>Vapor de mercurio</b>	125 W
<b>Halogenuros metálicos</b>	150 W
<b>Halogenuros metálicos con quemador cerámico</b>	150 W
<b>Fluorescencia compacta</b>	42 W
<b>Inducción</b>	85 W

**Tabla 2.8 Tipo de lámparas para la luminaria Alura**

**Fuente:** [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

La luminaria Kio se caracteriza por sus materiales de excelente calidad mecánica. Está compuesta por una base y un capó de aluminio inyectado y por un protector de policarbonato o metacrilato.

En el interior del protector, un difusor opalino cubre la fuente luminosa y el reflector. Un eje metálico central sujeta la lámpara y permite el paso al cable de alimentación a la vez que mantiene la posición del difusor.

Tipo de lámpara	Potencia máxima
Sodio alta presión	150 W
Halogenuros metálicos con quemador cerámico	150 W
Halogenuros metálicos con quemador cerámico	70 W

Tabla 2.9 Tipo de lámparas para la luminaria Kio

Fuente: [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

### 2.4.3.2.3 Fotometría

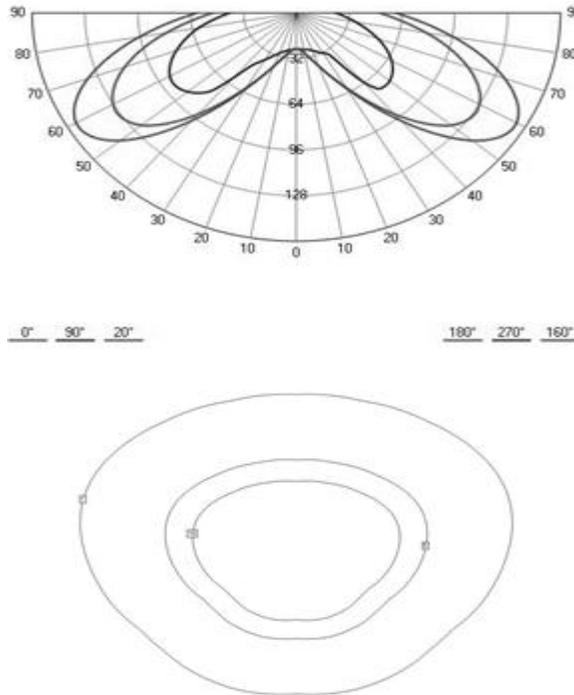
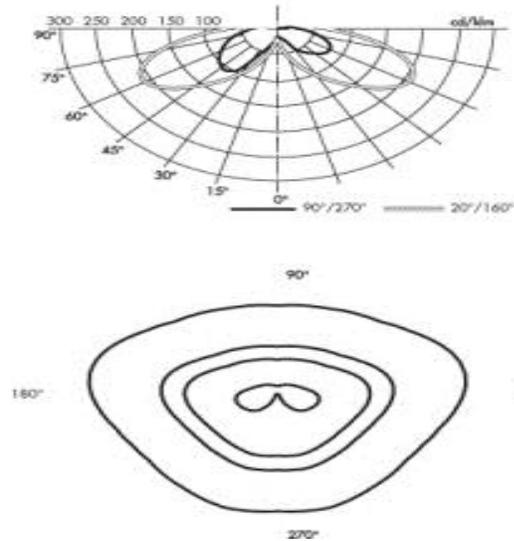


Fig. 2.14 Distribución Fotométrica para luminaria Alura

Fuente: [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)



**Fig. 2.15 Distribución Fotométrica para luminaria Kio**

**Fuente:** [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

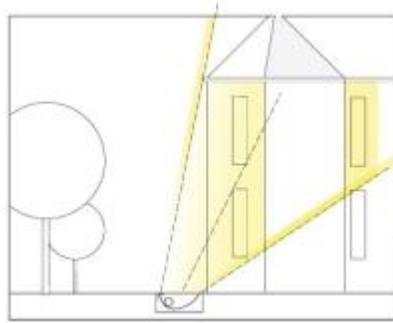
### 2.4.3.3 Iluminación Ornamental

Para la iluminación de las jardinerías y fachadas se escogió un tipo de luminaria empotrable en el piso denominada Terra Maxi de Schreder en un número también conocidas como up-light, con este tipo de luminaria se busca resaltar la fachada de la entrada principal así como también la iluminación de los arbustos de las jardinerías ya que se tiene una iluminación por reflexión además tiene buenas características técnicas para su instalación a la intemperie.



**Fig. 2.16 Luminaria Terra Maxi**

**Fuente:** [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)



**Fig. 2.17 Fotometría de luminaria Terra Maxi**

Fuente: [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

### 2.4.3.3.1 Características

Nombre	Terra Maxi
Potencia	35w
Voltaje	220v
Tipo lámpara	Halogenuros metálicos
Dimensiones	0.38x0.38x0.19
Flujo luminoso	3300lm
IP	67

**Tabla 2.10 Características de luminaria Terra Maxi**

Fuente: [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

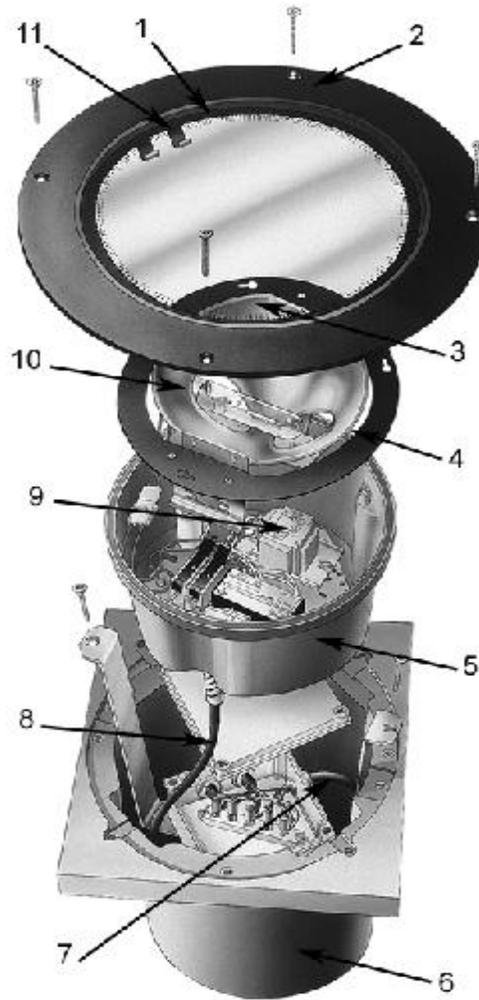
Tipo de lámpara	Potencia máxima
Sodio alta presión	150 W
Vapor de mercurio	125 W
Halogenuros metálicos con quemador cerámico	150 W
Halogenuros metálicos con quemador cerámico	35 W

**Tabla 2.11 Tipo de lámparas para la luminaria Terra Maxi**

Fuente: [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

**Materiales:**

1. Alto grado de hermeticidad (IP 67): Doble junta empotrada en el cuerpo y la tapa.
2. Marco de acero pintado.
3. Protector en vidrio endurecido de 19mm de grosor.
4. Bloque óptico: conexión con un sistema de enchufe y clavija.
5. Cuerpo de aleación de aluminio fundido.
6. Kit de instalación consistente en un marco de hormigón o hierro fundido, un tubo de encofrado y una caja de conexión eléctrica.
7. Terminal de tierra.
8. Cable de suministro.
9. Placa de auxiliares eléctricos desmontable.
10. Pueden incorporarse numerosos tipos de lámparas. Selección de varios reflectores.
11. Se accede a la lámpara liberando 4 cierres de acción rápida de acero inoxidable.



**Fig. 2.18 Materiales de luminaria Terra Maxi**

**Fuente:** [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

### 2.4.3.3.2 Ventajas

Este tipo de luminaria puede incorporar lámparas de hasta 150 W, tiene diversas aplicaciones de luz escénica: iluminación de fachadas, puentes, detalles arquitectónicos, árboles, etc.

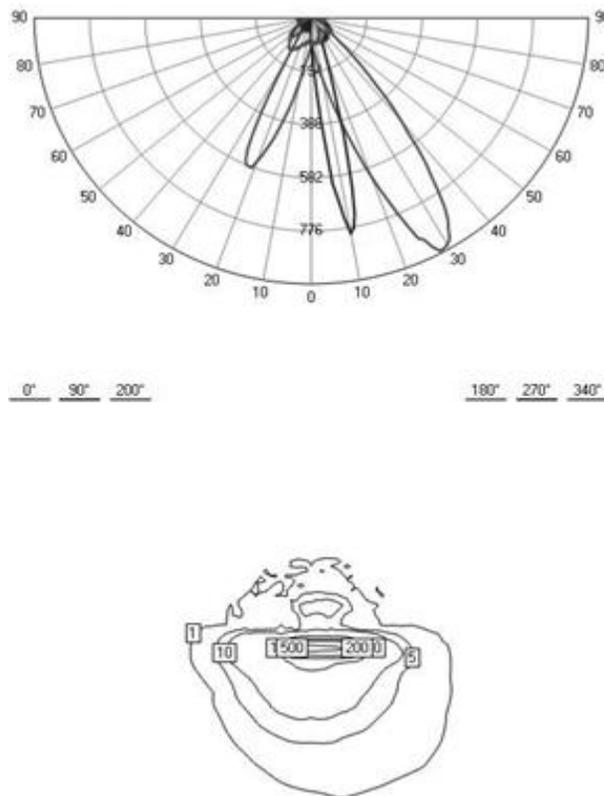
Los materiales están compuesto de una aleación de aluminio fundido con un marco de acero inoxidable aloja los auxiliares

eléctricos y el bloque óptico. El protector, fabricado con vidrio templado transparente de alta resistencia mecánica, puede soportar el paso de vehículos.

El grado de hermeticidad del IP 67 se mantiene a lo largo del tiempo y el proyector puede orientarse en cualquier dirección después de la instalación.

<sup>6</sup>Obtenido de la pagina web de Schreder <http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx>

### 2.4.3.3.3 Fotometría



**Fig. 2.19 Distribución Fotométrica para luminaria Terra Maxi**

**Fuente:** [www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx](http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx)

#### 2.4.3.4 Iluminación Interior

Para la iluminación de la Capilla Ardiente se prevee realizar con 5 dicroicos de la marca Havells Sylvania empotrables en el tumbado su diseño estético así como sus características son favorables para la iluminación con esto se consigue un nivel de iluminación entre 50- 100 luxes para bodegas y almacenes. Anexo (1)

Para la iluminación de la entrada principal y de la bodega se ha escogido el tipo de luminaria denominada EQUILIBRO de la marca Havells Sylvania que combina las ventajas de las lámparas fluorescentes compactas con un exclusivo sistema de reflector para ofrecer una solución de iluminación cómoda y original.



**Fig. 2.20 Luminaria Intro Mv para la capilla del cementerio de Paccha**

**Fuente:** <http://www.sylvania-fixtures.com>



**Fig. 2.21 Luminarias para iluminación de entrada del Cementerio de Paccha**

**Fuente:** <http://www.sylvania-fixtures.com>

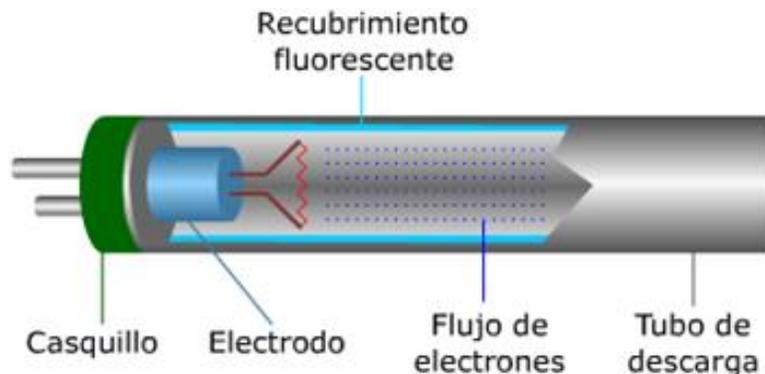
#### 2.4.3.4.1 Descripción Lámparas Halógenos y Fluorescentes

Las lámparas halógenas son las que se incorporan un gas halógeno para evitar la evaporación del filamento y se deposite en la ampolla. Presentan un mayor coste que las no halógenas, un mayor rendimiento y vida útil que éstas.

Las lámparas fluorescentes compactas se tratan de una lámpara de vapor de mercurio de baja presión contenida en un tubo de vidrio, revestido en su interior con un material fluorescente conocido como fósforo.

La radiación en el arco de la lámpara de vapor hace que el fósforo se torne fluorescente. La mayor parte de la radiación del arco es luz ultravioleta invisible, pero esta radiación se convierte en luz visible al excitar al fósforo.

Una lámpara fluorescente compacta puede brindar los mismos lúmenes que una bombilla incandescente a casi un cuarto de la demanda de potencia.



**Fig. 2.22 Lámpara fluorescente tubular**

**Fuente:** [http://www.aproi.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24](http://www.aproi.net/index.php?option=com_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24)

2.4.3.4.2 Características

Nombre	Intro MV
Potencia	50w
Voltaje	220v
Tipo lámpara	Halógena
IP	23

Tabla 2.12 Características de microicos Intro Mv

Fuente: <http://www.sylvania-fixtures.com>

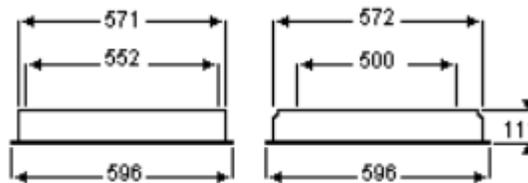


Fig. 2.23 Dimensiones luminaria Equilibrio

Fuente: <http://www.sylvania-fixtures.com>

Nombre	Equilibrio
Potencia	2x36w
Voltaje	120v
Tipo lámpara	Fluorescente compacta
IP	20

Tabla 2.13 Características de luminaria Equilibrio

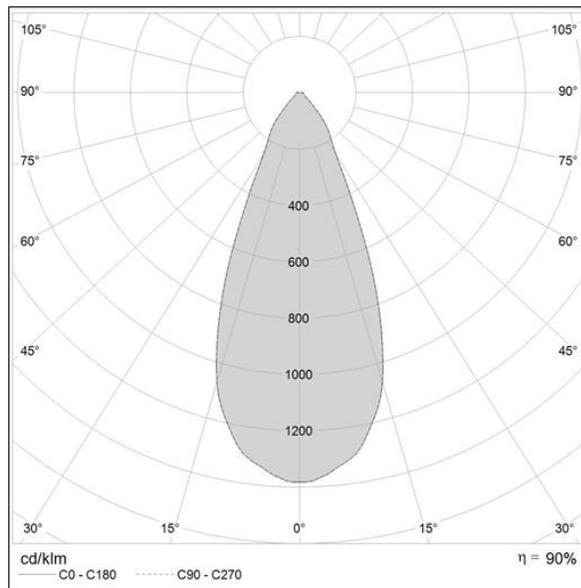
Fuente: <http://www.sylvania-fixtures.com>

### 2.4.3.4.3 Ventajas

La lámpara incandescente halógena tiene ventajas sobre las incandescentes no halógenas que tiene mayor rendimiento y además es de carácter decorativa con una luminaria adecuada.

Las lámparas compactas fluorescentes hoy en día han sido mejoradas lo cual hace que el consumo de energía sea reducido y su vida útil se prolongue además con la luminaria se tiene un buen aspecto decorativo para nuestros fines de utilización.

### 2.4.3.2.4 Fotometría



**Fig. 2.24 Distribución Fotométrica para luminaria Intro MV**

**Fuente:**

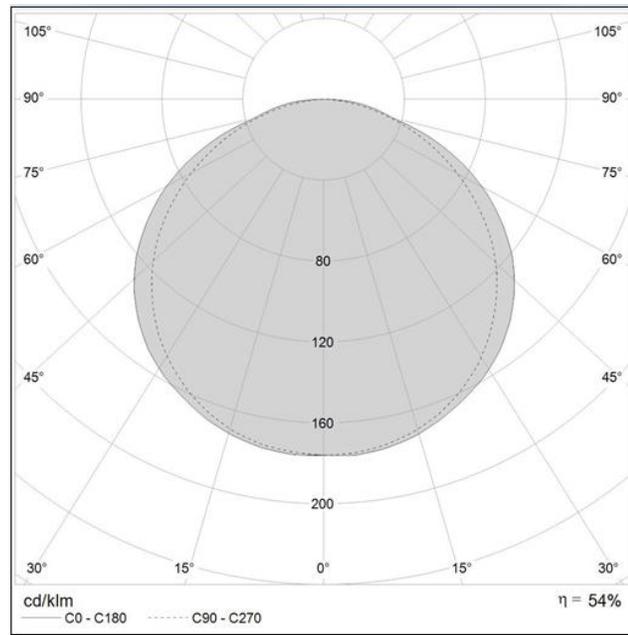


Fig. 2.25 Distribución Fotométrica para luminaria Equilibro

Fuente:

## 2.5 ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION A IMPLEMENTARSE.

### 2.5.1 Planeamiento

#### Estimativo preliminar de carga

En este apartado se determina la previsión necesaria de potencia de Fuerza y Alumbrado.

Alumbrado General

Alumbrado Localizado

Alumbrado Ornamental

Alumbrado Interior

Sistema de Fuerza.

**Disponibilidad y características de energía**

Se tiene un puesto de Transformación Monofásica Aérea de 25KVA con el código 19547 y este a su vez está conectado a la fase A, a un nivel de voltaje de 12.7kv del Alimentador 0722, en donde se tiene un nivel de tensión monofásico trifilar, es decir dos líneas activas (2 fases) y una línea no activa (neutro).

**Localización de equipos**

La localización de quipos se ha realizará de acuerdo a la simulación del software de iluminación y luego en el plano eléctrico.

**Requerimiento básico del proyecto**

El requerimiento básico del proyecto es dotar de un sistema de Iluminación y Fuerza de acuerdo a niveles recomendados en nuestro caso 50 luxes como mínimo.

**Preferencia de Equipos y Materiales**

Los equipos para nuestro proyecto es de las siguientes marcas preferentemente Schreder y Sylvania por sus características, técnicas, estéticas y constructivas.

**2.5.2 Diseño****2.5.2.1 Alcance del proyecto****Sistema de iluminación**

El sistema de iluminación contara con a niveles de tensión de 120 y 220 voltios los circuitos de alumbrado general estarán controlados por una fotocélula y un contactor respectivamente a partir del tablero de distribución y los demás circuitos se controlaran manualmente con interruptores termomagnéticos.

### **Sistema de Fuerza**

Dentro de este proyecto se contará con circuitos de fuerza debidamente distribuidos por todo el cementerio, y su control será mediante interruptores termomagnéticos desde el tablero de distribución, los tomacorrientes estarán en cajetines herméticos ya que están a la intemperie.

#### **2.5.2.2 Planos**

##### **Símbolos**

Los símbolos utilizados se encuentran expuestos en el plano eléctrico con su debida denominación.

##### **Rutas de acometidas baja tensión**

La acometida de baja tensión estará tomada del poste más cercano a la puerta que da hacia la calle secundaria y su ubicación se dibujará en el plano eléctrico.

##### **Cuadros de carga**

Los cuadros de carga se encontrarán detallados junto al plano eléctrico.

##### **Diagrama unifilar**

El diagrama unifilar se encontrará detallado en el plano eléctrico.

#### **2.5.2.3 Especificaciones**

Las siguientes especificaciones se adjuntarán como anexo a este proyecto:

Materiales y Equipos (ver Anexo 8)

Mano de obra (ver Anexo 9)

Presupuesto de materiales (ver Anexo 10)

Programación de obra (ver Anexo 11)

## CAPITULO 3

### DISEÑO LUMINOTÉCNICO

#### 3 SOFTWARE DIALUX

##### 3.1 INTRODUCCIÓN

Dialux es un programa gratuito creado por la empresa alemana Dial para planificación de iluminación, desde hace muchos años es líder a nivel internacional.

Este programa dispone de información técnica en catálogos de los aparatos de iluminación de las marcas más reconocidas, y continuamente se actualiza mediante un enlace con sus respectivas páginas web.

Mediante este programa se puede realizar un proyecto lo más próximo a la realidad y realizar cálculos de iluminación en proyectos de interiores o exteriores, para verificar los niveles de iluminación de acuerdo a las normas dispuestas para cada ambiente.

##### 3.2 GENERALIDADES

El programa Dialux cuenta con asistentes de planificación lumínica según los tipos de ambiente requerido, con diferentes tipos de luminarias, así como la visualización interactiva en 3D en el cual podemos simular la iluminación con diferentes luminarias.

A nuestro proyecto se puede añadir texturas y mobiliario realista por medio de arrastrar y soltar se insertan en el espacio con gran facilidad.

La función de los iconos de la barra de herramientas se puede visualizar con tan solo colocar el cursor en cada uno de ellos.

Otra de las ventajas de éste programa es que cuenta con el módulo de raytracing integrado que genera una impresión fotorrealista y se puede guardar como imágenes, además cuenta con un icono con cuya función se puede crear un video mediante un recorrido por todo el proyecto.

El procedimiento de cálculo nos da la evaluación energética y es útil para la justificación de los niveles óptimos de iluminación.

### **3.3 DISEÑO INTERIORES.**

#### **3.3.1 Creación del local interior.**

Para el diseño de interiores podemos realizar insertando un nuevo local o haciendo clic en “nuevo proyecto interior” en la cual por defecto del programa dialux nos da una escena en forma rectangular, en donde podemos modificar la geometría como sus dimensiones insertando puntos con click derecho hasta obtener un local de acuerdo a lo que deseamos (Fig. 3.1).

Otra de las formas de realizar un proyecto interior es importando un plano previamente realizado en Autocad, que nos servirá como plantilla para poder guiar y crear los diferentes ambientes (Fig. 3.2).

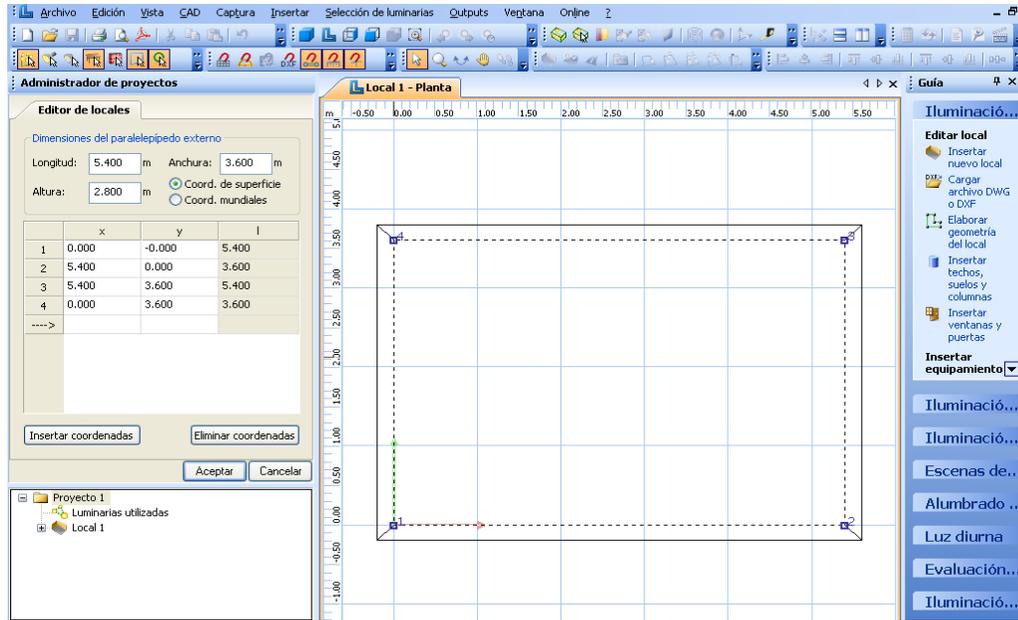


Figura 3.1 Creación del local interior

Fuente: El Autor

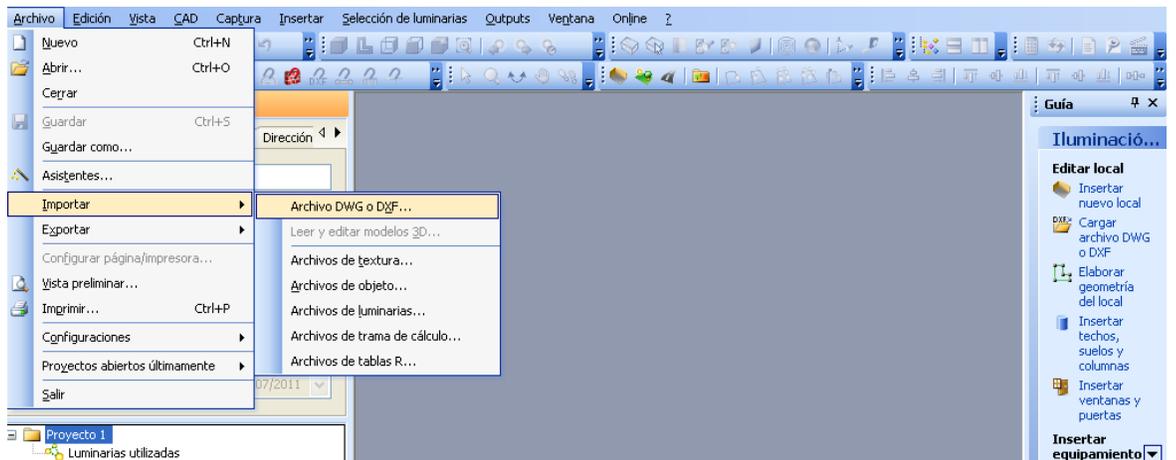


Figura 3.2 Importación de un archivo DWG

Fuente: El Autor

### 3.3.2 Implementación mobiliaria del local interior.

Una vez que tenemos la plantilla elaboramos la geometría del local, para en éste realizar el emplazamiento del mobiliario con tan solo arrastrar y soltar el objeto que requerimos en el espacio.

Se puede configurar colores, texturas como sus dimensiones con esto crear un ambiente aproximado a la realidad a iluminarse (Fig. 3.3).



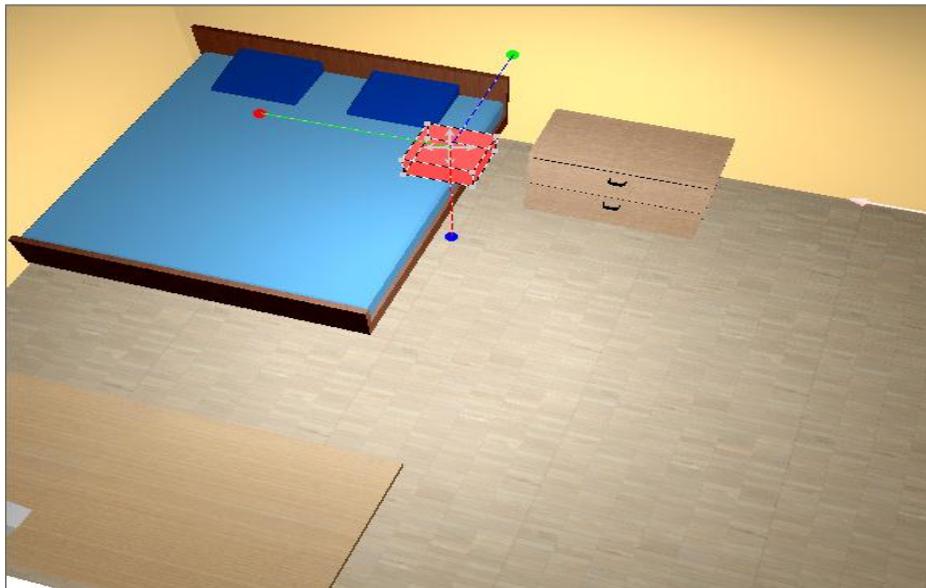
**Figura 3.3 Implementación mobiliaria del local interior**

**Fuente:** El Autor

### 3.3.3 Implementación lumínica para el local interior.

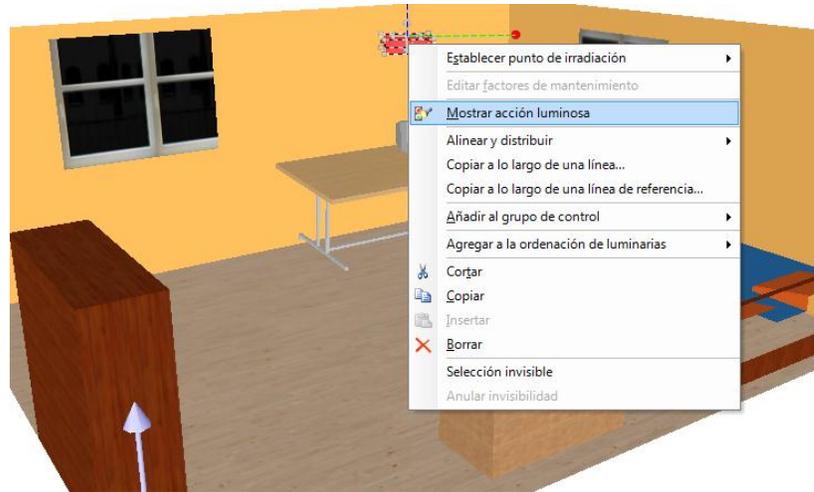
En este punto escogemos una luminaria adecuada al ambiente dentro de una gran variedad de catálogos de diferentes marcas que nos ofrece el programa, que en forma constante se actualiza mediante internet, una vez seleccionada la luminaria adecuada esta se añade a nuestro proyecto y la emplazamos en el lugar más adecuado(Fig. 3.4).

Una vez emplazada la luminaria hacemos clic derecho en “mostrar acción luminosa” para simular como ilumina el ambiente (Fig. 3.5), luego damos un clic en el icono de iniciar calculo para la evaluación energética y ver si cumple con las normas de iluminación requeridas, esto se hace después que se haya completado el cálculo ya sea en una forma estándar o en un cálculo exacto, colocando el puntero en todos los puntos necesarios para dar una calificación de que cumple con las normas de iluminación(Fig. 3.6).



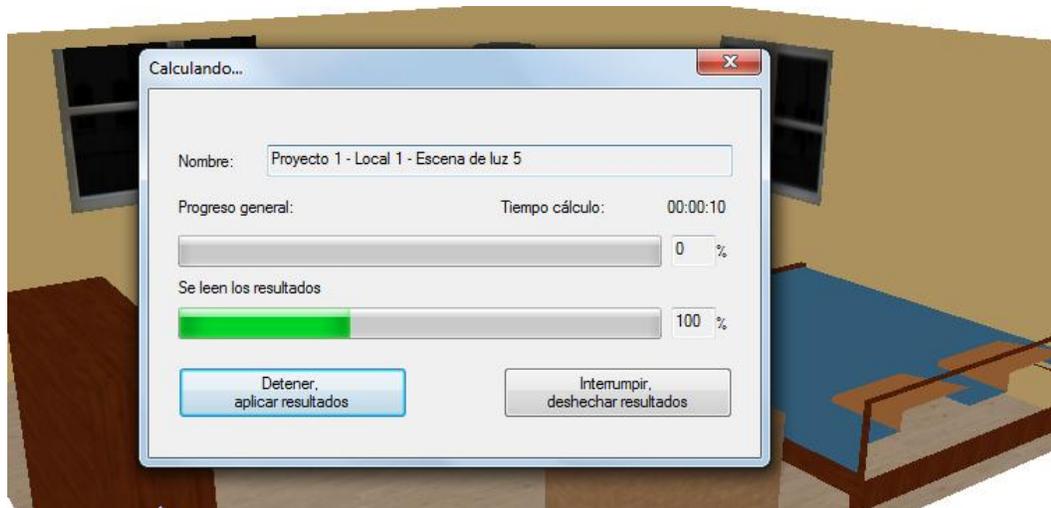
**Figura 3.4 Implementación Lumínica del local interior**

**Fuente:** El Autor



**Figura 3.5 Acción luminosa de luminaria**

**Fuente: El Autor**



**Figura 3.6 Calculo energético de local interior**

**Fuente: El Autor**

### 3.4 DISEÑO EXTERIORES.

#### 3.4.1 Creación del local exterior.

Una vez abierto el programa hacemos clic en proyecto exterior y luego en nueva escena exterior o de lo contrario se puede importar un archivo de autocad que nos servirá como plantilla para nuestro proyecto al igual que en proyecto interior (Fig. 3.7).

Una vez importado la plantilla creamos un elemento de suelo sobre el cual se realizará nuestro proyecto exterior y damos la geometría del local insertando los puntos necesarios con clic derecho (Fig. 3.8).

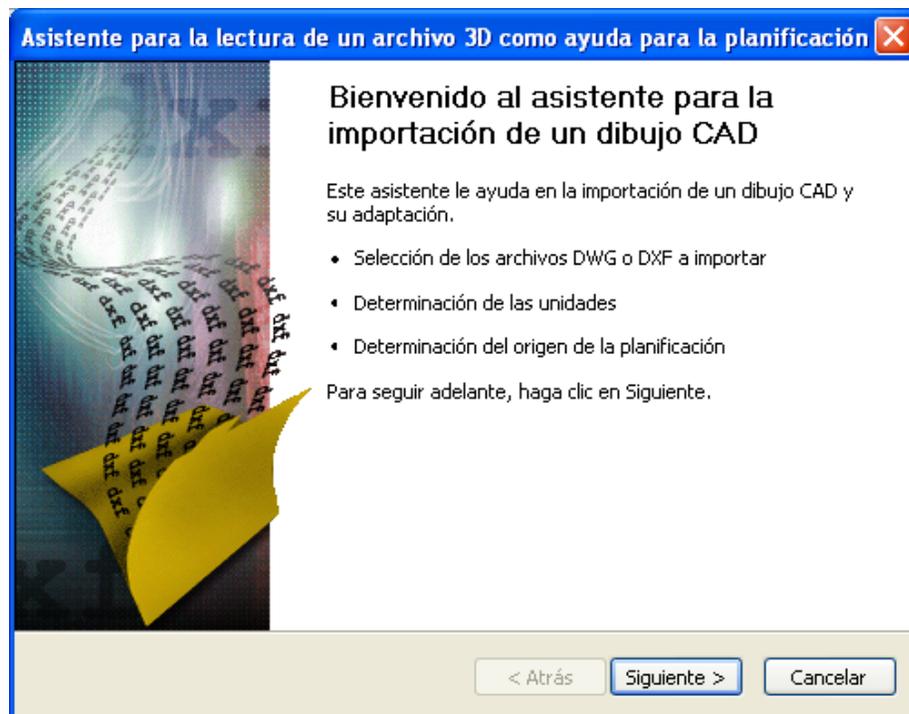
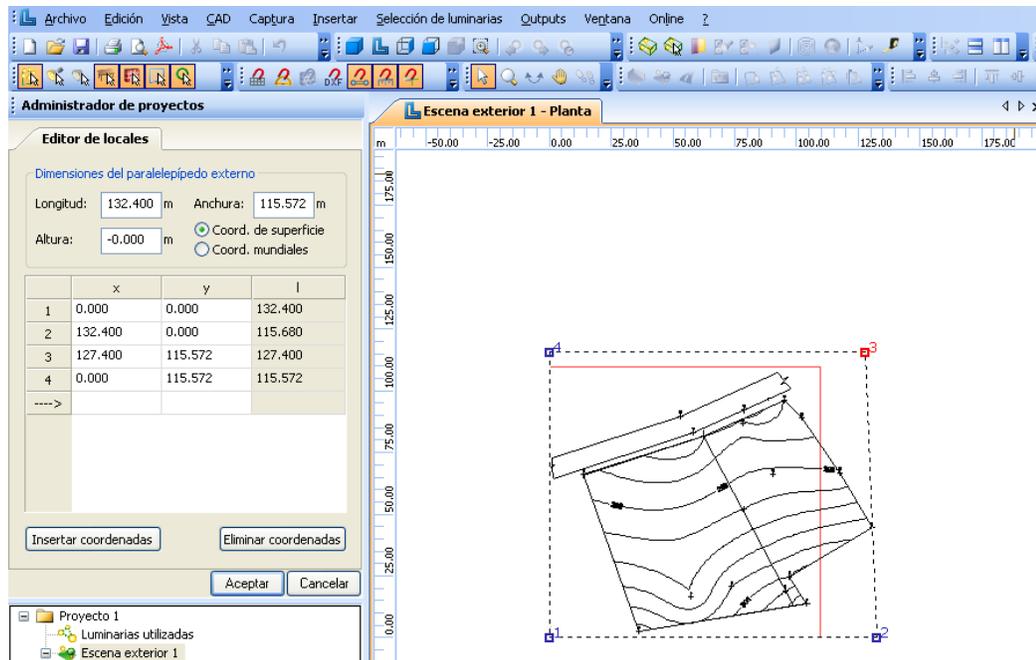


Figura 3.7 Importación de un plano desde Autocad

Fuente: El Autor



**Figura 3.8 Creación de elemento de suelo**

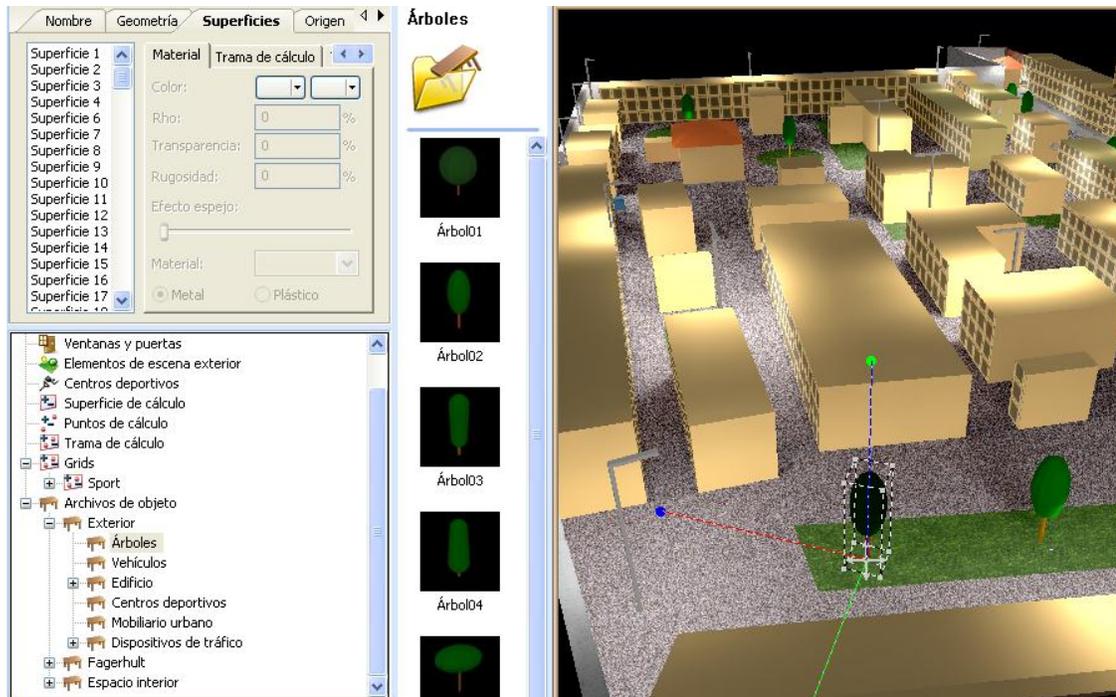
**Fuente:** El Autor

### 3.4.2 Implementación mobiliaria del local exterior.

En este punto insertamos todo el mobiliario que corresponda a una escena exterior a si como podemos configurar su geometría, dimensiones y sus respectivas texturas.

Aquí se puede insertar todos los detalles para dar una imagen real al ambiente como paredes, árboles, empedrados, personas, mobiliario urbano, etc. (Fig. 3.9).

Además se puede importar imágenes u objetos de nuestros archivos que se pueden usar como texturas.



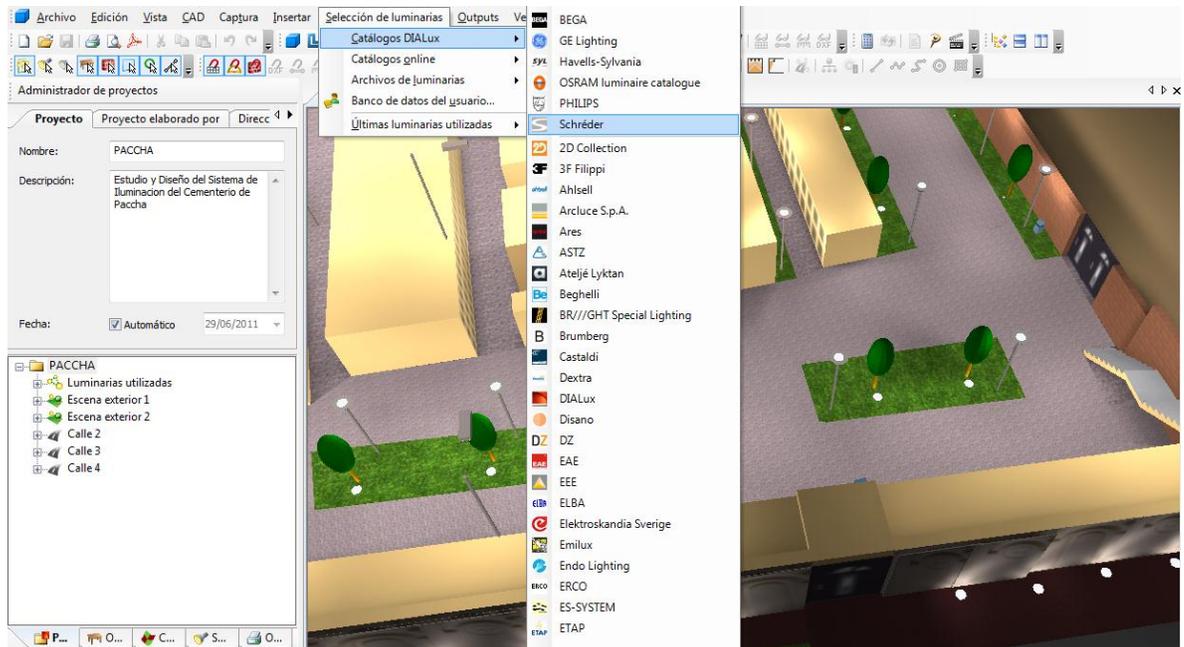
**Figura 3.9 Implementación mobiliaria de local exterior**

Fuente: El Autor

### 3.4.3 Implementación lumínica para el local exterior.

Una vez que se tiene implementado todo el local se procede a la selección de luminarias más adecuadas, que se añaden a nuestro proyecto y emplazamos en los lugares más convenientes según nuestros criterios y posterior verificación mediante la simulación.

Luego el programa nos da el cálculo lumínico en donde nosotros podemos revisar mediante el cursor en cada punto de la superficie iluminada, para verificar si cumple con los niveles requeridos de acuerdo al local planificado de lo contrario se añadirá otra disposición o escoger luminarias con mejores características técnicas hasta cumplir con dichas normas de iluminación(Fig. 3.10).



**Figura 3.10 Implementación lumínica de local exterior**

**Fuente:** El Autor

### 3.5 APLICACIÓN DEL SOFTWARE PARA EL DISEÑO.

#### 3.5.1 Levantamiento Planimétrico del Cementerio de Paccha.

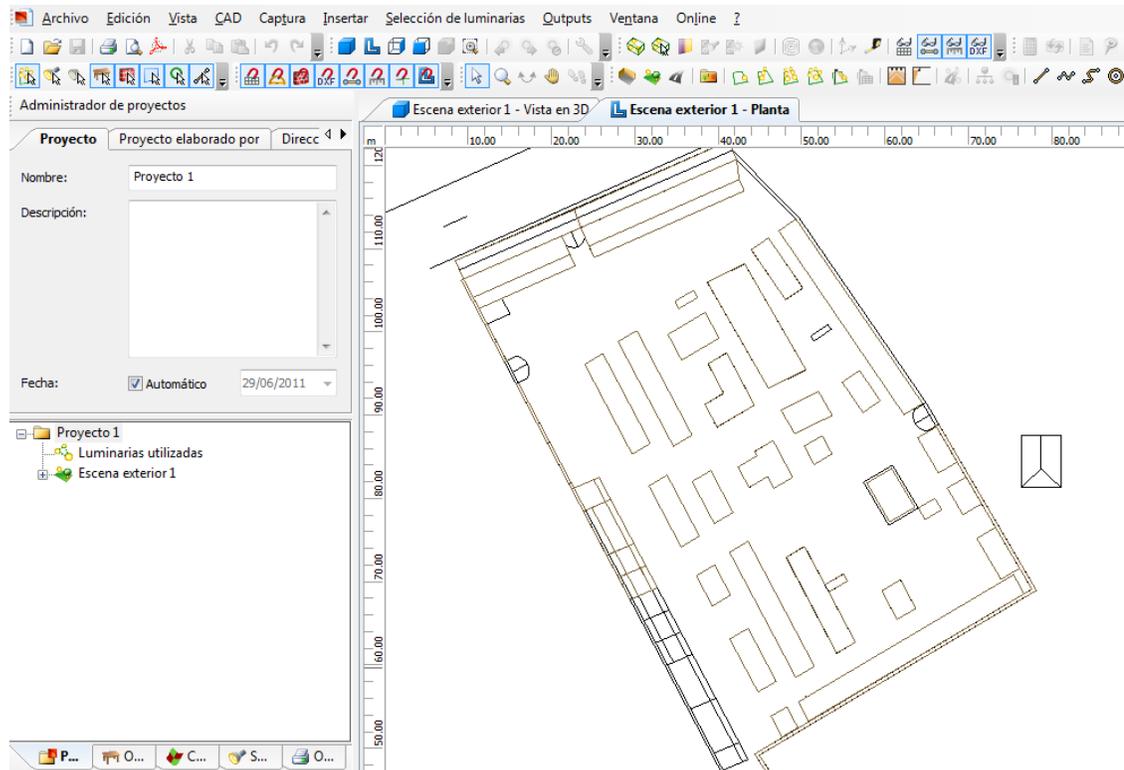
En primera instancia se procedió a la realización del levantamiento planimétrico del cementerio en el cual se midió su perímetro a si como son las áreas de obras civiles como los bloques de bóvedas, las gradas, los muros, la capilla ardiente como la bodega.

También se midió las aéreas verdes y las cominerías, el área de construcción del cementerio es de 2500m<sup>2</sup> de acuerdo a la información proporcionada por el técnico responsable de la Junta Parroquial de Paccha.

Una vez realizado el levantamiento planimétrico procedemos a dibujar en Autocad que nos servirá de plantilla para la planificación lumínica en el software Dialux (Fig. 3.11).

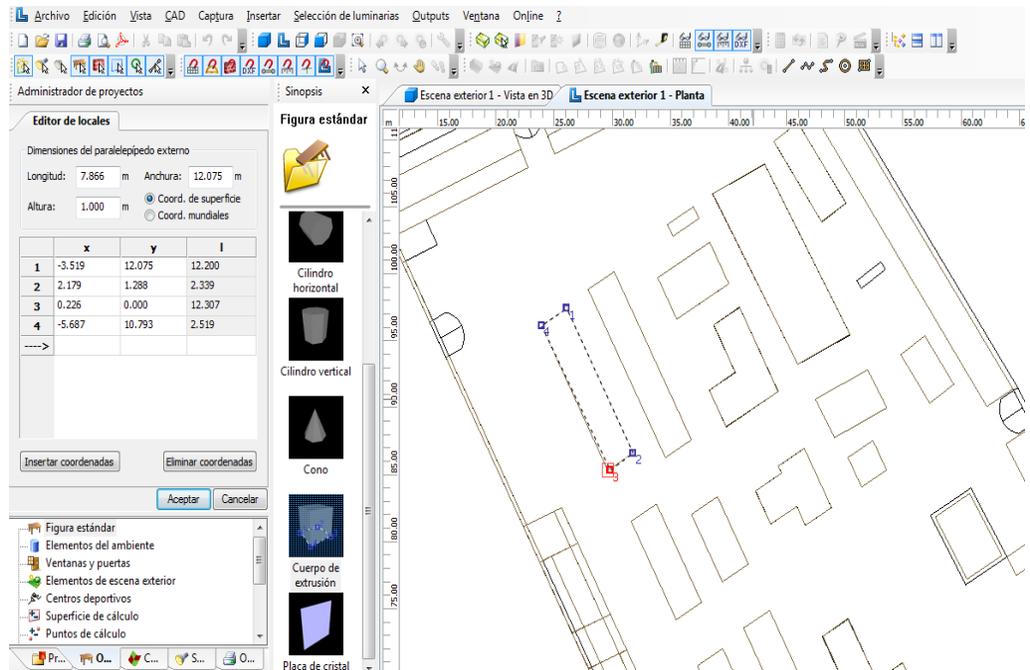
### 3.5.2 Creación del local del Cementerio de Paccha.

Para la creación del local importamos nuestra plantilla desde autocad y creamos en primer plano los bloques de bóvedas con sus respectivas dimensiones a si como las gradas, la capilla ardiente, la bodega y los muros mediante cuerpos de extrusión, para esto nos guiamos a través de la vista de planta (Fig. 3.12).



**Figura 3.11 Importación de plantilla del Cementerio de Paccha**

**Fuente:** El Autor



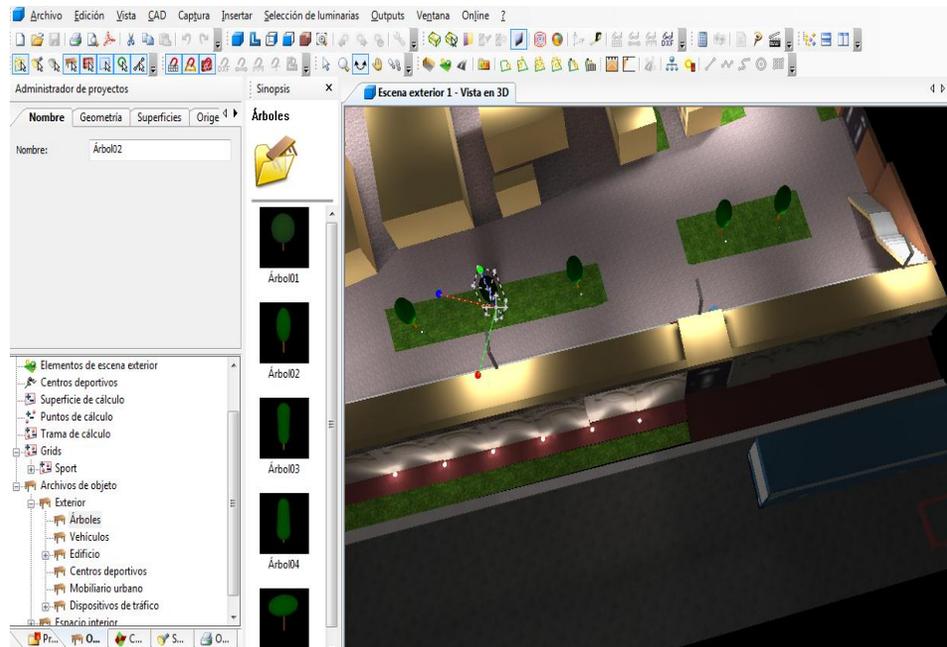
**Figura 3.12 Construcción de la obra civil del Cementerio de Paccha**

**Fuente:** El Autor

### 3.5.3 Implementación del local del cementerio de Paccha.

En este punto realizamos la implementación de todos los objetos como puertas, personas, mobiliario urbano, plantas, vehículos etc.

Una vez que se tiene todo el mobiliario damos las respectivas características como son dimensiones, colores, texturas, etc. (Fig. 3.13).



**Figura 3.13 implementación mobiliaria del Cementerio de Paccha**

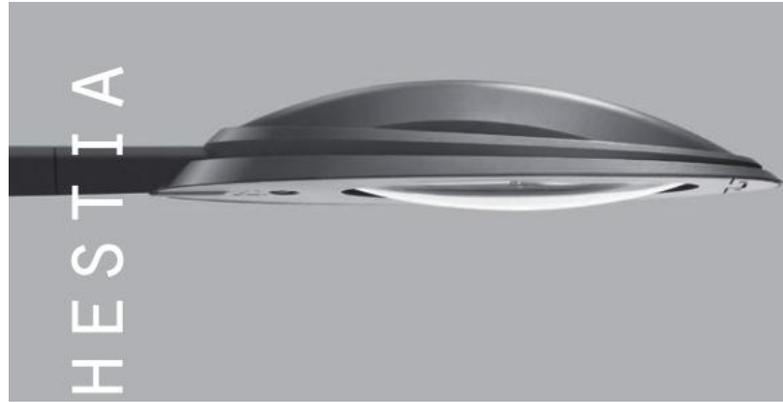
**Fuente:** El Autor

### 3.5.4 Implementación Lumínica del Cementerio de Paccha.

#### 3.5.4.1 Iluminación general del cementerio de Paccha.

Una vez que tenemos todos los detalles del cementerio procedemos a escoger el tipo de luminaria para la iluminación general, en primera instancia escogemos 12 luminaria Hestia Midi de 250w de un solo brazo así como 8 luminarias Hestia Mini de 150w y una luminaria Hestia Midi de doble brazo de 500w, todas de la marca Schreder.

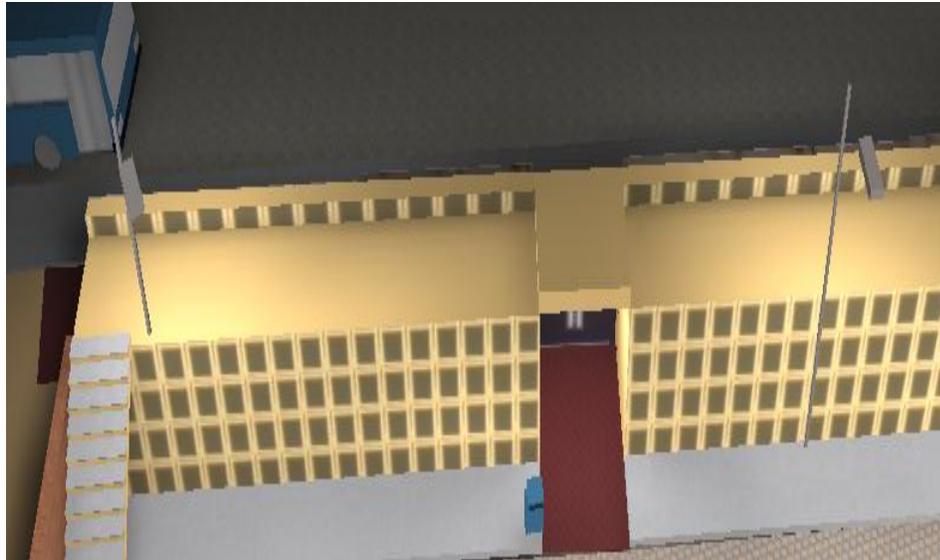
Este tipo de luminaria se la escogió por sus características técnicas así como por la constitución física para estar expuesta a la intemperie, su diseño estético que ayuda a mejorar la imagen del cementerio de Paccha. (Ver anexo 2)



**Figura 3.14 Luminaria Hestia**

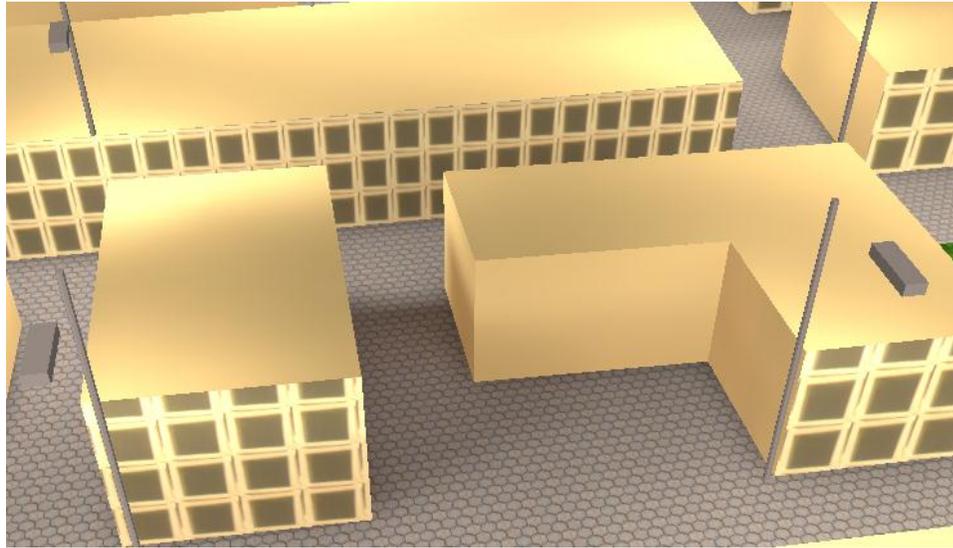
**Fuente:** Catálogos Schreder

Este tipo de iluminación estará dispuesta por el perímetro y centro del cementerio como se puede apreciar en las siguientes figuras.



**Figura 3.15 Implementación de luminarias Hestia Midi de 250w**

**Fuente:** El Autor



**Figura 3.16 Implementación de luminarias Hestia Mini de 150w**

**Fuente:** El Autor



**Figura 3.17 Implementación de luminaria Hestia Midi Doble de 500w**

**Fuente:** El Autor

### 3.5.4.2 Iluminación de cominerías del cementerio de Paccha.

Para la iluminación de cominerías escogemos siete luminarias del tipo farolas denominadas Alura Directa, así como también 11 luminarias del tipo farola denominada Kio de doble brazo de la marca Schreder.

Este tipo de luminaria se escogió de igual manera por sus características técnicas así como se tomo en cuenta la sugerencia de directivos de la Junta Parroquial por el diseño y que ésta proyecta hacia los visitantes del cementerio parroquial.



**Figura 3.18** Imagen de Luminarias para iluminación de cominerías del Cementerio de Paccha

**Fuente:** catálogo Schreder



**Figura 3.19** Imagen de Luminarias para iluminación de cominerías del Cementerio de Paccha

**Fuente:** catálogo Schreder



**Figura 3.20 Implementación de luminaria Alura de 150w**

**Fuente:** El Autor



**Figura 3.21 Implementación de luminaria Kio Doble**

**Fuente:** El Autor

Estas luminarias se colocaran a lo largo de las cominerías principales del cementerio.

### 3.5.4.3 Iluminación de jardinerías y fachadas.

Para la iluminación de las jardinerías y fachadas se escogió un tipo de luminaria empotrable en el piso denominada Terra Maxi de Schereder en un número de 31 también conocidas como uplight, con este tipo de luminaria se busca resaltar la fachada de la entrada principal así como también la iluminación de los arbustos de las jardinerías ya que se tiene una iluminación por reflexión además tiene buenas características técnicas para su instalación a la intemperie.



**Figura 3.22** Luminarias para iluminación de jardinerías del Cementerio de Paccha

**Fuente:** catálogo Schereder



**Figura 3.23** Implementación de luminaria Terra Maxi

**Fuente:** El Autor

#### 3.5.4.4 Iluminación de la Capilla Ardiente

Para la iluminación de la Capilla Ardiente se prevee realizar con 5 dicroicos de la marca Havells Sylvania empotrables en el tumbado su diseño estético así como sus características son favorables para la iluminación



**Figura 3.24** Luminarias para iluminación de la capilla del Cementerio de Paccha

Fuente: catálogo Havells Sylvania



**Figura 3.25** Implementación de Dicroicos en la Capilla

Fuente: El Autor

#### 3.5.4.5 Iluminación de la entrada principal y de la Bodega.

Para la iluminación de la entrada principal y de la bodega se ha escogido el tipo de luminaria denominada EQUILIBRO de la marca Havells Sylvania que combina las ventajas de las lámparas fluorescentes compactas con un exclusivo sistema de reflector para ofrecer una solución de iluminación cómoda y original.



**Figura 3.26** Luminarias para iluminación de entrada y bodega del Cementerio de Paccha

Fuente: catálogo Havells Sylvania



**Figura 3.27** Implementación de Luminaria Equilibrio en la entrada principal

Fuente: El Autor

### **3.6 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

Como resultado de la simulación del proyecto para la iluminación del Cementerio de Paccha se puede manifestar que el grado de iluminación para el local es el adecuado de acuerdo a la experimentación, que se requiere como mínimo 50 lúmenes, y de acuerdo a la simulación del proyecto se escogió luminarias para lograr esta cantidad de lúmenes como se puede visualizar a continuación en el mapa de distribución energética.

(Ver Anexo 14)

### **3.7 VIDEO DE SIMULACIÓN DEL PROYECTO.**

El video se añadirá en un disco como anexo a este proyecto. (Ver Anexo 13)

### 3.8 IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA A IMPLEMENTARSE.

El sistema a implementarse tiene puntos más positivos que negativos, para empezar la imagen del cementerio es otra o sea se mejora el impacto visual con la implementación de un sistema iluminación con luminarias de características técnicas mejoradas en la actualidad.

Con las luminarias escogidas para el proyecto se tendrá una mayor iluminación con menor potencia lo que contribuye al ahorro energético y a su vez reduce la posible contaminación derivada de la producción de energía.

Mediante la simulación se comprobó la cantidad de luz necesaria, ya que no debe ser ni poca ni mucha sino lo justo necesario, porque cuanto más intensa es la luz, más oscuros parecen los espacios menos iluminados y se provocaría deslumbramiento.

Para una buena iluminación se utilizo farolas horizontales que emiten toda su luz hacia el suelo, y para no afectar a las especies nocturnas los puntos de luz no deben estar muy altos en nuestro caso las luminarias tipo farola están a aproximadamente 3.5m de altura.

Para evitar la contaminación astronómica de los cielos se ha escogido luminarias cuyo haz luminoso es dirigido hacia abajo sin inclinaciones, ya que la luz que escapa es dispersada hacia el haz de los telescopios por moléculas o polvo y no se puede tener una observación astronómica adecuada.

Para evitar pérdidas de potencia por calor se ha tomado la determinación de usar lámparas de descarga de alta presión como son las de halogenuros metálicos porque tiene mejores características a comparación con otros tipos de lámparas, entre las que cuenta que tiene más horas de duración que están entre 16000 a 20000 y su flujo luminoso está entre 65 a 105 Lm/W

## **CAPITULO 4**

### **Diseño Eléctrico.**

#### **4 Demanda**

Es la potencia que consume la carga, medida por lo general en intervalos de tiempo, expresada en KW a un factor de potencia determinado.

El proyecto está ubicado en la parroquia Paccha, específicamente en el Cementerio General, en el cual se tiene un puesto de Transformación Monofásica Aérea de 25KVA con el código de unidad 19547 y este a su vez está conectado a la fase A de 12.7KV del Alimentador 0722.

Carga Instalada.- es la suma de las potencias nominales de los aparatos y equipos que se encuentran conectados en un área determinada de la instalación y se expresa en KVA o KW.

La potencia instalada en nuestro proyecto será:

Luminaria	Numero luminarias o tomacorrientes	Potencia unitaria (W)	Potencia Total(W)
Hestia Mini	8	150	1200
Hestia Midi	12	250	3000
Hestia Doble	1	500	500
Alud Alura	7	150	1050
Doble Kio	11	140	1540
Terra Maxi	31	35	1085
Dicroicos	5	50	250
Sylvania	2	86	172
Tomas	20	200	4000
			<b>12797</b>

**Tabla 4.1 Potencia instalada en el proyecto**

Fuente: El Autor

Estimativo preliminar de carga.- en este apartado de determina la previsión necesaria de potencia de Fuerza y Alumbrado.

Alumbrado	Fuerza	Potencia(W)
General		4700
Localizado		2590
Ornamental		1085
Interior		422
	Tomas	4000
		12797

**Tabla 4.2 Estimativo preliminar de carga**

Fuente: El Autor

Distribución de los circuitos de acuerdo al equipo de iluminación:

Numero de circuito	Luminaria	#luminaria	Potencia Unitaria(W)	Potencia Subtotal(W)	Tensión
1	Hestia Midi	6	250	250	220
2	Hestia Midi	6	250	250	220
3	Hestia Mini	8	150	150	220
4	H. Midi Doble	1	500	500	220
5	Alura	7	150	150	220
6	Kio doble	11	140	140	220
7	Terra Maxi	31	35	35	220
8	Dicroico	5	50	220	220
9	Equilibrio	2	86	120	120

**Tabla 4.3 Equipos del sistema de iluminación**

Fuente: El Autor

## 4.1 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA.

### 4.1.1 Demanda máxima

Es la máxima demanda que se tiene en una instalación o en un sistema durante un periodo de tiempo especificado, por lo general en horas.

Para la determinación de la Demanda Máxima se tomará como factor de la demanda de iluminación 0.9 y para los circuitos de fuerza de 0.35

$D_{max}$  = Demanda máxima.

$D_{max} = \text{factordemanda} * \text{Pot. Instalada}$

Numero de Circuito	Carga Instalada(W)	Factor Demanda	Demanda Máxima	Intensidad Nominal(A)
C1	1500	0,9	1350	6,13636364
C2	1500	0,9	1350	6,13636364
C3	1200	0,9	1080	4,90909091
C4	500	0,9	450	2,04545455
C5	1050	0,9	945	4,29545455
C6	1540	0,9	1386	6,3
C7	1085	0,9	976,5	4,43863636
C8	250	0,9	225	1,875
C9	172	0,9	154,8	1,29
C10	2000	0,35	700	5,83333333
C11	2000	0,35	700	5,83333333
	<b>12797</b>		<b>9317,3</b>	

**Tabla 4.4 Demanda Máxima**

**Fuente:** El Autor

## 4.2 DISEÑO DE LA ACOMETIDA.

### 4.2.1 Acometida

Se define a los conductores que se extienden desde las redes de las empresas suministradoras hasta el medio general de desconexión interior

El conductor de la acometida deberá tener la suficiente capacidad portadora de corriente para manejar la carga y deberá ser aislado para la tensión de servicio.

### 4.2.3 Acometida Aérea

Se componen de los conductores que van desde el último poste u otro poste aéreo, incluyendo los empalmes si los hay hasta el punto donde estos conductores entren a la canalización de la edificación.

### 4.2.3 Acometida Subterránea

La componen los conductores subterráneos entre la calle o transformador y el primer punto de conexión con los conductores de entrada de acometida en una caja de equipo de medida u otro gabinete dentro o fuera del inmueble.

### 4.2.4 Calculo de la acometida:

Factor de coincidencia 0.9

Demanda máxima (Dmax)

La Potencia Total Simultánea sería:

$$Pot. Tot. Simult = Dmax * 0.9 = 9317,3 * 0.9 = 8.385,7w$$

$$I = \frac{8385.57}{220} = 38.11 \Rightarrow 6AWG$$

El conductor # 6 AWG se escoge para la acometida de acuerdo al catalogo de conductores eléctricos de ELECTROCABLES, cuya capacidad de conducción en conduit, bandeja o cable directamente enterrado a una temperatura ambiente de 30° C es de 75A y al aire libre a una temperatura de 30°C de 105 A , el conductor es del tipo THHN.

(Ver Anexo 5)

Características del conductor tipo THHN:

**Aislante:** Cloruro de polivinilo (PVC) de 90°C (194°F) resistente a la humedad, no propaga la llama.

**Chaqueta:** Nylon cristal deslizante y resistente a aceites, gasolina y químicos.

**Aplicaciones:** En sistemas de alumbrado eléctrico, en edificaciones industriales, conexiones de tableros de control donde el voltaje no sea mayor a 600v, ambientes

secos y a una temperatura máxima de servicio de 90°C. La cubierta de Nylon es resistente a la abrasión y facilita a la introducción en ductos, tienen alta resistencia a los ácidos, álcalis, agentes químicos, aceites, gasolina, grasa y llamas.

En nuestro caso la acometida es aérea hasta el equipo de medición que lo instala la empresa suministradora de energía y a partir de ésta la acometida será subterránea hasta los tableros de distribución por medio de una tubería de PVC de una pulgada.

### 4.3 DETERMINACIÓN DE CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN.

Para el cálculo de los circuitos de iluminación se prevee una protección de 16A, 10A, a un voltaje de 220v y 120v con un factor de potencia de 1 además se considera un 25% adicional por crecimiento futuro (1.25). La sección del conductor se identifica en la Tabla de Conductores de Cobre de Electrocables. (Anexo5)

Según el Índice de Instrucciones Técnicas Complementarias para Baja Tensión (ITC-BT 19) establece la caída de tensión máxima debe menor al 3% del voltaje nominal para las instalaciones de alumbrado. (Anexo 4)

En nuestro caso es de 220v y la caída de tensión máxima sería 6,6(3%) voltios, y para 120v sería 3,3 voltios, además se utilizará el conductor número 12 y 14 AWG según la carga del circuito para esto se tiene que la sección es 3.31mm<sup>2</sup> y 2.08mm<sup>2</sup> respectivamente.

Para los receptores de alumbrado solo se comprobará la caída de tensión del receptor más desfavorable es decir, la del más alejado del tablero de protección.

$$e = \frac{2PL}{CVS}$$

$e$  = Caída de tensión en voltios.

$P$  = Potencia en vatios.

$L$  = Longitud en metros.

C= Coeficiente de conductividad del cobre.

V= Tensión en voltios.

S= sección del conductor en  $\text{mm}^2$

### 4.3.1 Circuito de iluminación 1(C.I.1)

En primera instancia calcularemos el circuito **(C.I.1)** el cual consta de las 6 luminarias Hestia Midi individual de 250w de halogenuros metálicos, cada una separada a una distancia aproximada de 10m y a una altura de 7 metros.

Para circuitos derivados de 16A a 220v la capacidad en watts es 3520w.

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{\text{carga total en watts}}{\text{Capacidad(circuito en watts)}}$$

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{1500 \text{ w} * 1,25}{3520 \text{ w}} = 0,53 \approx 1$$

Numero de lámparas por circuito es:

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{\text{capacidad cada cto. en watts}}{\text{watts por lampara}}$$

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{3520\text{w}}{250\text{w}} = 14 \text{ lamparas}$$

Como verificación se puede hacer:

$$\text{corriente por lampara} = \frac{250\text{w}}{220\text{v}} = 1,13 \text{ A}$$

$$\text{Num. de lamparas/circuito} = \frac{\text{corriente por cto.}}{\text{corriente/lampara}} = \frac{16}{1,13} = 14,15 \approx 14$$

Calculo de la caída de tensión para el circuito **C.I.1** se toma como punto inicial la capilla en donde estará ubicado el Tablero de Control General hasta la luminaria más alejada.

$$e = \frac{2PL}{CVS} = \frac{2 * 250 \text{ w} * 70\text{m}}{56 * 220 \text{ v} * 3,31\text{mm}^2} = 0,85\text{v}$$

La caída de tensión para este circuito es de 0,85v por lo cual se justifica ya que es menor a los 6,6v que tenemos como máximo, en porcentaje representaría 0,38%

### 4.3.2 Circuito de iluminación 2 (C.I.2)

De igual manera el circuito de iluminación 2 (C.I.2) se calcula para el otro grupo de luminarias de las mismas características que el circuito de iluminación 1 el cual consta de las 6 luminarias Hestia Midi individual de 250w de halogenuros metálicos, cada una separada a una distancia aproximada de 10m y a una altura de 7 metros.

Para circuitos derivados de 16A a 220v la capacidad en watts es 3520w.

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{\text{carga total en watts}}{\text{Capacidad(circuito en watts)}}$$

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{1500 \text{ w} * 1,25}{3520 \text{ w}} = 0,53 \approx 1$$

Numero de lámparas por circuito es:

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{\text{capacidad cada cto. en watts}}{\text{watts por lampara}}$$

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{3520\text{w}}{250\text{w}} = 14 \text{ lamparas}$$

Como verificación se puede hacer:

$$\text{corriente por lampara} = \frac{250\text{w}}{220\text{v}} = 1,13 \text{ A}$$

$$\text{Num. de lamparas/circuito} = \frac{\text{corriente por cto.}}{\text{corriente/lampara}} = \frac{16}{1.13} = 14,15 \approx 14$$

Calculo de la caída de tensión para el circuito C.I.1 se toma como punto inicial la capilla en donde estará ubicado el Tablero de Control General hasta la luminaria más alejada.

$$e = \frac{2PL}{CVS} = \frac{2 * 250 \text{ w} * 75 \text{ m}}{56 * 220 \text{ v} * 2,08 \text{ mm}^2} = 0,91 \text{ v}$$

La caída de tensión para este circuito es de 0,91v por lo cual se justifica ya que es menor a los 6,6v que tenemos como máximo, en porcentaje representaría 0,41%

### 4.3.3 Circuito de iluminación 3(C.I.3)

El circuito de iluminación 3 (C.I.3) consta 8 luminarias Hestia Mini de 150w de halogenuros metálicos, cada una separada a una distancia aproximada de 10m y a una altura de 7 metros.

Para circuitos derivados de 16A a 220v la capacidad en watts es 3520w.

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{\text{carga total en watts}}{\text{Capacidad(circuito en watts)}}$$

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{1200 \text{ w} * 1,25}{3520 \text{ w}} = 0,42 \approx 1$$

Numero de lámparas por circuito es:

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{\text{capacidad cada cto. en watts}}{\text{watts por lampara}}$$

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{3520\text{w}}{150\text{w}} = 23,46 \approx 23 \text{ lamparas}$$

Como verificación se puede hacer:

$$\text{corriente por lampara} = \frac{150\text{w}}{220\text{v}} = 0,68 \text{ A}$$

$$\text{Num. de lamparas/circuito} = \frac{\text{corriente por cto.}}{\text{corriente/lampara}} = \frac{16}{0,68} = 23,52 \approx 23$$

Calculo de la caída de tensión para el **C.I.3** se toma como punto inicial la capilla en donde estará ubicado en Tablero de Control General hasta la luminaria más alejada.

$$e = \frac{2PL}{CVS}$$

$$e = \frac{2PL}{CVS} = \frac{2 * 150 \text{ w} * 85 \text{ m}}{56 * 220 \text{ v} * 3,31 \text{ mm}^2} = 0,62 \text{ v}$$

La caída de tensión para este circuito es de 0,62v por lo cual se justifica ya que es menor a los 6,6v que tenemos como máximo, en porcentaje representaría 0,28%

#### 4.3.4 Circuito de iluminación 4(C.I.4)

El circuito (C.I.4) para la luminaria Hestia Midi de doble brazo de 500w de halogenuros metálicos, a una altura de 7 metros.

Para circuitos derivados de 16A a 220v la capacidad en watts es 3520w.

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{\text{carga total en watts}}{\text{Capacidad(circuito en watts)}}$$

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{500 \text{ w} * 1.25}{3520 \text{ w}} = 0,17 \approx 1$$

Numero de lámparas por circuito es:

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{\text{capacidad cada cto. en watts}}{\text{watts por lampara}}$$

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{3520\text{w}}{500\text{w}} = 7,04 \approx 7 \text{ lamparas}$$

Como verificación se puede hacer:

$$\text{corriente por lampara} = \frac{500\text{w}}{220\text{v}} = 2,27 \text{ A}$$

$$\text{Num. de lamparas/circuito} = \frac{\text{corriente por cto.}}{\text{corriente/lampara}} = \frac{16}{2,27} = 5,72 \approx 5$$

Calculo de la caída de tensión para el **C.I.4** se toma como punto inicial la capilla en donde estará ubicado en Tablero de Control General hasta la luminaria más alejada.

$$e = \frac{2PL}{CVS}$$

$$e = \frac{2PL}{CVS} = \frac{2 * 500 \text{ w} * 30 \text{ m}}{56 * 220 \text{ v} * 3,31 \text{ mm}^2} = 0,73 \text{ v}$$

La caída de tensión para este circuito es de 0,73v por lo cual se justifica ya que es menor a los 6,6v que tenemos como máximo, en porcentaje representaría 0,33%

### 4.3.5 Circuito de iluminación 5(C.I.5)

Para las 7 luminarias Alud Alura Directa individual de 150w de halogenuros metálicos, cada una separada a una distancia aproximada de 10m y a una altura de 3,5 metros.

Para circuitos derivados de 16A a 220v la capacidad en watts es 3520w.

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{\text{carga total en watts}}{\text{Capacidad(circuito en watts)}}$$

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{1050 \text{ w} * 1,25}{3520 \text{ w}} = 0,37 \approx 1$$

Numero de lámparas por circuito es:

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{\text{capacidad cada cto. en watts}}{\text{watts por lampara}}$$

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{3520\text{w}}{150\text{w}} = 23,46 \approx 23 \text{ lamparas}$$

Como verificación se puede hacer:

$$\text{corriente por lampara} = \frac{150\text{w}}{220\text{v}} = 0,68 \text{ A}$$

$$\text{Num. de lamparas/circuito} = \frac{\text{corriente por cto.}}{\text{corriente/lampara}} = \frac{16}{0,68} = 23,52 \approx 23$$

Caculo de la caída de tensión para el **C.I.4** se toma como punto inicial la capilla en donde estará ubicado en Tablero de Control General hasta la luminaria más alejada.

$$e = \frac{2PL}{CVS}$$

$$e = \frac{2PL}{CVS} = \frac{2 * 150 \text{ w} * 65 \text{ m}}{56 * 220 \text{ v} * 3,31 \text{ mm}^2} = 0,47 \text{ v}$$

La caída de tensión para este circuito es de 0,47v por lo cual se justifica ya que es menor a los 6,6v que tenemos como máximo, en porcentaje representaría 0,21%

### 4.3.6 Circuito de iluminación 6(C.I.6)

De igual manera calcularemos el circuito de iluminación (C.I.6) para las 11 luminarias Kio de doble Brazo de 140w de halogenuros metálicos, cada una separada a una distancia aproximada de 10m y a una altura de 3,5 metros.

Para circuitos derivados de 16A a 220v la capacidad en watts es 3520w.

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{\text{carga total en watts}}{\text{Capacidad(circuito en watts)}}$$

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{1540 \text{ w} * 1,25}{3520 \text{ w}} = 0,54 \approx 1$$

Numero de lámparas por circuito es:

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{\text{capacidad cada cto. en watts}}{\text{watts por lampara}}$$

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{3520\text{w}}{140\text{w}} = 25,14 \approx 25 \text{ lamparas}$$

Como verificación se puede hacer:

$$\text{corriente por lampara} = \frac{140\text{w}}{220\text{v}} = 0,63 \text{ A}$$

$$\text{Num. de lamparas/circuito} = \frac{\text{corriente por cto.}}{\text{corriente/lampara}} = \frac{16 \text{ A}}{0,63 \text{ A}} = 25,3 \approx 25$$

Calculo de la caída de tensión para el **C.I.6** se toma como punto inicial la capilla en donde estará ubicado en Tablero de Control General hasta la luminaria más alejada.

$$e = \frac{2PL}{CVS}$$

$$e = \frac{2PL}{CVS} = \frac{2 * 140 \text{ w} * 70 \text{ m}}{56 * 220 \text{ v} * 3,31 \text{ mm}^2} = 0,48 \text{ v}$$

La caída de tensión para este circuito es de 0,48v por lo cual se justifica ya que es menor a los 6,6v que tenemos como máximo, en porcentaje representaría 0,21%

### 4.3.7 Circuito de iluminación 7(C.I.7)

El circuito (C.I.7) para las 31 luminarias Terra Maxi empotrables en el suelo de 35w cada uno de halogenuros metálicos.

Para circuitos derivados de 16A a 220v la capacidad en watts es 3520w.

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{\text{carga total en watts}}{\text{Capacidad(circuito en watts)}}$$

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{1085 \text{ w} * 1.25}{3520 \text{ w}} = 0,38 \approx 1$$

Numero de lámparas por circuito es:

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{\text{capacidad cada cto. en watts}}{\text{watts por lampara}}$$

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{3520\text{w}}{35\text{w}} = 100,5 \approx 100\text{lampara s}$$

Como verificación se puede hacer:

$$\text{corriente por lampara} = \frac{35\text{w}}{220\text{v}} = 0,15 \text{ A}$$

$$\text{Num. de lamparas/circuito} = \frac{\text{corriente por cto.}}{\text{corriente/lampara}} = \frac{16 \text{ A}}{0,15 \text{ A}} = 106,66 \approx 106$$

Calculo de la caída de tensión para el **C.I.7** se toma como punto inicial la capilla en donde estará ubicado en Tablero de Control General hasta la luminaria más alejada.

$$e = \frac{2PL}{CVS}$$

$$e = \frac{2PL}{CVS} = \frac{2 * 35 \text{ w} * 100 \text{ m}}{56 * 220 \text{ v} * 3,31 \text{ mm}^2} = 0,17 \text{ v}$$

La caída de tensión para este circuito es de 0,17v por lo cual se justifica ya que es menor a los 6,6v que tenemos como máximo, en porcentaje representaría 0,07%.

### 4.3.8 Circuito de iluminación 8(C.I.8)

De igual manera calcularemos el circuito (C.I.8) para los 5 dióicos de la capilla de 50w cada una.

Para circuitos derivados de 10A a 220v la capacidad en watts es 2200w.

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{\text{carga total en watts}}{\text{Capacidad(circuito en watts)}}$$

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{250 \text{ w} * 1,25}{2200 \text{ w}} = 0,14 \approx 1$$

Numero de lámparas por circuito es:

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{\text{capacidad cada cto. en watts}}{\text{watts por lampara}}$$

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{2200\text{w}}{50\text{w}} = 44 \text{ lamparas}$$

Como verificación se puede hacer:

$$\text{corriente por lampara} = \frac{50\text{w}}{220\text{v}} = 0,22 \text{ A}$$

$$\text{Num. de lamparas/circuito} = \frac{\text{corriente por cto.}}{\text{corriente/lampara}} = \frac{10 \text{ A}}{0,22 \text{ A}} = 45,45 \approx 45$$

Calculo de la caída de tensión para el **C.I.8** se toma como punto inicial la capilla en donde estará ubicado en Tablero de Control General hasta la luminaria más alejada.

$$e = \frac{2PL}{CVS}$$

$$e = \frac{2PL}{CVS} = \frac{2 * 50 \text{ w} * 10 \text{ m}}{56 * 220 \text{ v} * 2,08 \text{ mm}^2} = 0,03 \text{ v}$$

La caída de tensión para este circuito es de 0,03v por lo cual se justifica ya que es menor a los 6,6v que tenemos como máximo, en porcentaje representaría 0,01%.

### 4.3.9 Circuito de iluminación 9(C.I.9).

Ahora se realiza el cálculo para las luminarias de la entrada principal así como de la bodega, cuya potencia es de 86w cada una

Para circuitos derivados de 10A a 120v la capacidad en watts es 1200w.

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{\text{carga total en watts}}{\text{Capacidad(circuito en watts)}}$$

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{86w * 1,25}{1200 w} = 0,08 \approx 1$$

Numero de lámparas por circuito es:

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{\text{capacidad cada cto. en watts}}{\text{watts por lampara}}$$

$$\text{Num. ctos derivados} = \frac{1200w}{86w} = 13,95 \approx 13 \text{ lamparas}$$

Como verificación se puede hacer:

$$\text{corriente por lampara} = \frac{86w}{120v} = 0,71A$$

$$\text{Num. de lamparas/circuito} = \frac{\text{corriente por cto.}}{\text{corriente/lampara}} = \frac{10A}{0,71A} = 14,08 \approx 14$$

Calculo de la caída de tensión para el **C.I.9** se toma como punto inicial la capilla en donde estará ubicado en Tablero de Control General hasta la luminaria más alejada.

$$e = \frac{2PL}{CVS}$$

$$e = \frac{2PL}{CVS} = \frac{2 * 86w * 85m}{56 * 120v * 2,08mm^2} = 1,04v$$

La caída de tensión para este circuito es de 1,04v por lo cual se justifica ya que es menor a los 3,6v que tenemos como máximo, en porcentaje representaría 0,47%.

#### 4.4 DETERMINACIÓN DE CIRCUITOS DE FUERZA.

Para el cálculo de los circuitos de Fuerza se prevee realizar dos circuitos con una protección de 32A a un voltaje de 120v con un factor de potencia de 1 además se considera un 25% adicional por crecimiento futuro.

Calcularemos el circuito de tomacorrientes (**C.T.1**) se considera una potencia de 200w por tomacorriente, cada una separada a una distancia aproximada de 10m y a una altura de 0.4m del piso terminado.

Para circuitos derivados de 32A a 120v la capacidad en watts es 3840w.

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{\text{carga total en watts}}{\text{Capacidad(circuito en watts)}}$$

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{2000 \text{ w} * 1,25}{3840 \text{ w}} = 0,65 \approx 1$$

Caculo de la caída de tensión para el circuito **C.T.1** se toma como punto inicial la capilla en donde estará ubicado el Tablero de Control General hasta el tomacorriente más alejada la caída de tensión no debe ser mayor a 3,6v que corresponde al 3% de los 120v nominales.

$$e = \frac{2PL}{CVS} = \frac{3 * 200w * 75m}{56 * 120v * 3.31mm^2} = 2,02v$$

La distancia de 75m que se ha tomado es desde la capilla hasta la bodega que es uno de los puntos más lejanos del proyecto.

La caída de tensión para este circuito es de 2,02v por lo cual se justifica ya que es menor a los 3,6v que tenemos como máximo, en porcentaje representaría 1,68%.

Segundo circuito de tomacorrientes (**C.T.2**) de igual manera la potencia por tomacorriente es de 200w y con una protección de 32A.

Para circuitos derivados de 32A a 120v la capacidad en watts es 3840w.

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{\text{carga total en watts}}{\text{Capacidad(circuito en watts)}}$$

$$\text{Num. Ctos.} = \frac{2000 \text{ w} * 1.25}{3840 \text{ w}} = 0,65 \approx 1$$

Caculo de la caída de tensión para el circuito **C.T.2**

$$e = \frac{2PL}{CVS} = \frac{3 * 200\text{w} * 85\text{m}}{56 * 120\text{v} * 3.31\text{mm}^2} = 2,29\text{v}$$

La caída de tensión para este circuito es de 2,29v por lo cual se justifica ya que es menor a los 3,6v que tenemos como máximo, en porcentaje representaría 1,04%.

#### 4.5 CÁLCULO DE CONDUCTORES Y DUCTOS.

El cuadro de cargas (ver Anexo 3) que se detalla en el plano eléctrico, en donde se tiene la intensidad de cada circuito, y verificamos el conductor adecuado en la tabla de conductores de ELECTROCABLES (ver Anexo 5)

El conductor para los circuitos de iluminación (1 al 7) y de tomacorrientes (10-11) es el número 12 AWG ya que según la tabla soporta hasta una corriente de 30A en conduit, además para evitar caída de tensión y en un futuro agregar carga, además el color del aislamiento de los conductores será de acuerdo de acuerdo al código de colores para una instalación eléctrica. (Ver anexo 7)

Para los circuitos de iluminación 8 y 9 se escoge el conductor numero 14 AWG ya que estos contienen poca carga y por ende su caída de tensión no sobrepasa el nivel mínimo permitido.

Para el cálculo de ductos nos basamos en la tabla de conductores THHN máximos admisibles para tubería PVC o metálico (ver Anexo 6), cuyo resumen se encuentra expuesto junto al plano civil en donde se detalla por tramos entre los pozos principales, secundarios y los receptores de corriente las dimensiones de la tubería.

#### **4.6 CÁLCULO DE PROTECCIONES.**

En el cuadro de cargas se realizó el cálculo de intensidad por circuito y en base a esto escogemos una protección del cien por ciento de dicha intensidad.

Los valores de las protecciones serán en valores comerciales más cercanos como se expone en el cuadro de cargas.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

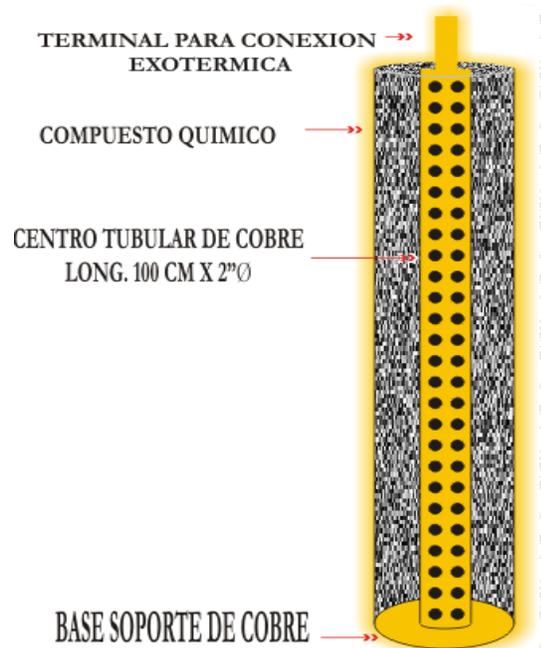
En nuestro caso se realizará una conexión de Tierra de Protección, para todo el proyecto este consiste en colocar un electrodo químico del tipo EP-ET por las siguientes características:

- Al ser totalmente de cobre electrolítico y con una superficie mayor que la varilla, se tiene una mayor superficie de contacto y por lo tanto una mayor capacidad de disipación de las corrientes eléctricas.
- El compuesto químico mineral diluye un electrolito al terreno circundante, aumentando la profundidad y volumen de la disipación, reduciendo el tiempo de arqueo de la corriente eléctrica.
- El compuesto químico contiene una protección catódica (anticorrosiva) lo que protege el cobre contra la corrosión, aumentando la vida útil del electrodo (aproximadamente 20 años).

- Por su diseño, es fácil el mantenimiento del mismo, agregando electrolito (sales minerales), lo que permite mantener estables los valores de resistencia en la red de tierras físicas.

Lo que no se consigue con las barras tradicionales de cooperweld que al ser de acero cobrizada, al momento de incrustar en el terreno ésta va tallándose por piedras presentes por lo que puede producir roturas en el cobrizado y corroerse en material.

Una varilla de cooperweld tiene una buena eficiencia en un terreno de baja resistividad o de lo contrario al subir la resistividad del terreno se acelera la corrosión de la barra, sin tener la posibilidad de realizar un mantenimiento.



**Fig. 4.1 Electrodo Químico tipo EP- ET**

**Fuente:** <http://geostatica.com/nueva%20pagina/ELECTRODO.htm>

#### **4.7 PLANOS CIVILES.**

El plano civil que corresponde a 2/2 se tiene las dimensiones del perímetro a si como el área del Cementerio General de Paccha.

En este Plano se identifica las diferentes entradas al cementerio, así como los Pozos de Revisión Principales y secundarios.

En un cuadro se detalla la tubería para las instalaciones en cada uno de los diferentes tramos.

#### **4.8 PLANOS ELÉCTRICOS.**

El plano 1/2 corresponde al Eléctrico en este consta la ubicación de los diferente equipos de iluminación, fuerza, medición y control.

En este plano también consta el cuadro de cargas para el proyecto, así como el diagrama unifilar.

La denominación de Conductores se detalla en un cuadro, así también la simbología utilizada.

En el plano eléctrico también se observa la fachada para el tablero de medición como el croquis de ubicación.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En el proyecto realizado, en primer lugar fue, dotar de un estudio y diseño de iluminación adecuado para el cementerio de Paccha, para esto se consideraron algunos aspectos, entre los cuales podemos citar, el de mejorar la imagen del cementerio, para todos los visitantes a esta parroquia.

Para este tipo de locales no existe una norma que indique el nivel adecuado de iluminación, por lo tanto fue necesaria la realización de mediciones, en lugares abiertos como parques y otros cementerios de la localidad que son sitios similares.

Como conclusión se determinó que el nivel mínimo de iluminación para el cementerio es de 50luxes, además que se comparó con la tabla de valores del Reglamento de Seguridad y Salud, en donde especifica los valores mínimos de iluminación, emitido por el Ministerio de Relaciones Laborales.

Para el diseño Luminotécnico se utilizó el programa denominado Dialux, en el cual mediante una plantilla del levantamiento planimétrico del cementerio, se realiza la implementación lumínica con lámparas de Halogenuros Metálicos, hasta conseguir el mínimo de iluminación establecido en todo el cementerio.

Este proyecto beneficia a la comunidad, ya que será un atractivo para quienes visitan el lugar, además se constituirá como un referente en la iluminación de este tipo de sitios ya que en nuestro medio no existe muchos sitios con éstas características.

En este proyecto se procuró el uso de luminarias que no afecten el medio ambiente, para esto se escogió luminarias tipo farolas horizontales con esto evitamos la contaminación lumínica al espacio exterior así como a las especies nocturnas.

Como recomendaciones se puede decir a las autoridades que administran estos bienes gestionen el debido presupuesto para que se concrete la construcción de la iluminación del cementerio.

Se recomienda a los administradores realizar las debidas implementaciones y adecuaciones como son la construcción de jardinerías, el adoquinado del piso y pintar toda la infraestructura para que la obra esté de acuerdo a los diseños propuestos.

Una vez implementado el proyecto es necesario contar con una persona que realice un mantenimiento general periódicamente, para garantizar el tiempo de uso de los equipos de iluminación así como cuidar la imagen del cementerio.

## ANEXO 1

## Valores Mínimos de iluminación según el Ministerio de Relaciones Laborales

ILUMINACIÓN MÍNIMA	ACTIVIDADES
<b>20 luxes</b>	Pasillos, patios y lugares de paso.
<b>50 luxes</b>	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
<b>100 luxes</b>	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores.
<b>200 luxes</b>	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
<b>300 luxes</b>	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
<b>500 luxes</b>	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
<b>1000 luxes</b>	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

Fuente: [http:// www.mrl.gob.ec/](http://www.mrl.gob.ec/)

## Anexo 2

**Imagen de la iluminación del cementerio según el software de cálculo lumínico (1)**



**Fuente:** El Autor

**Imagen de la iluminación del cementerio según el software de cálculo lumínico (2)**



**Fuente:** El Autor

### Anexo 3

#### Cuadro de Carga

Círculo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Descripción	il.	il.	F	F.							
P. Instalada(w)	1500	1500	1200	500	1050	1540	1085	250	172	2000	2000
Factor de Potencia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,9
Intensidad (A)	6.81	6.81	5.45	2.27	4.77	7	4.93	1.13	1.43	18.5	18.5
P. Instalada (KVA)	1.5	1.5	1.2	0.5	1.05	1.5	1.08	0.25	0.17	2.5	2.5
Factor de Demanda	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.35	0.35
P. Diversificada(KVA)	1.5	1.5	1.2	0.35	0.73	1.05	0.75	0.17	0.11	0.87	0.87
Sección AWG	12	12	12	12	12	12	12	14	14	12	12
Fases de Conexión	A-B	A	A	B							
Protección(A)	2x16A	2x10A	10A	32A	32A						

Fuente: El Autor

## Anexo 4

### REGLAMENTO PARA LA CAIDA DE TENSION DE CONDUCTORES (ITC-BT)

#### 2.2.2. Sección de los conductores. Caídas de tensión.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente, se determinará en cada caso particular, de acuerdo con las indicaciones incluidas en las instrucciones del presente reglamento y en su defecto con las indicaciones facilitadas por el usuario considerando una utilización racional de los aparatos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

**Fuente:** [http://www.coitiab.es/reglamentos/electricidad/reglamentos/itc\\_bt/itc-bt-19.htm](http://www.coitiab.es/reglamentos/electricidad/reglamentos/itc_bt/itc-bt-19.htm)

## Anexo 5

## TABLA DE CONDUCTORES DE COBRE DE ELECTROCABLES

## FORMA DE EMBALAJE:

A: Rollo de 100 m.

B: Carrete de 1500 m.

C: Carrete de 1000 m.

D: Carrete de 500 m.

E: Carrete múltiplo de 1000 m.

Z - Long. a requerimiento del cliente.

CALIBRE AWG O MCM	SECCION mm <sup>2</sup>	FORMACION No. de hilos por diámetro mm.	ESPELOR AISLAMIENTO mm.	ESPELOR CHAQUE TA mm.	DIAMETRO EXTERIOR mm.	PESO TOTAL Kg/Km	CAPAC. DE CORRIENTE para 1 conductor al aire libre Amp.	CAPAC. DE CORRIENTE para 3 conductores en conduit Amp.	TIPO CABLE	ALTERNATIVO DE EMBALAJE E.
20	0,519	1 x 0,813	0,38	0,10	1,77	7,07	15	10	TFN	A,B
18	0,823	1 x 1,02	0,38	0,10	1,98	10,94	15	10	TFN	A,B
16	1,31	1 x 1,29	0,38	0,10	2,25	16,48	20	15	TFN	A,B
14	2,08	1 x 1,63	0,38	0,10	2,59	23,17	35	25	THH N	A,B
12	3,31	1 x 2,05	0,38	0,10	3,01	34,16	40	30	THH N	A,C
10	5,26	1 x 2,59	0,51	0,10	3,81	55,04	55	40	THH N	A,D
8	8,34	1 x 3,26	0,76	0,13	5,04	91,22	80	55	THH N	A,B
16	1,31	19 x 0,30	0,38	0,10	2,46	17,95	20	15	TFN	A,B
14	2,08	19 x 0,38	0,38	0,10	2,86	23,80	35	25	THH N	A,B
12	3,31	19 x 0,47	0,38	0,10	3,31	35,70	40	30	THH N	A,C
10	5,26	19 x 0,60	0,51	0,10	4,22	56,20	55	40	THH N	A,D
8	8,37	7 x 1,23	0,76	0,13	5,47	93,70	80	55	THH N	A,B,E
6	13,30	7 x 1,55	0,76	0,13	6,43	141,30	105	75	THH N	A,E
4	21,15	7 x 1,96	1,02	0,15	8,22	227,60	140	95	THH N	A,E
2	33,62	7 x 2,47	1,02	0,15	9,75	348,10	190	130	THH N	A,E
1	42,36	7 x 2,78	1,27	0,18	11,24	446,20	220	150	THH N	A,D,E

1/0	53,49	19 x 1,89	1,27	0,18	12,35	553,30	260	170	THH N	D,E,Z
2/0	67,43	19 x 2,12	1,27	0,18	13,50	688,70	300	195	THH N	D,E,Z
3/0	85,01	19 x 2,39	1,27	0,18	14,85	856,80	350	225	THH N	D,E,Z
4/0	107,20	19 x 2,68	1,27	0,18	16,30	1069,5 0	405	260	THH N	D,E,Z
250	127,00	37 x 2,09	1,52	0,20	18,07	1263,0 0	455	290	THH N	Z
300	152,00	37 x 2,29	1,52	0,20	19,47	1502,0 0	505	320	THH N	Z
350	177,00	37 x 2,47	1,52	0,20	20,73	1743,0 0	570	350	THH N	Z
400	203,00	37 x 2,64	1,52	0,20	21,92	1981,0 0	615	380	THH N	Z
500	253,00	37 x 2,95	1,52	0,20	24,09	2457,0 0	700	430	THH N	Z
600	304,00	37 x 3,23	1,78	0,23	26,63	2960,0 0	780	475	THH N	Z
650	329,00	37 x 3,37	1,78	0,23	27,61	3221,0 0	820	500	THH N	Z
700	355,00	37 x 3,49	1,78	0,23	28,45	3453,0 0	855	520	THH N	Z

Fuente: [http://www.electrocable.com/electrocables/espanol/ctrol\\_calidad.htm](http://www.electrocable.com/electrocables/espanol/ctrol_calidad.htm)

## Anexo 6

## Ductos para conductor THHN

Máximo número de conductores THHN en conduit de PVC (T.C.) o en conduit metálico (EMT)																				
Calibre	Diámetro del Ducto o Conduit mm (pulg.)																			
AWG/MCM	13 (1/2)		19 (3/4)		25 (1)		32 (1 1/4)		38 (1 1/2)		51 (2)		64 (2 1/2)		76 (3)		89 (3 1/2)		89 (3 1/2)	
	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.	T.C.	E.M.T.
14	11	12	21	22	34	35	60	61	82	84	135	138	193	241	299	364	401	476	517	608
12	8	9	15	16	25	26	43	45	59	61	99	101	141	176	218	266	293	347	377	443
10	5	5	9	10	15	16	27	28	37	38	62	63	89	111	137	167	184	219	238	279
8	3	3	5	6	9	9	16	16	21	22	36	36	51	64	79	96	106	126	137	161
6	1	2	4	4	6	7	11	12	15	16	26	26	37	46	57	69	77	91	99	116
4	1	1	2	2	4	4	7	7	9	10	16	16	22	28	35	43	47	56	61	71
3	1	1	1	1	3	3	6	6	8	8	13	13	19	24	30	36	40	47	51	60
2	1	1	1	1	3	3	5	5	7	7	11	11	16	20	25	30	33	40	43	51
1	1	1	1	1	1	1	3	4	5	5	8	8	12	15	18	22	25	29	32	37
1/0	1	1	1	1	1	1	3	3	4	4	7	7	10	12	15	19	21	25	27	32
2/0	0	0	1	1	1	1	2	2	3	3	6	6	8	10	13	16	17	20	22	26
3/0	0	0	1	1	1	1	1	1	3	3	5	5	7	8	11	13	14	17	18	22
4/0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	4	4	6	7	9	11	12	14	15	18
250	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	3	3	4	6	7	9	10	11	12	15
300	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	3	3	4	5	6	7	8	10	11	13
350	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	7	9	9	11
400	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	3	4	5	6	6	8	8	10
500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	5	6	7	8
600	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	4	5	5	7
750	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	5
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4

Fuente: <http://www.elecon.com.ve/Doc/CablesBT/THHN.pdf>

## Anexo 7

## Código de colores de conductores para instalaciones eléctricas

TABLA N° 13 CODIGO DE COLORES DE CONDUCTORES							
SISTEMA	1Ø	1Ø	3Ø Y	3Ø Δ	3Ø Δ-	3Ø Y	3Ø Δ
TENSIONES NOMINALES	120 VOLTIOS	240/120 VOLTIOS	208/120 VOLTIOS	240 VOLTIOS	240/208 /120 VOLTIOS	480 VOLTIOS	481 VOLTIOS
CONDUCTORES ACTIVOS	1 FASE 2 HILOS	2 FASES 3 HILOS	3 FASES 4 HILOS	3 FASES 3 HILOS	3 FASES 4 HILOS	3 FASES 4 HILOS	3 FASES 3 HILOS
FASES	NEGRO	NEGRO	AMARILLO	NEGRO	NEGRO	CAFE	CAFÉ
		ROJO	AZUL	AZUL	NARANJA	NARANJA	NARANJA
			ROJO	ROJO	AZUL	AMARILLO	AMARILLO
NEUTRO	BLANCO	BLANCO	BLANCO		BLANCO	GRIS	
TIERRA DE PROTECCION	DESNUDO O VERDE	DESNUDO O VERDE	DESNUDO O VERDE				
TIERRA AISLADA	VERDE AMARILLO	VERDE AMARILLO	VERDE AMARILLO		VERDE AMARILLO		

Fuente: <http://loeficiente.blogspot.com/2009/06/codigo-de-colores-de-conductores-para.html>

## Anexo 8

## Materiales y Equipos para el sistema de iluminación del Cementerio de Paccha

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Abrazadera metalica de 2"	u	6
2	Abrazadera metalica de 1"	u	3
3	Abrazadera metalica de 3/4"	u	20
4	Abrazadera metalica de 1/2"	u	40
5	Alambre galvanizado # 18	libras	1
6	Alambre galvanizado # 14	libras	1
7	Breaker Monofasico 10A	u	1
8	Breaker Monofasico 32A	u	2
9	Breaker Bifasico 16A	u	7
10	Breaker Bifasico 10A	u	1
11	Brocas de Hormigon 1/8"	u	3
12	Brocas de Hormigon 1/4"	u	3
13	Cajetin rectangular profundo	u	6
13	Cajetin rectangular Hermetico	u	17
14	Cajetin octogonal grande	u	1
15	Centros de Carga Bifasico de 12 polos	u	1
16	Centros de Carga Bifasico de 12 polos	u	1
17	Cinta Aislante Grande	u	10
18	Conductor THHN # 8AWG desnudo (7H)	m	50
19	Conductor THHN # 10AWG	m	150
20	Conductor THHN # 14 AWG	m	340
21	Conductor THHN # 12 AWG	m	3968
22	Conductor THHN # 8 AWG	m	90
23	Interruptor Simple Veto	u	3
24	Dicroicos intro MV Sylvania	u	5
25	Luminaria T5 Equilibro Sylvania	u	2
26	Luminaria Hestia Midi(Schreder)	u	12
27	Luminaria Hestia Midi Doble(Schreder)	u	1
28	Luminarias Hestia Mini(Schreder)	u	8
29	Luminaria Alura(Schreder)	u	7
30	Luminarias Kio Doble(Schreder)	u	11
31	Luminarias Terra Maxi (Schreder)	u	31
32	Pollitubo 4"	m	60
33	Pollitubo 2"	m	120
34	Pollitubo 1"	m	75
35	Pollitubo 3/4"	m	162
36	Pollitubo 1/2"	m	270
37	Rele Alumbrado publico	u	3
38	Tablero de medicion bifasico para un medidor	u	1
39	Taco fisher # 6 mas tornillo	u	20
40	Taco fisher # 8 mas tornillo	u	20
41	Toma polarizado Cooper	u	17
42	Equipo electrodo quimico puesta a tierra	u	1

Fuente: El Autor

## Anexo 9

## Mano de Obra para el sistema de iluminación del cementerio de Paccha

ITEM	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	P. Unit.	P.Total
1	Armado y colocación de politubo de 4"	m	60	0,5	30
2	Armado y colocación de politubo de 2"	m	120	0,3	36
3	Armado y colocación de politubo de 1"	m	75	0,35	26,25
4	Armado y colocación de politubo de 3/4"	m	162	0,25	40,5
5	Armado y colocación de politubo de 1/2"	m	270	0,2	54
6	Instalación de centro de carga bifásico de 12 polos	u	1	15	15
7	Instalación de centro de carga bifásico de 24 polos	u	1	15	15
8	Instalación de Puesta a Tierra	u	1	1	20
9	Instalación de interruptores simples	u	3	1	3
10	Instalación de diroicos	u	5	0,5	2,5
11	Instalación de lámparas T5	u	2	0,7	1,4
1	Instalación de luminarias Hestia Midi	u	12	17,78	213,36
12	Instalación de luminarias Hestia Midi Doble	u	1	20	20
13	Instalación de luminarias Hestia Mini	u	8	11	88
14	Instalación de luminarias Alura	u	7	11	77
15	Instalación de luminarias Kio Doble	u	11	12	132
16	Instalación de luminarias Terra Maxi incluye excavación	u	31	25	775
17	Instalación de tomacorrientes polarizados	u	20	1	20
18	Instalación de un tablero de medición bifásico	u	1	20	20
19	Tendido de conductor # 8 AWG dentro de tubería	m	40	0,08	3,2
20	Tendido de conductor # 12 AWG dentro de tubería	m	3800	0,05	190
21	Tendido de conductor # 14 AWG dentro de tubería	m	340	0,04	13,6
22	Tendido de conductor # 10 AWG dentro de tubería	m	150	0,06	9
23	Tendido de conductor # 8 AWG desnudo entro de tubería	m	50	0,12	6
<b>Subtotal</b>					<b>1810,81</b>
<b>Estudios</b>					<b>1250</b>
<b>OBRA CIVIL</b>					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARI	P. TOTAL
1	Excavación y relleno de 0,4mx0,25mx682m	m <sup>3</sup>	80	22	1760
2	Construcción de Pozo de revisión 40x40x40cm	u	11	60	660
3	Construcción de Pozo de revisión 30x30x30cm	u	20	50	1000
<b>Subtotal obra civil</b>					<b>3420</b>
<b>Administración 15%</b>					<b>972,1215</b>
<b>TOTAL</b>					<b>6480,81</b>

Fuente: El Autor

## Anexo 10

## Presupuesto de Materiales y Equipos para la iluminación del Cementerio de Paccha.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P.TOTAL
1	Abrazadera metálica de 2"	u	6	0,28	1,68
2	Abrazadera metálica de 1"	u	3	0,1	0,3
3	Abrazadera metálica de 3/4"	u	20	0,05	1
4	Abrazadera metálica de 1/2"	u	40	0,04	1,6
5	Alambre galvanizado # 18	libras	1	1	1
6	Alambre galvanizado # 14	libras	1	1	1
7	Breaker Monofásico 10A	u	1	5	5
8	Breaker Monofásico 32A	u	2	5,5	11
9	Breaker Bifásico 16A	u	7	12,16	85,12
10	Breaker Bifásico 10A	u	1	6	6
11	Brocas de Hormigón 1/8"	u	3	1	3
12	Brocas de Hormigón 1/4"	u	3	1	3
13	Cajetín rectangular profundo	u	6	0,4	2,4
13	Cajetín rectangular Hermético	u	17	4	68
14	Cajetín octogonal grande	u	1	0,5	0,5
15	Centros de Carga Bifásico de 12 polos	u	1	55	55
16	Centros de Carga Bifásico de 12 polos	u	1	132	132
17	Cinta Aislante Grande	u	10	1	10
18	Conductor THHN # 8AWG desnudo (7H)	m	50	1	50
19	Conductor THHN # 10AWG	m	150	1	150
20	Conductor THHN # 14 AWG	m	340	0,54	183,6
21	Conductor THHN # 12 AWG	m	3968	0,82	3253,76
22	Conductor THHN # 8 AWG	m	90	1,44	129,6
23	Interruptor Simple Veto	u	3	1,44	4,32
24	Dicroicos intro MV Sylvania	u	5	1,8	9
25	Luminaria T5 Equilibrio Sylvania	u	2	36,5	73
26	Luminaria Hestia Midi(Schreder)	u	12	1454	17448
27	Luminaria Hestia Midi Doble(Schreder)	u	1	2600	2600
28	Luminarias Hestia Mini(Schreder)	u	8	2190	17520
29	Luminaria Alura(Schreder)	u	7	992	6944
30	Luminarias Kio Doble(Schreder)	u	11	1034	11374
31	Luminarias Terra Maxi (Schreder)	u	31	27	837
32	Politubo 4"	m	60	2,65	159
33	Politubo 2"	m	120	1,37	164,4
34	Politubo 1"	m	75	0,39	29,25
35	Politubo 3/4"	m	162	0,31	50,22
36	Politubo 1/2"	m	270	0,16	43,2
37	Relé Alumbrado publico	u	3	44	132
38	Tablero de medición bifásico para un medidor	u	1	24	24
39	Taco fisher # 6 mas tornillo	u	20	0,02	0,4
40	Taco fisher # 8 mas tornillo	u	20	0,04	0,8
41	Toma polarizado Cooper	u	17	0,9	15,3
42	Equipo electrodo químico puesta a tierra	u	1	300	300
<b>Subtotal Materiales</b>					<b>61880,77</b>
<b>Imprevisto</b>					<b>3094,0385</b>
<b>Total</b>					<b>64974,808</b>

Fuente: Almacén Juan Montero (proforma 3293)- Almacén Data Light

## Anexo 11

### Programación de la obra para el cementerio de Paccha

SEMANA	ACTIVIDAD
SEMANA 1	Excavaciones para ductos y pozos de revisión
SEMANA 2	Construcción de pozos de revisión
SEMANA 3	Armado y colocación de tuberías
SEMANA 4	Armado y colocación de tuberías
SEMANA 5	Tendido de cables
SEMANA 6	Tendido de cables
SEMANA 7	Instalación de luminarias y tomacorrientes
SEMANA 8	Instalación de luminarias y tomacorrientes

Fuente: El Autor



## **Anexo 13**

### **Programa y video de simulación del proyecto de iluminación del cementerio de Paccha**

**Fuente:** El Autor

## Anexo 14

### CARACTERISTICAS TECNICAS DEL LUXOMETRO UTILIZADO EN LAS MEDICIONES

Fuente:

Especificaciones		
Pantalla	3 dígitos de $\frac{1}{2}$ , 2000 lecturas	
Retención de datos	Sí	
Espera máximo	Sí	
Ajuste cero	Sí	
Sensor	Diodo y filtro de la foto de silicona	
Rango de medición	200, 2000, 20000, 200000 Lux 20, 200, 2000, 20000 pie-bujías	
Exactitud	(+/- 3% calibrado a la lámpara incandescente estándar y 2856° K luz blanca corregida del día de LED) (+/- 8% otra fuente de luz visible)	
Desviación de ángulo de coseno characteristics	30°	+/- 2%
	60°	+/- 6%
	80°	+/- 25%
Tamaño del medidor (LxWxH)	172x55x38mm	
Tamaño del sensor (LxWxH)	80x55x25	
Peso (9V batería incluyendo)	250g	

Fuente: [www.electrocomponentes.com/pdf/Catalogo\\_web.pdf](http://www.electrocomponentes.com/pdf/Catalogo_web.pdf)

## Anexo 15

### Resumen del programa de simulación

Fuente: El Autor

15.12.2011

Universidad Politécnica Salesiana  
Ing. Carlos Peralta  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
Teléfono 4035687  
Fax  
e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

### Índice

SIMULACION LUMINOTECNICA	
Portada del proyecto	1
Índice	2
SCHREDER 1 HIC-T 150 1914 - Strassenbeleuchtung Flachglas 5000 280...	
HESTIA Mini - HIC-T 150W	
Hoja de datos Deslumbramiento	3
HavellsSylvania 0052090 EQUILIBRO C DD 2x36W B2 PC	
Hoja de datos Deslumbramiento	4
SCHREDER 1 HIC-T 70 1889 - Strassenbeleuchtung Methacrylat 3000 30...	
KIO - HIC-T 70W	
Hoja de datos Deslumbramiento	5
KIO - HIC-T 70W	
Hoja de datos Deslumbramiento	6
SCHREDER 1 HIC-T 35 1406 - asymmetrische Flutlichbeleuchtung Flach...	
TERRA Maxi - HIC-T 35W	
Hoja de datos Deslumbramiento	7
SCHREDER 1 HIC-TT 250 1627 - Strassenbeleuchtung gewölbtes Glas 70...	
HESTIA Midi - HIC-TT 250W	
Hoja de datos Deslumbramiento	8
HESTIA Midi - HIC-TT 250W	
Hoja de datos Deslumbramiento	9
SCHREDER 1 HIC-TT 250 1627 - Strassenbeleuchtung gewölbtes Glas 70...	
HESTIA Midi - HIC-TT 250W	
Hoja de datos Deslumbramiento	10
SCHREDER 1 CDM-T 150 1914 - Openbare verlichting Polycarbonaat 300...	
ALURA direct - CDM-T 150W	
Hoja de datos Deslumbramiento	11
HavellsSylvania 9134794 Intro MV IP23 50 degree	
Hoja de datos Deslumbramiento	12
Escena exterior 1	
Datos de planificación	13
Lista de luminarias	15
Luminarias (ubicación)	17
Luminarias (lista de coordenadas)	19
Rendering (procesado) en 3D	28
Rendering (procesado) de colores falsos	29

Universidad Politécnica Salesiana  
Ing. Carlos Peralta  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

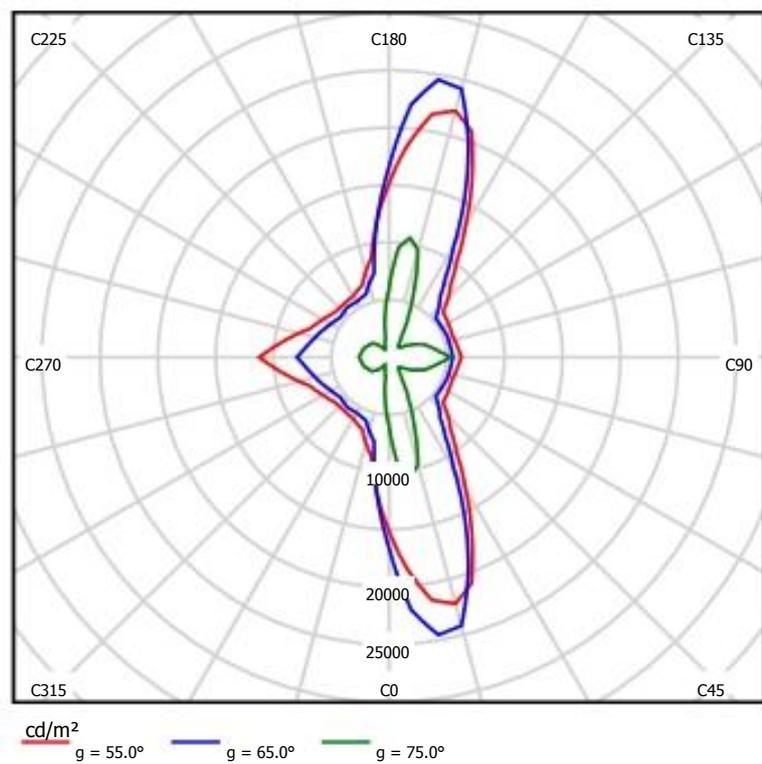
Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
Teléfono 4035687  
Fax  
e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

## SCHREDER 1 HIC-T 150 1914 - Strassenbeleuchtung Flachglas 5000 2800 HESTIA Mini / Hoja de datos Deslumbramiento

Luminaria: SCHREDER 1 HIC-T  
150 1914 - Strassenbeleuchtung  
Flachglas 5000 2800 HESTIA Mini

Lámparas: 1 x HIC-T

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



Universidad Politécnica Salesiana  
 Ing. Carlos Peralta  
 Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

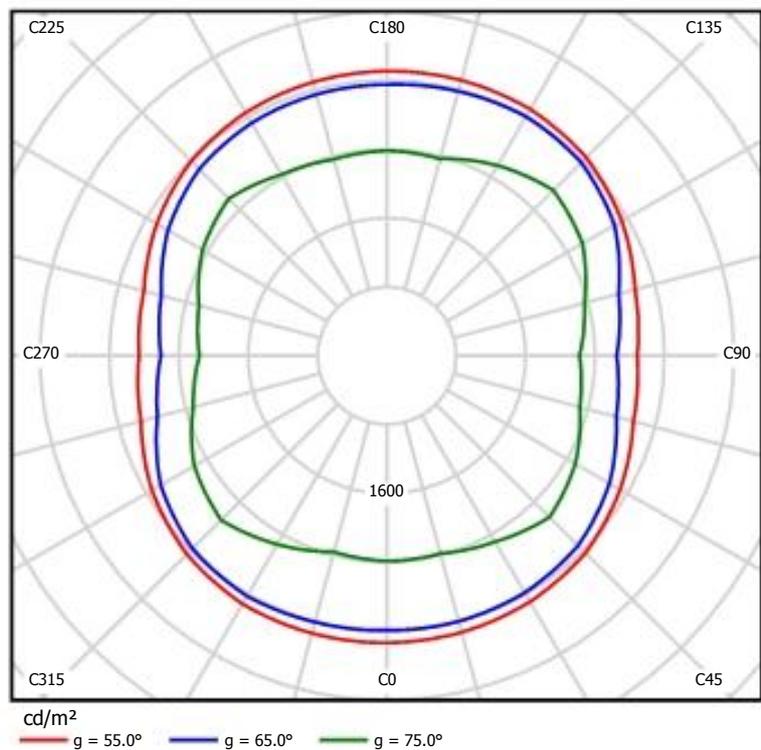
Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
 Teléfono 4035687  
 Fax  
 e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

## HavellsSylvania 0052090 EQUILIBRO C DD 2x36W B2 PC / Hoja de datos Deslumbramiento

Luminaria: HavellsSylvania  
 0052090 EQUILIBRO C DD 2x36W  
 B2 PC

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Lámparas: 2 x LYNX-L 36W



Universidad Politecnica Salesiana  
 Ing. Carlos Peralta  
 Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
 Teléfono 4035687  
 Fax  
 e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

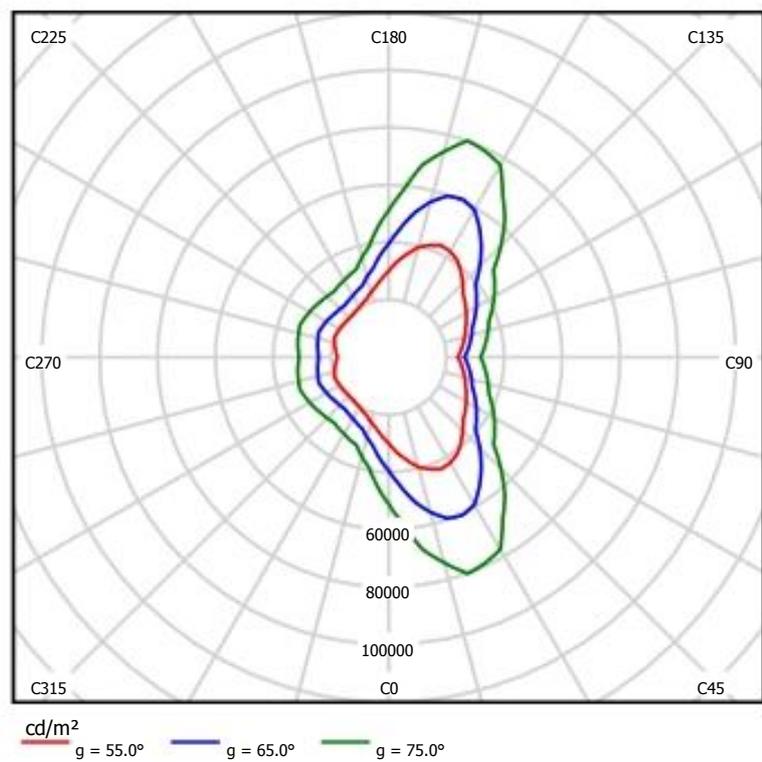
**SCHREDER 1 HIC-T 70 1889 - Strassenbeleuchtung Methacrylat 3000 3000 2705 KIO /  
 Hoja de datos Deslumbramiento**

Luminaria: SCHREDER 1 HIC-T 70  
 1889 - Strassenbeleuchtung

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque  
 carece de atributos de simetría.

Methacrylat 3000 3000 2705 KIO

Lámparas: 1 x HIC-T



Universidad Politecnica Salesiana  
 Ing. Carlos Peralta  
 Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
 Teléfono 4035687  
 Fax  
 e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

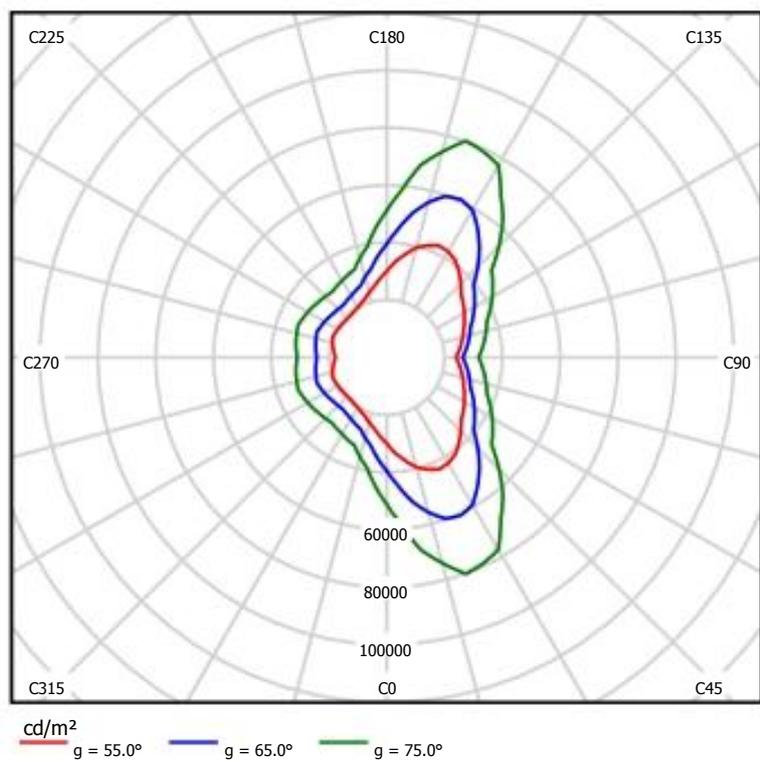
## SCHREDER 1 HIC-T 70 1889 - Strassenbeleuchtung Methacrylat 3000 3000 2705 KIO / Hoja de datos Deslumbramiento

Luminaria: SCHREDER 1 HIC-T 70  
 1889 - Strassenbeleuchtung

Methacrylat 3000 3000 2705 KIO

Lámparas: 1 x HIC-T

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



Universidad Politecnica Salesiana  
 Ing. Carlos Peralta  
 Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

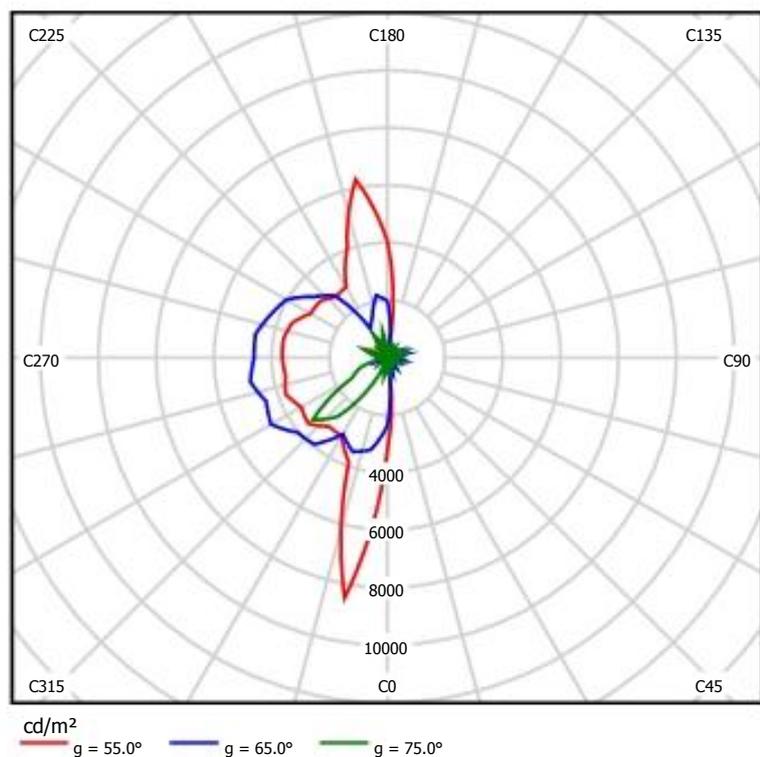
Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
 Teléfono 4035687  
 Fax  
 e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

## SCHREDER 1 HIC-T 35 1406 - asymmetrische Flutlichbeleuchtung Flachglas 0 3300 TERRA Maxi / Hoja de datos Deslumbramiento

Luminaria: SCHREDER 1 HIC-T 35  
 1406 - asymmetrische  
 Flutlichbeleuchtung Flachglas 0  
 3300 TERRA Maxi

Lámparas: 1 x HIC-T

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



Universidad Politécnica Salesiana  
Ing. Carlos Peralta  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

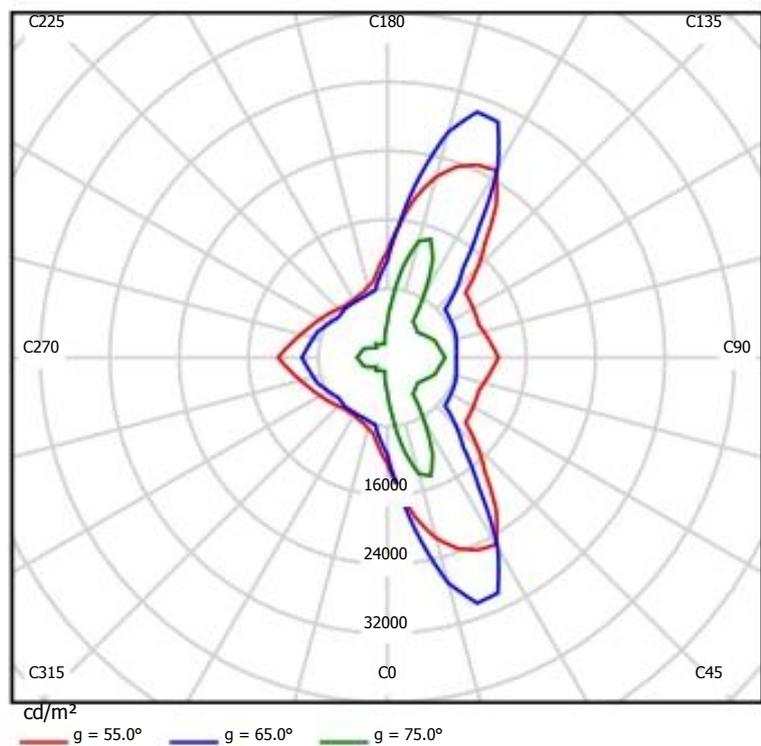
Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
Teléfono 4035687  
Fax  
e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

## SCHREDER 1 HIC-TT 250 1627 - Strassenbeleuchtung gewölbtes Glas 7000 7000 2805 HESTIA Midi / Hoja de datos Deslumbramiento

Luminaria: SCHREDER 1 HIC-TT  
250 1627 - Strassenbeleuchtung  
gewölbtes Glas 7000 7000 2805  
HESTIA Midi

Lámparas: 1 x HIC-TT

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



Universidad Politécnica Salesiana  
Ing. Carlos Peralta  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

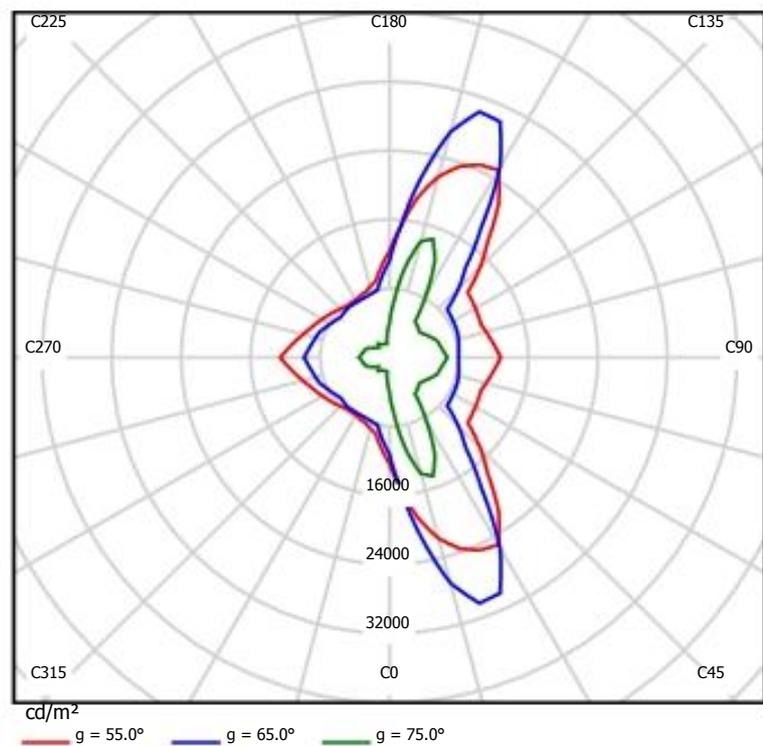
Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
Teléfono 4035687  
Fax  
e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

## SCHREDER 1 HIC-TT 250 1627 - Strassenbeleuchtung gewölbtes Glas 7000 7000 2805 HESTIA Midi / Hoja de datos Deslumbramiento

Luminaria: SCHREDER 1 HIC-TT  
250 1627 - Strassenbeleuchtung  
gewölbtes Glas 7000 7000 2805  
HESTIA Midi

Lámparas: 1 x HIC-TT

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



Universidad Politecnica Salesiana  
Ing. Carlos Peralta  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

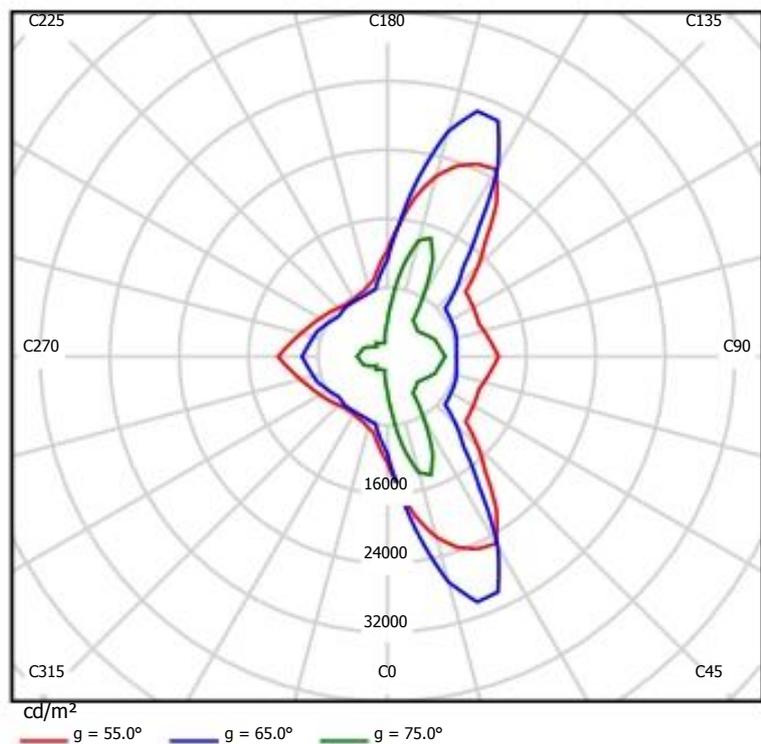
Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
Teléfono 4035687  
Fax  
e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

## SCHREDER 1 HIC-TT 250 1627 - Strassenbeleuchtung gewölbtes Glas 7000 2805 HESTIA Midi / Hoja de datos Deslumbramiento

Luminaria: SCHREDER 1 HIC-TT  
250 1627 - Strassenbeleuchtung  
gewölbtes Glas 7000 2805 HESTIA  
Midi

Lámparas: 1 x HIC-TT

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



Universidad Politécnica Salesiana  
Ing. Carlos Peralta  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
Teléfono 4035687  
Fax  
e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

Luminaria: HavellsSylvania  
9134794 Intro MV IP23 50 degree

Lámparas: 1 x QPAR 51 50W/50dg  
GU10

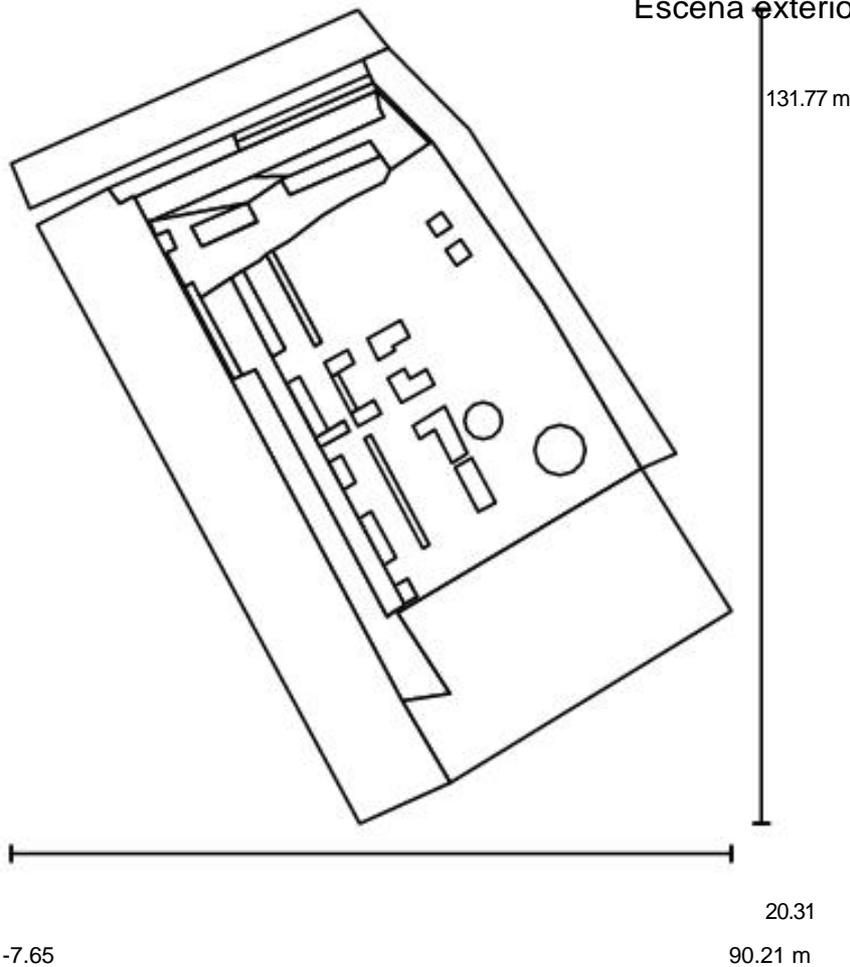
Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
□ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
□ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
□ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	19.4	20.2	19.7	20.4	20.6	19.4	20.2	19.7	20.4	20.6
	3H	20.0	20.7	20.3	21.0	21.2	20.0	20.7	20.3	21.0	21.2
	4H	20.6	21.2	20.9	21.5	21.8	20.6	21.2	20.9	21.5	21.8
	6H	21.3	22.0	21.7	22.3	22.5	21.3	22.0	21.7	22.3	22.5
	8H	21.9	22.5	22.2	22.8	23.1	21.9	22.5	22.2	22.8	23.1
4H	12H	22.6	23.2	23.0	23.5	23.8	22.6	23.2	23.0	23.5	23.8
	2H	19.5	20.2	19.9	20.5	20.7	19.5	20.2	19.9	20.5	20.7
	3H	20.4	21.0	20.8	21.3	21.6	20.4	21.0	20.8	21.3	21.6
	4H	21.2	21.7	21.6	22.0	22.4	21.2	21.7	21.6	22.0	22.4
	6H	22.3	22.7	22.7	23.1	23.5	22.3	22.7	22.7	23.1	23.5
8H	8H	23.0	23.4	23.4	23.8	24.2	23.0	23.4	23.4	23.8	24.2
	12H	24.0	24.3	24.4	24.7	25.1	24.0	24.3	24.4	24.7	25.1
	4H	21.6	22.0	22.0	22.3	22.7	21.6	22.0	22.0	22.3	22.7
	6H	23.0	23.3	23.4	23.7	24.1	23.0	23.3	23.4	23.7	24.1
	8H	23.9	24.2	24.4	24.6	25.1	23.9	24.2	24.4	24.6	25.1
12H	12H	25.1	25.3	25.6	25.8	26.3	25.1	25.3	25.6	25.8	26.3
	4H	21.7	22.0	22.1	22.4	22.8	21.7	22.0	22.1	22.4	22.8
	6H	23.2	23.4	23.6	23.9	24.4	23.2	23.4	23.6	23.9	24.4
	8H	24.2	24.5	24.7	24.9	25.4	24.2	24.5	24.7	24.9	25.4
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.4 / -0.4					+0.4 / -0.4				
S = 1.5H		+1.1 / -0.7					+1.1 / -0.7				
S = 2.0H		+2.0 / -1.0					+2.0 / -1.0				
Tabla estándar Sumando de corrección		---					---				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 525lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

Universidad Politecnica Salesiana  
 Ing. Carlos Peralta  
 Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
 Teléfono 4035687  
 Fax  
 e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

Escena exterior 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.57, ULR (Upward Light Ratio): 6.5%

Escala 1:1034

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□ [lm]	P [W]
1	2	HavellsSylvania 0052090 EQUILIBRO C DD 2x36W B2 PC (1.000)	5800	86.0
2	5	HavellsSylvania 9134794 Intro MV IP23 50 degree (1.000)	525	50.0
3	7	SCHREDER 1 CDM-T 150 1914 - Openbare verlichting Polycarbonaat 3000 ALUD ALURA direct (1.000)	14000	150.0
4	8	SCHREDER 1 HIC-T 150 1914 - Strassenbeleuchtung Flachglas 5000 2800 HESTIA Mini (1.000)	14000	150.0
5	31	SCHREDER 1 HIC-T 35 1406 - asymmetrische Flutlichbeleuchtung Flachglas 0 3300 TERRA Maxi (1.000)	3300	35.0

Universidad Politecnica Salesiana  
 Ing. Carlos Peralta  
 Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
 Teléfono 4035687  
 Fax  
 e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

## Escena exterior 1 / Datos de planificación

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	□ [lm]	P [W]
6		SCHREDER 1 HIC-T 70 1889 - Strassenbeleuchtung Methacrylat 3000 3000		
	11	2705 KIO (1.000)	13200	140.0
7	12	SCHREDER 1 HIC-TT 250 1627 - Strassenbeleuchtung gewölbtes Glas 7000 2805 HESTIA Midi (1.000)	25000	250.0
8	1	SCHREDER 1 HIC-TT 250 1627 - Strassenbeleuchtung gewölbtes Glas 7000 7000 2805 HESTIA Midi (1.000)	50000	500.0
Total:			821725	8797.0

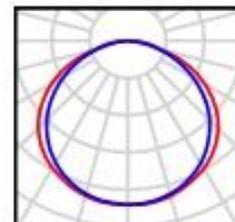
Universidad Politécnica Salesiana  
Ing. Carlos Peralta  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
Teléfono 4035687  
Fax  
e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

## Escena exterior 1 / Lista de luminarias

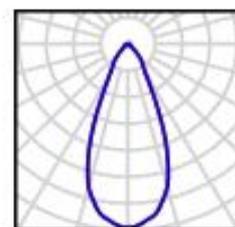
### 2 Pieza HavellsSylvania 0052090 EQUILIBRO C DD 2x36W B2 PC

N° de artículo: 0052090  
Flujo luminoso de las luminarias: 5800 lm  
Potencia de las luminarias: 86.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 45 78 95 100 54  
Lámpara: 2 x LYNX-L 36W (Factor de corrección 1.000).



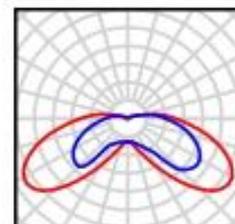
### 5 Pieza HavellsSylvania 9134794 Intro MV IP23 50 degree

N° de artículo: 9134794  
Flujo luminoso de las luminarias: 525 lm  
Potencia de las luminarias: 50.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 87 95 98 100 91  
Lámpara: 1 x QPAR 51 50W/50dg GU10 (Factor de corrección 1.000).



### 7 Pieza SCHREDER 1 CDM-T 150 1914 - Openbare verlichting Polycarbonaat 3000 ALUD ALURA direct

N° de artículo: ALUD  
Flujo luminoso de las luminarias: 14000 lm  
Potencia de las luminarias: 150.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 89  
Código CIE Flux: 17 51 81 89 53  
Lámpara: 1 x CDM-T (Factor de corrección 1.000).

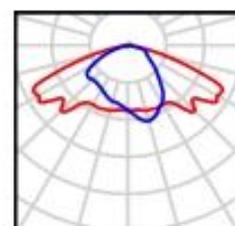


### 8 Pieza SCHREDER 1 HIC-T 150 1914 - Strassenbeleuchtung Flachglas 5000 2800 HESTIA Mini

N° de artículo: 2800  
Flujo luminoso de las luminarias: 14000 lm  
Potencia de las luminarias: 150.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 40 75 98 100 71  
Lámpara: 1 x HIC-T (Factor de corrección 1.000).

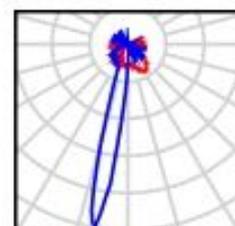


IP 66 Sealsafe®



### 31 Pieza SCHREDER 1 HIC-T 35 1406 - asymmetrische Flutlichbeleuchtung Flachglas 0 3300 TERRA Maxi

N° de artículo: 3300  
Flujo luminoso de las luminarias: 3300 lm  
Potencia de las luminarias: 35.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 65 89 98 100 34  
Lámpara: 1 x HIC-T (Factor de corrección 1.000).

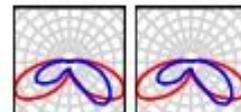


Universidad Politécnica Salesiana  
Ing. Carlos Peralta  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
Teléfono 4035687  
Fax  
e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

## Escena exterior 1 / Lista de luminarias

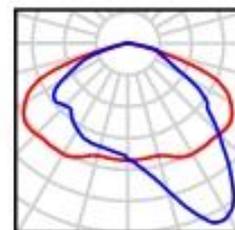
11 Pieza SCHREDER 1 HIC-T 70 1889 -  
Strassenbeleuchtung Methacrylat 3000 3000  
2705 KIO  
N° de artículo: 2705  
Flujo luminoso de las luminarias: 13200 lm  
Potencia de las luminarias: 140.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 91  
Código CIE Flux: 20 53 83 91 64  
Lámpara: 2 x 1 x HIC-T (Factor de corrección  
1.000).



12 Pieza SCHREDER 1 HIC-TT 250 1627 -  
Strassenbeleuchtung gewölbtes Glas 7000 2805  
HESTIA Midi  
N° de artículo: 2805  
Flujo luminoso de las luminarias: 25000 lm  
Potencia de las luminarias: 250.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 39 75 97 100 71  
Lámpara: 1 x HIC-TT (Factor de corrección  
1.000).



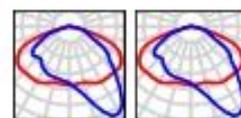
IP 66 Sealsafe®



1 Pieza SCHREDER 1 HIC-TT 250 1627 -  
Strassenbeleuchtung gewölbtes Glas 7000 7000  
2805 HESTIA Midi  
N° de artículo: 2805  
Flujo luminoso de las luminarias: 50000 lm  
Potencia de las luminarias: 500.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 39 75 97 100 71  
Lámpara: 2 x 1 x HIC-TT (Factor de corrección  
1.000).



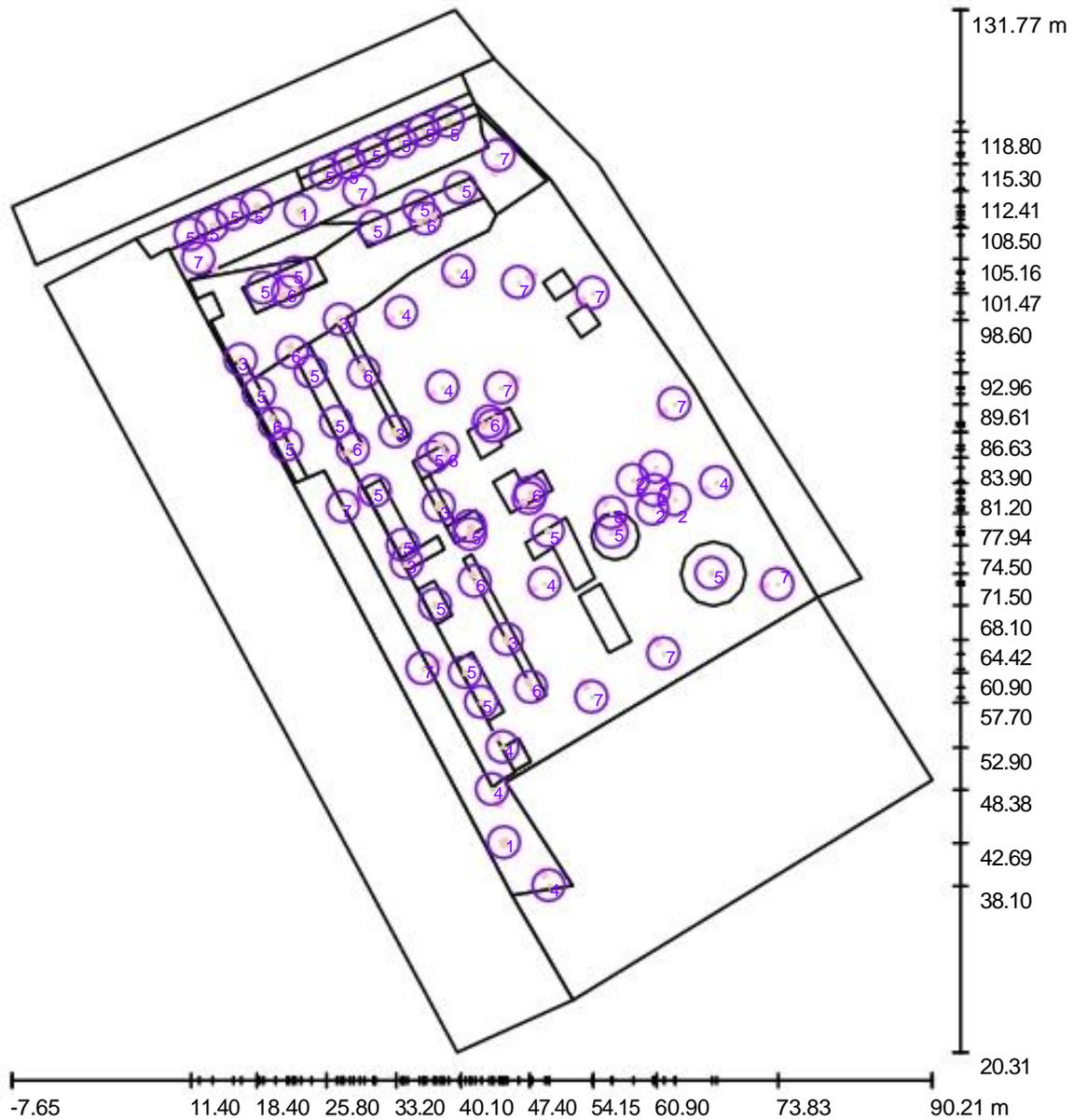
IP 66 Sealsafe®



Universidad Politecnica Salesiana  
Ing. Carlos Peralta  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
Teléfono 4035687  
Fax  
e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

### Escena exterior 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 754

## Lista de piezas - Luminarias

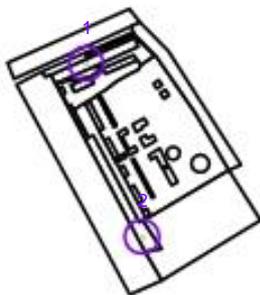
N°	Pieza	Designación
1	2	HavellsSylvania 0052090 EQUILIBRO C DD 2x36W B2 PC
2	5	HavellsSylvania 9134794 Intro MV IP23 50 degree
3	7	SCHREDER 1 CDM-T 150 1914 - Openbare verlichting Polycarbonaat 3000 ALUD ALURA direct
4	8	SCHREDER 1 HIC-T 150 1914 - Strassenbeleuchtung Flachglas 5000 2800 HESTIA Mini
N°	Pieza	Designación
		SCHREDER 1 HIC-T 35 1406 - asymmetrische Flutlichbeleuchtung Flachglas 0 3300 TERRA
5		
	31	Maxi
6	11	SCHREDER 1 HIC-T 70 1889 - Strassenbeleuchtung Methacrylat 3000 3000 2705 KIO
7	12	SCHREDER 1 HIC-TT 250 1627 - Strassenbeleuchtung gewölbtes Glas 7000 2805 HESTIA Midi
8	1	SCHREDER 1 HIC-TT 250 1627 - Strassenbeleuchtung gewölbtes Glas 7000 7000 2805 HESTIA Midi

Universidad Politecnica Salesiana  
 Ing. Carlos Peralta  
 Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
 Teléfono 4035687  
 Fax  
 e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

### Escena exterior 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

Havellsylvania 0052090 EQUILIBRO C DD 2x36W B2 PC  
 5800 lm, 86.0 W, 1 x 2 x LYNX-L 36W (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	23.100	110.200	3.261	0.0	0.0	25.0
2	44.732	42.686	1.908	0.0	0.0	25.0

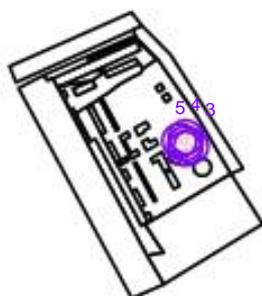
Universidad Politecnica Salesiana  
 Ing. Carlos Peralta  
 Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
 Teléfono 4035687  
 Fax  
 e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

## Escena exterior 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

HavellsSylvania 9134794 Intro MV IP23 50 degree

525 lm, 50.0 W, 1 x 1 x QPAR 51 50W/50dg GU10 (Factor de corrección 1.000).



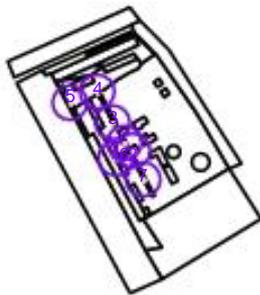
N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	62.900	79.345	2.592	0.0	0.0	0.0
2	60.535	78.348	2.592	0.0	0.0	0.0
3	60.702	80.376	2.592	0.0	0.0	0.0
4	60.904	82.828	2.592	0.0	0.0	0.0
5	58.450	81.432	2.592	0.0	0.0	0.0

Universidad Politécnica Salesiana  
 Ing. Carlos Peralta  
 Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
 Teléfono 4035687  
 Fax  
 e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

### Escena exterior 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

SCHREDER 1 CDM-T 150 1914 - Openbare verlichting Polycarbonaat 3000 ALUD  
 ALURA direct  
 14000 lm, 150.0 W, 1 x 1 x CDM-T (Factor de corrección 1.000).



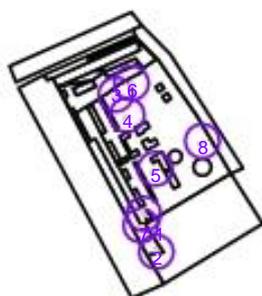
N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	34.400	72.600	0.000	0.0	0.0	35.0
2	41.132	75.657	0.000	0.0	0.0	30.0
3	33.200	86.628	0.000	0.0	0.0	30.0
4	27.300	98.600	0.000	0.0	0.0	25.0
5	16.731	94.302	0.000	0.0	0.0	25.0
6	37.800	78.700	0.000	0.0	0.0	30.0
7	45.041	64.418	0.000	0.0	0.0	30.0

Universidad Politecnica Salesiana  
 Ing. Carlos Peralta  
 Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
 Teléfono 4035687  
 Fax  
 e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

### Escena exterior 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

SCHREDER 1 HIC-T 150 1914 - Strassenbeleuchtung Flachglas 5000 2800 HESTIA Mini  
 14000 lm, 150.0 W, 1 x 1 x HIC-T (Factor de corrección 1.000).



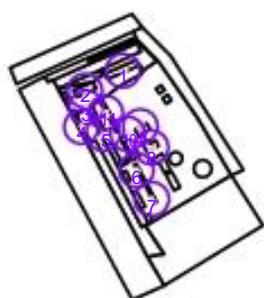
N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	43.455	48.381	0.000	0.0	0.0	-155.0
2	49.500	38.100	0.000	0.0	0.0	25.0
3	33.800	99.400	0.000	0.0	0.0	120.0
4	38.200	91.400	0.000	0.0	0.0	120.0
5	49.047	70.386	0.000	0.0	0.0	115.0
6	39.900	103.800	0.000	0.0	0.0	125.0
7	44.600	52.900	0.000	0.0	0.0	30.0
8	67.300	81.200	0.000	0.0	0.0	120.0

Universidad Politecnica Salesiana  
 Ing. Carlos Peralta  
 Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
 Teléfono 4035687  
 Fax  
 e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

### Escena exterior 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

SCHREDER 1 HIC-T 70 1889 - Strassenbeleuchtung Methacrylat 3000 3000 2705 KIO  
 13200 lm, 140.0 W, 2 x 1 x HIC-T (Factor de corrección 1.000).



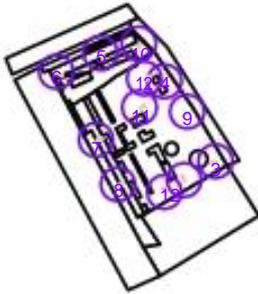
N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	36.400	109.400	0.000	0.0	0.0	-65.0
2	21.785	101.574	0.000	0.0	0.0	-65.0
3	22.217	95.092	0.000	0.0	0.0	25.0
4	20.386	87.477	0.000	0.0	0.0	-150.0
5	28.694	84.788	0.000	0.0	0.0	-65.0
6	41.618	70.635	0.000	0.0	0.0	25.0
7	47.611	59.312	0.000	0.0	0.0	30.0
8	47.400	79.500	0.000	0.0	0.0	-60.0
9	43.156	87.686	0.000	0.0	0.0	-60.0
10	38.234	84.758	0.000	0.0	0.0	-150.0
11	29.840	92.961	0.000	0.0	0.0	25.0

Universidad Politecnica Salesiana  
Ing. Carlos Peralta  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
Teléfono 4035687  
Fax  
e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

### Escena exterior 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

SCHREDER 1 HIC-TT 250 1627 - Strassenbeleuchtung gewölbtes Glas 7000 2805  
HESTIA Midi  
25000 lm, 250.0 W, 1 x 1 x HIC-TT (Factor de corrección 1.000).



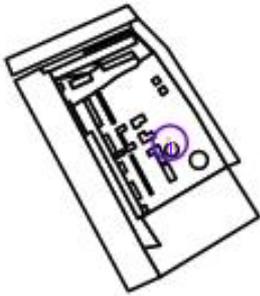
N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	54.049	58.269	0.000	0.0	0.0	30.0
2	61.700	62.900	0.000	0.0	0.0	30.0
3	73.829	70.300	0.000	0.0	0.0	95.0
4	54.154	101.470	0.000	0.0	0.0	125.0
5	29.341	112.407	0.000	0.0	0.0	-155.0
6	12.272	105.158	0.000	0.0	0.0	-125.0
7	27.648	78.603	0.000	0.0	0.0	-65.0
8	36.090	61.308	0.000	0.0	0.0	-65.0
9	62.854	89.609	0.000	0.0	0.0	125.0
10	44.156	116.181	0.000	0.0	0.0	165.0
11	44.410	91.298	0.000	0.0	0.0	-60.0
12	46.239	102.588	0.000	0.0	0.0	-60.0

Universidad Politecnica Salesiana  
 Ing. Carlos Peralta  
 Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
 Teléfono 4035687  
 Fax  
 e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

### Escena exterior 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

SCHREDER 1 HIC-TT 250 1627 - Strassenbeleuchtung gewölbtes Glas 7000 7000 2805  
 HESTIA Midi  
 50000 lm, 500.0 W, 2 x 1 x HIC-TT (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	56.142	77.943	0.000	0.0	0.0	30.0

Universidad Politecnica Salesiana  
Ing. Carlos Peralta  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
Teléfono 4035687  
Fax  
e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

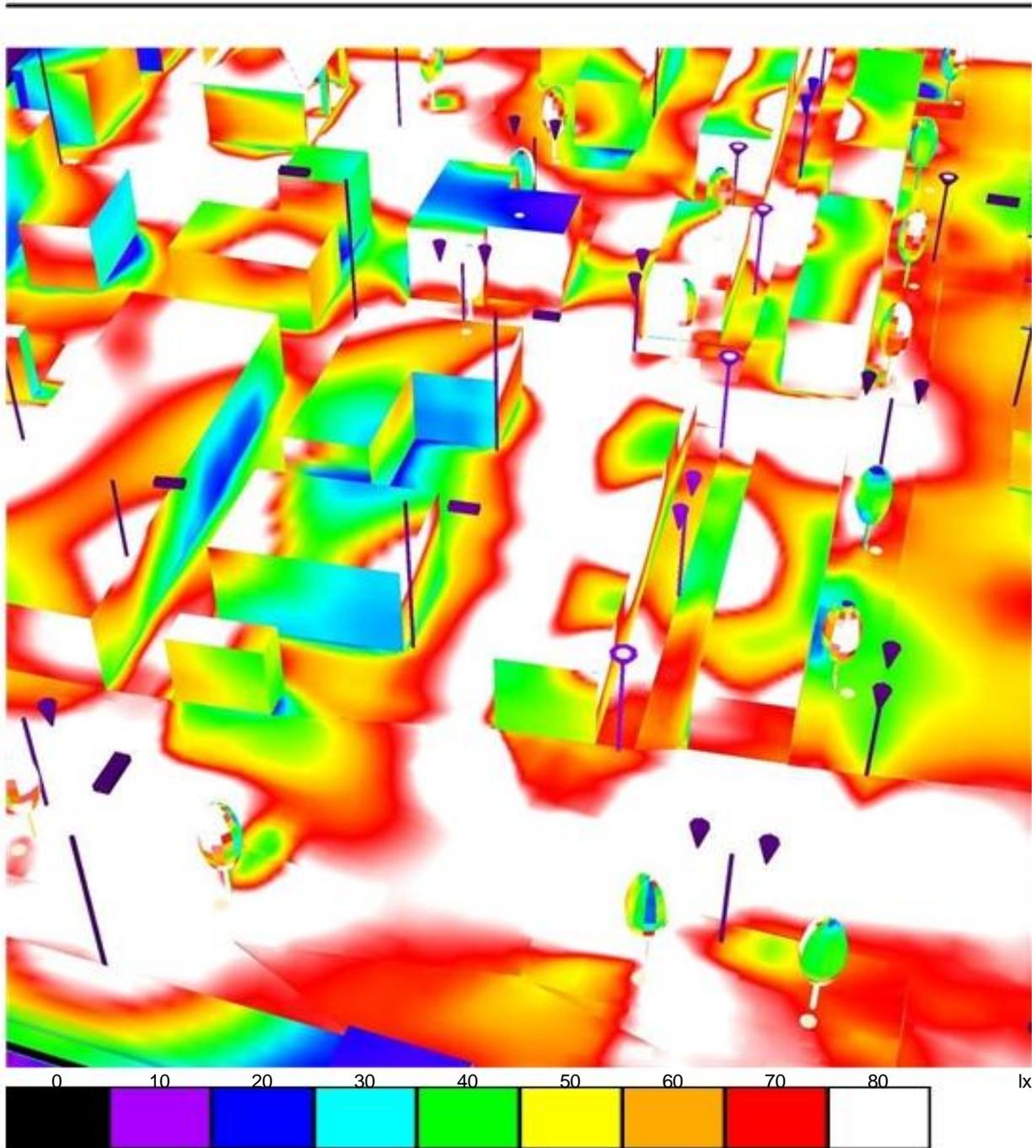
### Escena exterior 1 / Rendering (procesado) en 3D



Universidad Politécnica Salesiana  
Ing. Carlos Peralta  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Proyecto elaborado por Diego Fernando Zumba Yunga  
Teléfono 4035687  
Fax  
e-Mail diegofer-z-y@hotmail.com

### Escena exterior 1 / Rendering (procesado) de colores falsos



## Bibliografía y Referencias

[1] LEON, Adrian Javier, *Lighting*, Hawaii 2007. Disponible en:

<http://www.aiu.edu/applications/DocumentLibraryManager/upload/Lighting.pdf>

[2] ALAMOS, Juan Alercio, *Luminotecnia-Illuminación*, 2010. Disponible en:

[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_electrica\\_y\\_electronica/luminotecniaillumination/default9.asp](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_electrica_y_electronica/luminotecniaillumination/default9.asp)

[3] CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO ESPAÑA, *Niveles de Iluminación*. Disponible en:

[http://www.basc-costarica.com/documentos/Niveles\\_Illuminacion.pdf](http://www.basc-costarica.com/documentos/Niveles_Illuminacion.pdf)

[4] GARCIA, Javier, *Calculo de Instalaciones de Alumbrado*. Disponible en:

<http://edison.upc.edu/curs/Illum/interior/iluint2.html>

[5] INSTITUTO DE BIOMECANICA DE VALENCIA, *Factores Humanos en el desarrollo de productos*, Valencia, España 2010. Disponible en:

<http://portaldisseny.ibv.org/factoreshumanos/verficha.asp?ficha=216>

[6] MONTES P., *Iluminación eficiente*, junio 2010. Disponible en:

<http://es.paperblog.com/iluminacion-eficiente-tipos-de-luminarias-194029/>

[7] BLAZQUEZ, Vanesa, *Calculo de alumbrado de interiores*, Madrid, agosto 2004.

Disponible en:

[http://www.cnoo.es/modulos/gaceta/actual/gaceta384/CNOO\\_Articulo2.pdf](http://www.cnoo.es/modulos/gaceta/actual/gaceta384/CNOO_Articulo2.pdf)

[8] APROI LTDA., *Fuentes Luminosas*, Cali – Colombia 2009. Disponible en:

[http://www.aproi.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24](http://www.aproi.net/index.php?option=com_content&view=article&id=39:clasificacion-de-las-fuentes-luminosas-electricas-&catid=19:sistema-electrico-industrial&Itemid=24)

[9] HERNANDEZ, Juan, *Luminotecnia*, Madrid, 4 de marzo de 2011. Disponible en <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>.

[10] MINISTERIO RELACIONES LABORALES, *Código de Trabajo*, Quito, 2010. Disponible en <http://www.mrl.gob.ec/>

[11] SCHREDER, *La Referencia en Alumbrado*, Bruselas, 2011.

Disponible en <http://www2.schreder.com/272-4-259/default.aspx>