

Diseño del Sistema de Iluminación de Algunos de los Campos Deportivos de la Sede Principal de la Universidad Industrial de Santander.

**Álvaro Ignacio Reyes Arévalo
Jaime Andrés Reyes Arévalo
Juan Carlos Prada Torres**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA
Y DE TELECOMUNICACIONES**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES**

**Bucaramanga
septiembre de 2013**



**Diseño del Sistema de Iluminación de Algunos de los
Campos Deportivos de la Sede Principal de la
Universidad Industrial de Santander.**

**Álvaro Ignacio Reyes Arévalo
Jaime Andrés Reyes Arévalo
Juan Carlos Prada Torres**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Electricista

**Director
Ing. CIRO JURADO JEREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
Bucaramanga
septiembre de 2013**

LA VIDA ME HA ENSEÑADO QUE TODO LO QUE SE QUIERE SE LOGRA CON ESFUERZO Y DOY GRACIAS A DIOS POR ESTAR A MI LADO BRINDÁNDOME AMOR Y BENDICIÉNDOME DÍA A DÍA CON LA GRANDEZA DE PERMITIRME VIVIR.

GRACIAS A MIS PADRES POR DARME LAS MEJORES BASES PARA SER UNA MEJOR PERSONA CON CADA DÍA QUE PASA, POR SU APOYO INCONDICIONAL, POR SU AMOR Y SU PACIENCIA.

QUIERO DEDICARLE ESTE TRIUNFO A TODOS MIS AMIGOS, MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO, A MI FAMILIA EN GENERAL, PERO EN ESPECIAL A MI ABUELA ANA CECILIA QUE DESDE EL CIELO CELEBRA CONMIGO Y A MI ESPOSA LAURA LUNA, MI HIJA SARA VALENTINA QUE SON MI MOTOR PARA CONTINUAR HACIA ADELANTE YA QUE SIN ELLAS NO SERÍA POSIBLE TAN ANHELADA DICHA.

NO PUEDO DEJAR DE AGRADECER A ESAS PERSONAS TAN IMPORTANTES EN MI FORMACIÓN ACADÉMICA, LLAMADAS PROFESORES; Y A TUNAR-T UIS POR TANTAS ANÉCDOTAS Y EXPERIENCIAS VIVIDAS. A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO LES AGRADEZCO POR TODO EL EMPEÑO PUESTO EN ESTE PROYECTO, POR SU DEDICACIÓN ANTE TANTAS ADVERSIDADES Y A MI HERMANO EN ESPECIAL POR ANIMARNOS A SEGUIR ADELANTE EN TODO MOMENTO.

GRACIAS A TODAS LAS PERSONAS QUE APORTARON EN MI DE UNA U OTRA FORMA SU GRANITO DE ARENA EN TODOS ESTOS AÑOS DE ESTUDIO QUE HOY ME CONVIERTEN EN UN GRAN PROFESIONAL...

ÁLVARO IGNACIO.



*“LOS LOGROS Y METAS QUE SE ALCANZAN
EN ESTE LARGO CAMINO AL QUE LLAMAMOS VIVIR,
NO SERÍAN POSIBLE SIN LA PRESENCIA
DEL PADRE UNIVERSAL,
YA QUE ENVÍA SUS MÁS HERMOSOS ANGELES
A QUIENES LLAMAMOS PADRES,
PARA GUIARNOS EN CADA PASO QUE DAMOS.”*

*A LA “DAMA DE HIERRO” QUE AHORA VIVE
EN LO MÁS ALTO DEL FIRMAMENTO,
A MIS PADRES, A LA MONA DE LOS CHURCOS LOCOS,
A MI NOVIA Y A TODA MI FAMILIA,
DEDICO ESTA ALEGRÍA...*

JAIME ANDRÉS.

ESTE PROYECTO SE LO DEDICO PRIMERO A MI DIOS QUIEN SUPO GUIARME POR EL BUEN CAMINO, DARME FUERZAS, SALUD, FE Y SABIDURÍA PARA SEGUIR ADELANTE Y NO DESMAYAR EN LOS PROBLEMAS QUE SE PRESENTABAN, ENSEÑÁNDOME A ENCARAR LAS ADVERSIDADES SIN PERDER NUNCA LA DIGNIDAD NI DESFALLECER EN EL INTENTO.

A MI FAMILIA QUIENES GRACIA A ELLOS SOY LO QUE SOY. PARA MIS PADRES JUAN ANTONIO PRADA CÁRDENAS Y MARLENE TORRES CRISTANCHO POR TODO SU APOYO, CONSEJOS, COMPRENSIÓN, AMOR, POR SU CARIÑO Y SU TAN IMPORTANTE AYUDA EN LOS MOMENTOS DIFÍCILES Y TAMBIÉN POR AYUDARME CON LOS RECURSOS ECONÓMICOS NECESARIOS PARA ESTUDIAR. ME HAN DADO TODO COMO PERSONA TODO LO QUE SOY TODOS MIS PRINCIPIOS, MI CARÁCTER, MIS VALORES, MI CORAJE, MI EMPEÑO, MI PERSEVERANCIA PARA CONSEGUIR TODOS MIS OBJETIVOS.

A MIS HERMANOS POR ESTAR SIEMPRE CONMIGO, POR ESTAR SIEMPRE PRESENTES, ACOMPAÑÁNDOME DÍA TRAS DÍA PARA PODERME REALIZAR.

A MI FAMILIA QUIENES ME BRINDARON SIEMPRE SU AMOR Y COMPRENSIÓN. TAMBIÉN QUIERO DEDICAR ESTO A TODOS LOS PROFESORES QUE PASARON FRENTE A MÍ DURANTE MI FORMACIÓN DE PREGRADO QUE CON SUS EXCELENTES CONOCIMIENTOS AYUDARON Y APORTARON SU GRANO DE ARENA EN LA CULMINACIÓN DE ESTE TAN IMPORTANTE LOGRO PARA MI VIDA PROFESIONAL.

TAMBIÉN QUIERO DEDICARLE ESTO A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE PROYECTO DE GRADO QUE CON SU AYUDA Y TRABAJO EN EQUIPO HEMOS PODIDO CULMINAR NUESTRA LABOR SATISFACTORIAMENTE AGRADECIÉNDOLES LOS BUENOS Y NO TAN BUENOS MOMENTOS VIVIDOS EN NUESTRA LABOR DE ESTUDIANTES.

“LA DICHA DE LA VIDA CONSISTE EN TENER SIEMPRE ALGO QUE HACER, ALGUIEN A QUIEN AMAR Y ALGUNA COSA QUE ESPERAR”.
THOMAS CHALMERS

JUAN CARLOS.

AGRADECIMIENTOS



Brindamos nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización y culminación de nuestro proyecto de grado “**DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION DE ALGUNOS DE LOS CAMPOS DEPORTIVOS DE LA SEDE PRINCIPAL DE LA UNIVARSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**”.

En primer lugar, a la dirección de la escuela de ingeniería eléctrica electrónica y de telecomunicaciones, a nuestro director de proyecto, el profesor e ingeniero Ciro Jurado Jerez, por su apoyo y orientación para la realización y culminación exitosa del proyecto, y a nuestros amigos que demostraron como ingenieros electricistas tener la capacidad de hacer grandes cosas en beneficio de la comunidad.

Agradecimiento a los ingenieros Rito Alberto Perico Arias, Jairo Suarez y Fabián Solano, ya que con su colaboración permitieron una mejor orientación hacia el óptimo desarrollo de este proyecto. También agradecer especialmente al ingeniero Félix Gualdrón por el tiempo y excelente trato que nos brindó en la realización de las actividades programadas.

A nuestros gestores de vida por su apoyo incondicional, disposición y confianza que a lo largo de nuestra formación académica no permitieron que nos rindiéramos ante las pruebas y dificultades que nos regala la vida, para ser cada día mejores personas.

A los grupos culturales de nuestra alma mater, la tuna de la escuela de artes y música TUNAR-T UIS y al grupo de danzas afrocolombianas MACONDO UIS, por permitirnos participar de las actividades interdisciplinarias que complementan nuestra formación académica, mejorando nuestra interacción con el resto de individuos que conforman la comunidad en la que vivimos.

Para finalizar, agradecer a la ESCUELA DE DEPORTES UIS y a su director y profesor Milton Arciniegas, así como a todas las personas que forman parte de su equipo de trabajo, ya que su confianza y colaboración oportuna, permitieron una correcta realización de éste trabajo de grado.

TITULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE ALGUNOS DE LOS CAMPOS DEPORTIVOS DE LA SEDE PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*.



AUTORES:

ÁLVARO IGNACIO REYES ARÉVALO**
JAIME ANDRES REYES ARÉVALO**
JUAN CARLOS PRADA TORRES**

PALABRAS CLAVES:

Campos Deportivos, Diseño, Instalaciones Eléctricas, Normas Técnicas, Presupuesto, Sistemas de Iluminación.

DESCRIPCIÓN:

La Universidad Industrial de Santander, en reafirmación de su compromiso social con la comunidad, aprueba la vinculación de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones para la realización del presente proyecto.

Para el correcto desarrollo del proyecto, se siguieron las siguiente etapas: (1) Identificación y caracterización de los campos deportivos, (2) Diseño de los Sistemas de Iluminación para cada uno de los escenarios deportivos, (3) Cálculo de los diferentes alimentadores y cableado de las cargas establecidas en el diseño, (4) Sistema de puesta a tierra para la nueva subestación de potencia, (5) Selección de los transformadores de potencia, (6) Cantidades de obra y presupuesto, (7) Conclusiones y observaciones.

El presente diseño se realizó de tal forma que pueda existir un sistema de iluminación alimentado por redes eléctricas confiables, que brinde las condiciones mínimas al usuario de los escenarios deportivos, es decir, que cumpla con los valores mínimos de deslumbramiento, uniformidad e iluminancia media que están consignados en las diferentes normas, sustentando los resultados mediante simulaciones realizadas con el software “*Relux Pro*”.

Finalmente al obtener los resultados técnicos del diseño, se procedió a realizar el respectivo presupuesto de la obra para encontrar el monto necesario para llevar a cabo la construcción.

Este diseño está enmarcado dentro de las normas vigentes en el sector eléctrico regional y nacional, ya que se basó en las normas NTC 2050, el RETILAP, el RETIE y la norma para sistemas de distribución de la ESSA.

* Proyecto de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Ingeniero Ciro Jurado Jerez.

TITLE: DESIGN LIGHTING SYSTEM OF SOME OF SPORTS FIELDS OF THE HEADQUARTERS OF THE UNIVERSITY INDUSTRIAL DE SANTANDER *.



AUTHORS:

ÁLVARO IGNACIO REYES ARÉVALO**
JAIME ANDRES REYES ARÉVALO**
JUAN CARLOS PRADA TORRES**

KEYWORDS:

Sports Fields, Design, Electrical Installations, Technical Standards, Budget, Lighting Systems.

DESCRIPTION:

Industrial University of Santander, in reaffirmation of its social commitment to the community, linking approves the School of Electrical Engineering, Electronics and Telecommunications for the realization of this project.

For the correct development of the project, followed the following steps: (1) Identification and characterization of the sports fields, (2) Design Lighting Systems for each of the sports, (3) Calculation of the various feeders and wiring loads established in the design, (4) grounding System for new power substation, (5) Selection of power transformers (6) quantities of work and budget, (7) Conclusions and observations.

This design was made so that there can be a lighting system powered by reliable power grids, to provide the user the minimum conditions of the sports, ie complying with the minimum of glare, uniformity and average illuminance are entered under various standards, supporting the results of simulations carried out with the software "Relux Pro".

Finally to obtain the technical results of the design, we proceeded to perform the respective budget of the work to find the amount necessary to carry out the construction.

This design is framed within the rules in force in the regional and national electricity sector, since it was based on NTC rules 2050, RETILAP the standard RETIE and distribution systems ESSA.

* Graduation project.

** School of Physics and Mechanical Engineering. School of Electrical Engineering, Electronics and Telecommunications. Chief: Engineer Ciro Jurado Jerez.

TABLA DE CONTENIDO



INTRODUCCIÓN	23
1. GENERALIDADES	24
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	24
1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	25
1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
1.2.2 JUSTIFICACIÓN.....	25
1.2.3 IMPACTO ESPERADO	26
2. MARCO TEORICO	27
2.1 CONCEPTOS BÁSICOS.....	27
2.1.1 LA LUZ [1], [2].....	27
2.1.2 REFLEXIÓN [2].....	27
2.1.3 REFRACCIÓN [2].....	28
2.1.4 PROPAGACIÓN [1].....	28
2.1.5 TEMPERATURA DEL COLOR [1].....	29
2.2 DEFINICIONES TÉCNICAS	30
2.2.1 RELATIVAS A LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN GENERAL	30
2.2.2 RELATIVAS A LA ILUMINACIÓN.....	31
2.3 ILUMINACION DE EXTERIORES	35
2.3.1 LUMINARIAS PARA INSTALACIÓN EN EXTERIORES [10], [11].....	35
2.3.2 CONTROL DEL EFECTO ESTROBOSCÓPICO [10].....	39
2.3.3 CONTROL DEL DESLUMBRAMIENTO (G_R) [11], [14].....	39
2.3.4 DISPOSICIÓN Y ALTURA DE LOS SOPORTES DE ALUMBRADO [21].....	45
2.3.5 NIVEL DE COMPETICIÓN DEL JUEGO E INSTALACIONES [12].....	55
2.3.6 ASPECTOS IMPORTANTES EN LA ILUMINACION DEPORTIVA.....	56
3. SISTEMA DE ILUMINACIÓN	62
3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	62
3.2 UBICACIÓN, ALTURA DE LOS MÁSTILES Y NIVELES DE ILUMINACIÓN	62
3.2.1 CANCHA SUR.....	62
3.2.2 CANCHA 1RO DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA.....	64
3.2.3 CAMPO MULTIPROPÓSITO: SOFTBALL Y RUGBY.....	67
3.3 SELECCIÓN DE LA LUMINARIA	71
3.3.1 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LUMINARIAS: CANCHA SUR.....	72
3.4 POSICION DE LOS PROYECTORES EN EL POSTE.....	78
3.5 UTILIZACIÓN DE SOFTWARE PARA EL DISEÑO	78
3.6 DISEÑO DE ILUMINACIÓN: CANCHA SUR	79
3.6.1 CANCHA SUR: COMPETICION.....	81
3.6.2 CANCHA SUR: ENTRENAMIENTO	82
3.7 DISEÑO DE ILUMINACIÓN: CANCHA 1RO DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III	84
3.7.1 CANCHA 1RO DE MARZO CLASE III: COMPETICION.....	85
3.7.2 CANCHA 1RO DE MARZO (CLASE III): ENTRENAMIENTO.....	87
3.7.3 PISTA ATLÉTICA CLASE III: COMPETICIÓN.....	89
3.7.4 PISTA ATLÉTICA (CLASE III): ENTRENAMIENTO.....	91
3.8 DISEÑO DE ILUMINACIÓN: CANCHA 1RO DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II	93
3.8.1 CANCHA 1RO DE MARZO CLASE II: COMPETICION.....	94
3.8.2 CANCHA 1RO DE MARZO (CLASE II): ENTRENAMIENTO.....	96
3.8.3 PISTA ATLÉTICA CLASE II: COMPETICIÓN.....	98
3.8.4 PISTA ATLÉTICA (CLASE II): ENTRENAMIENTO.....	99
3.9 DISEÑO DE ILUMINACIÓN: CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL).....	101



3.9.1 CANCHA DE SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL): COMPETICIÓN.....103

3.9.2 CANCHA DE SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL): ENTRENAMIENTO.....105

3.9.3 CANCHA DE RUGBY (ORIGINAL): COMPETICION.....107

3.9.4 CANCHA DE RUGBY (ORIGINAL): ENTRENAMIENTO.108

3.10 DISEÑO DE ILUMINACIÓN: CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)110

3.10.1 CANCHA DE SOFTBALL (RUGBY CORRIDA): COMPETICIÓN.....112

3.10.2 CANCHA DE SOFTBALL (RUGBY CORRIDA): ENTRENAMIENTO114

3.10.3 CANCHA DE RUGBY (CORRIDA): COMPETICION116

3.10.4 CANCHA DE RUGBY (CORRIDA): ENTRENAMIENTO.....117

3.11 AJUSTES FINALES Y RESUMEN DE LOS DISEÑOS DE ILUMINACIÓN119

4. LEVANTAMIENTO DE LAS REDES ELECTRICAS EXISTENTES EN LAS ZONAS DEPORTIVAS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS.122

4.1 RED DE MEDIA TENSIÓN: ALIMENTACIÓN DE LA SUBESTACIÓN DEL COLISEO, TRAMOS 1 - 5.122

4.2 CIRCUITO GENERAL DE BAJA TENSIÓN: CAJAS DE INSPECCIÓN PRINCIPAL, TRAMOS 6 – 32, 32 – 33.125

4.3 CIRCUITO 1: ALIMENTACIÓN CANCHAS DE TENIS Y ALUMBRADO PUBLICO, TRAMOS 34 – 41, 41– 40, 34 – 49, 49 – 53.126

4.3.1 CIRCUITO 1.1: CANCHAS DE TENIS Y ALUMBRADO PUBLICO, Tramos 41 – 44, 41– 48.132

4.4 CIRCUITO 2: ALIMENTACIÓN CAFETERÍA Y CANCHAS MICRO-BASQUET, TRAMOS 33 – 54 – TD_CM136

4.4.1 CIRCUITO 2.1: CANCHAS DE MICROFÚTBOL, BASQUET Y VOLEIBOL, Tramos TD_CM – 56, 56 – 65, 56 - 64.....138

4.4.2 CIRCUITO 2.2: CANCHAS DE MICROFÚTBOL Y VOLEIBOL, Tramos TD_CM – 66, 66 – 68, 69 – 72, 69 – 73.....142

4.4.3 CIRCUITO 2.3: ALUMBRADO PÚBLICO CARRETERA, Tramos TD_CM – 66, 66 – 69, 69 – 73, 73 – 76, 76 – 86, 76 - 91.....147

4.5 ALIMENTACIÓN ALUMBRADO DEL PARQUEADERO Y DE LA CARRETERA DEL COSTADO SUR152

4.5.1 CIRCUITO 3.1: ALIMENTACIÓN DE LAS LÁMPARA TIPO HONGO DEL PARQUEADERO, Tramos 7 – 22, 22 – 31, 22 – 24, 24 – 26, 24– 17, 17 – 20.....152

4.5.2 CIRCUITO 3.2: ALIMENTACIÓN DE LA PORTERÍA CARRERA 30, Tramos 7 – 16, 16 – 17, 17 – 19.....158

4.5.3 CIRCUITO 3.3: ALIMENTACIÓN DE LÁMPARAS TIPO HONGO Y ALUMBRADO PUBLICO DEL COSTADO DE LA CARRETERA SUR, Tramos 7 – 8, 8 – 10, 10 – 11, 10 – 15.160

5. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN DEPORTIVA [8], [27]163

5.1 DEFINICIÓN DE LAS RUTAS DE ALIMENTACIÓN Y UBICACIÓN DE LAS CÁJAS DE INSPECCIÓN163

5.2 PARÁMETROS DE DISEÑO163

5.2.1 CALCULO DE LA DEMANDA.....164

5.2.2 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.....164

5.2.3 SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE FASE, NEUTRO Y TIERRA.....164

5.2.4 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES.....166

5.2.5 SELECCIÓN DE LAS DUCTERÍAS.....166

5.3 DISEÑOS ELÉCTRICOS167

5.3.1 REDES ELECTRICAS: CANCHA SUR169

5.3.2 REDES ELECTRICAS: CANCHA 1° MARZO Y ATLETISMO CLASE III189

5.3.3 REDES ELECTRICAS: CANCHA 1° MARZO Y ATLETISMO CLASE II214

5.3.4 REDES ELECTRICAS: CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)238

5.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE ACCIÓN Y CONTROL [28].....279

5.4.1 CIRCUITO DE CONTROL: CANCHA SUR.....281



5.4.2 CIRCUITO DE CONTROL: CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III.....	285
5.4.3 CIRCUITO DE CONTROL: CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II.....	294
5.4.4 CIRCUITO DE CONTROL: CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL).....	301
5.4.5 CIRCUITO DE CONTROL: CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA).....	308
5.5 SELECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA.....	316
5.5.1 TRANSFORMADOR PARA LAS CANCHAS DE SOFTBALL-RUGBY Y SUR.....	316
5.5.2 TRANSFORMADOR PARA LA CANCHA 1° DE MARZO.....	320
5.5.3 ILUMINACIÓN DE LA NUEVA SUBESTACIÓN.....	348
5.5.4 RED ELÉCTRICA PARA LA ILUMINACIÓN DE LA SUBESTACIÓN.....	352
5.5.5 RED ELÉCTRICA PARA LOS TOMA-CORRIENTES DE LA SUBESTACIÓN.....	356
5.5.6 SELECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS CONTRA SOBRETENSIONES DPS [35].....	360
5.5.7 SELECCIÓN DEL MEDIDOR DE ENERGÍA.....	363
6. PRESUPUESTO Y CANTIDADES DE OBRA.....	365
6.1 CAPÍTULO 1: SUBESTACIÓN PARA EL CAMPO 1° DE MARZO.....	366
6.2 CAPÍTULO 2: TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS DE LA NUEVA SUBESTACIÓN.....	373
6.3 CAPÍTULO 3: CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III.....	375
6.4 CAPÍTULO 4: CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II.....	391
6.5 CAPÍTULO 5: INSTALACIÓN DEL TRANSFORMADOR EN LA SUBESTACIÓN DEL COLISEO, PARA LAS CANCHAS SUR, SOFTBALL-RUGBY.....	404
6.6 CAPÍTULO 6: TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS DE LAS CANCHAS SUR, SOFTBALL- RUGBY (ORIGINAL).....	406
6.6.1 CAPÍTULO 6-A: TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS DE LAS CANCHAS SUR, SOFTBALL- RUGBY (CORRIDA).....	408
6.7 CAPÍTULO 7: CANCHAS SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL).....	410
6.8 CAPÍTULO 8: CANCHAS SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA).....	421
6.9 CAPÍTULO 9: CANCHA SUR.....	432
6.10 RESUMEN DE LOS CAPÍTULOS DEL PRESUPUESTO.....	442
6.11 COSTOS TOTALES DE EJECUCIÓN.....	445
6.11.1 OPCIÓN 1: CAMPOS SUR, 1° DE MARZO CLASE III Y SOFTBALL - RUGBY (ORIGINAL).....	445
6.11.2 OPCIÓN 2: CAMPOS SUR, 1° DE MARZO CLASE III Y SOFTBALL - RUGBY (CORRIDA).....	446
6.11.3 OPCIÓN 3: CAMPOS SUR, 1° DE MARZO CLASE II Y SOFTBALL - RUGBY (ORIGINAL).....	446
6.11.4 OPCIÓN 4: CAMPOS SUR, 1° DE MARZO CLASE II Y SOFTBALL - RUGBY (CORRIDA).....	447
7. OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES.....	448
BIBLIOGRAFÍA.....	451

LISTA DE FIGURAS



FIG. 1 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.....	27
FIG. 2 FENÓMENO DE LA REFLEXIÓN.....	28
FIG. 3 FENÓMENO DE LA REFRACCIÓN.....	28
FIG. 4 PROPAGACIÓN DE LA LUZ.....	29
FIG. 5 TEMPERATURA DEL COLOR.....	29
FIG. 6 CLASIFICACIÓN DEL PROYECTOR POR SU DISTANCIA DE PROYECCIÓN.....	36
FIG. 7 CLASIFICACIÓN DE PROYECTORES SEGÚN LA APERTURA DEL HAZ DE LUZ.....	36
FIG. 8 PROYECTORES CIRCULARES. A. HAZ SIMÉTRICO. B. HAZ ASIMÉTRICO.....	37
FIG. 9 DISPOSICIÓN DE PROYECTORES CIRCULARES. A. LATERAL. B. DIAGONAL.....	37
FIG. 10 PROYECTORES RECTANGULARES. A. HAZ SIMÉTRICO. B. HAZ ASIMÉTRICO.....	38
FIG. 11 DISPOSICIÓN DE PROYECTORES RECTANGULARES. A. LATERAL. B. DIAGONAL.....	38
FIG. 12 ZONAS SIN ILUMINACIÓN ARTIFICIAL PARA EVITAR EL DESLUMBRAMIENTO. FÚTBOL.....	41
FIG. 13 POSICIONES DEL OBSERVADOR PARA LA MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO. FÚTBOL.....	41
FIG. 14 ZONAS SIN ILUMINACIÓN ARTIFICIAL PARA EVITAR EL DESLUMBRAMIENTO. SOFTBALL.....	42
FIG. 15 POSICIONES DEL OBSERVADOR PARA LA MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO. SOFTBALL.....	43
FIG. 16 ZONAS SIN ILUMINACIÓN ARTIFICIAL PARA EVITAR EL DESLUMBRAMIENTO. RUGBY.....	43
FIG. 17 POSICIONES DEL OBSERVADOR PARA LA MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO. RUGBY.....	44
FIG. 18 POSICIONES DEL OBSERVADOR PARA LA MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO. ATLETISMO.....	44
FIG. 19 ORIENTACIÓN DE PROYECTORES Y DIVISIÓN DEL ÁREA DE JUEGO.....	45
FIG. 20 DISPOSICIONES RECOMENDADAS PARA 2, 3 Y 4 POSTES EN CANCHAS DE FÚTBOL.....	46
FIG. 21 ALTURA DE MONTAJE Y SEPARACIÓN MÍNIMA EN EL ALUMBRADO LATERAL.....	47
FIG. 22 DISTANCIA DE PROYECCIÓN MEDIANTE EL ÁNGULO DE ROTACIÓN.....	48
FIG. 23 SUB-ÁREAS DE JUEGO Y ORIENTACIÓN DE PROYECTORES EN EL ALUMBRADO LATERAL.....	48
FIG. 24 DISPOSICIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO EN CUATRO ESQUINAS [13].....	49
FIG. 25 ALTURA DE MONTAJE PARA EL ALUMBRADO POR ESQUINAS.....	49
FIG. 26 DISPOSICIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO MIXTO.....	50
FIG. 27 SISTEMA DE ALUMBRADO CON CUATRO POSTES.....	51
FIG. 28 SUB-ÁREAS Y ORIENTACIÓN DE PROYECTORES PARA LA UBICACIÓN DE CUATRO POSTES.....	52
FIG. 29 SISTEMA DE ALUMBRADO CON SEIS POSTES.....	53
FIG. 30 SUB-ÁREAS Y ORIENTACIÓN DE PROYECTORES PARA LA UBICACIÓN DE SEIS POSTES.....	53
FIG. 31 SISTEMA DE ALUMBRADO CON OCHO POSTES.....	54
FIG. 32 SUB-ÁREAS Y ORIENTACIÓN DE PROYECTORES PARA LA UBICACIÓN DE OCHO POSTES.....	54
FIG. 33 UBICACIÓN DE LOS POSTES PARA LA CANCHA SUR.....	63
FIG. 34 UBICACIÓN DE LOS POSTES PARA LA CANCHA 1RO MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III.....	65
FIG. 35 UBICACIÓN DE LOS POSTES PARA LA CANCHA 1RO MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II.....	66
FIG. 36 UBICACIÓN DE LOS POSTES PARA LAS CANCHAS DE SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL).....	67
FIG. 37 DISTANCIAS DE LOS POSTES A LAS CANCHAS DE SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL).....	68
FIG. 38 UBICACIÓN DE LOS POSTES PARA LAS CANCHAS DE SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA).....	69
FIG. 39 DISTANCIAS DE LOS POSTES A LAS CANCHAS DE SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA).....	70
FIG. 40 DIMENSIONES DEL PROYECTOR ARENA VISION MVF 404 DE PHILIPS.....	78
FIG. 41 POSICIÓN DE LOS PROYECTORES EN EL POSTE.....	78
FIG. 42 ESQUEMA DE LAS LUMINARIAS EN LOS POSTES DE LA CANCHA SUR. COMPETICIÓN.....	79
FIG. 43 ILUMINANCIAS HORIZONTALES Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA SUR. COMPETICIÓN.....	81
FIG. 44 ILUMINANCIAS MEDIAS HORIZONTALES DE LA CANCHA SUR. ENTRENAMIENTO.....	83
FIG. 45 ESQUEMA DE LAS LUMINARIAS EN LOS POSTES DE LA CANCHA SUR ENTRENAMIENTO.....	83
FIG. 46 ESQUEMA DE LAS LUMINARIAS EN LOS POSTES DE LA CANCHA 1º MARZO CLASE III.....	85
FIG. 47 ILUMINANCIAS Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA 1º MARZO CLASE III. COMPETICIÓN.....	86
FIG. 48 ILUMINANCIAS MEDIAS HORIZONTALES DE LA CANCHA 1º MARZO (CLASE III). ENTRENAMIENTO.....	87
FIG. 49 ESQUEMA DE LAS LUMINARIAS EN LOS POSTES DE LA CANCHA 1RO MARZO (CLASE III). ENTRENAMIENTO.....	88
FIG. 50 ESQUEMA DE LAS LUMINARIAS EN LOS POSTES DE LA PISTA ATLÉTICA CLASE III. COMPETICIÓN.....	89
FIG. 51 ILUMINANCIAS MEDIAS Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES DE LA PISTA ATLÉTICA CLASE III. COMPETICIÓN.....	90
FIG. 52 ILUMINANCIAS MEDIAS HORIZONTALES DE LA PISTA ATLÉTICA (CLASE III) ENTRENAMIENTO.....	91
FIG. 53 ESQUEMA DE LAS LUMINARIAS EN LOS POSTES DE PISTA ATLÉTICA (CLASE III). ENTRENAMIENTO.....	92



FIG. 54 ESQUEMA DE LUMINARIAS PARA LAS CANCHAS 1RO MARZO Y ATLETISMO CLASE II. COMPETICIÓN.....	94
FIG. 55 ILUMINANCIAS HORIZONTALES Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA 1° MARZO CLASE II. COMPETICIÓN.....	95
FIG. 56 ILUMINANCIAS MEDIAS HORIZONTALES. CANCHA 1° MARZO (CLASE II) ENTRENAMIENTO	96
FIG. 57 POSICIÓN DE LUMINARIAS EN LOS POSTES CANCHA 1RO MARZO (CLASE II). ENTRENAMIENTO	97
FIG. 58 ILUMINANCIAS MEDIAS Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES DE LA PISTA ATLÉTICA CLASE II. COMPETICIÓN.....	98
FIG. 59 ILUMINANCIAS MEDIAS HORIZONTALES DE LA PISTA ATLÉTICA (CLASE II) ENTRENAMIENTO.....	100
FIG. 60 ESQUEMA DE LAS LUMINARIAS EN LOS POSTES PISTA ATLÉTICA (CLASE II). ENTRENAMIENTO	100
FIG. 61 ESQUEMA DE LUMINARIAS PARA LAS CANCHAS SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL). COMPETICIÓN	103
FIG. 62 ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES CANCHA DE SOFTBALL (R. ORIGINAL). COMPETICIÓN.	104
FIG. 63 ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES CANCHA DE SOFTBALL (R. ORIGINAL). ENTRENAMIENTO.	105
FIG. 64 ESQUEMA DE LAS LUMINARIAS EN LOS POSTES DE LA CANCHA DE SOFTBALL (R. ORIGINAL). ENTRENAMIENTO.....	106
FIG. 65 ILUMINANCIAS HORIZONTALES Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA RUGBY (ORIGINAL). COMPETICIÓN.....	107
FIG. 66 ESQUEMA DE LAS LUMINARIAS EN LOS POSTES DE LA CANCHA DE RUGBY (ORIGINAL). ENTRENAMIENTO.....	109
FIG. 67 ILUMINANCIAS HORIZONTALES Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA RUGBY (ORIGINAL). ENTRENAMIENTO.....	109
FIG. 68 ESQUEMA DE LUMINARIAS EN LAS CANCHAS SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA). COMPETICIÓN.....	112
FIG. 69 ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES CANCHA DE SOFTBALL (R. CORRIDA). COMPETICIÓN.....	113
FIG. 70 ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES CANCHA DE SOFTBALL (R. CORRIDA). ENTRENAMIENTO.	114
FIG. 71 ESQUEMA DE LAS LUMINARIAS EN LOS POSTES DE LA CANCHA DE SOFTBALL (R. CORRIDA). ENTRENAMIENTO.....	115
FIG. 72 ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA RUGBY (CORRIDA). COMPETICIÓN	116
FIG. 73 ESQUEMA DE LUMINARIAS EN POSTES, CANCHA DE RUGBY (CORRIDA). ENTRENAMIENTO.	118
FIG. 74 ILUMINANCIAS HORIZONTALES Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA RUGBY (CORRIDA). ENTRENAMIENTO.....	118
FIG. 75 DISTANCIAS Y CANALIZACIÓN PARA LA CANCHA SUR DESDE LA S.E. COLISEO.	170
FIG. 76 DISTANCIAS CANALIZACIÓN CANCHA SUR, RUTA 1	171
FIG. 77 DISTANCIAS CANALIZACIÓN CANCHA SUR, RUTA 2	178
FIG. 78 DISTANCIAS Y CANALIZACIÓN PARA LA CANCHA 1° MARZO DESDE EL TRANSFORMADOR DE CAFETERÍA.....	191
FIG. 79 DISTANCIAS CANALIZACIÓN CANCHA 1° MARZO Y PISTA ATLÉTICA, CLASE III	192
FIG. 80 DISTANCIAS Y CANALIZACIÓN PARA LA CANCHA 1° MARZO DESDE EL TRANSFORMADOR DE CAFETERÍA.....	215
FIG. 81 DISTANCIAS CANALIZACIÓN CANCHA 1° MARZO Y PISTA ATLÉTICA, CLASE II	217
FIG. 82 DISTANCIAS Y CANALIZACIÓN PARA LA CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL).....	239
FIG. 83 DISTANCIAS CANALIZACIÓN CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL).....	240
FIG. 84 DISTANCIAS Y CANALIZACIÓN PARA LA CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA).	258
FIG. 85 DISTANCIAS CANALIZACIÓN CANCHA SOFTBALL (RUGBY CORRIDA).	260
FIG. 86 CIRCUITO DE CONTROL Y POTENCIA PARA LA CANCHA SUR.	281
FIG. 87 DISTANCIA DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN HASTA EL TABLERO DE CONTROL CANCHA SUR (RUTA 1).....	282
FIG. 88 DISTANCIA DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN HASTA EL TABLERO DE CONTROL . CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III.....	286
FIG. 89 CIRCUITO DE CONTROL Y POTENCIA DE LA CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III.	287
FIG. 90 CIRCUITO DE CONTROL Y POTENCIA DE LA CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II.	294
FIG. 91 DISTANCIA DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN HASTA EL TABLERO DE CONTROL. CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II.....	295
FIG. 92 CIRCUITO DE CONTROL Y POTENCIA DE LA CANCHA DE SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL).	302
FIG. 93 DISTANCIA DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN HASTA EL TABLERO DE CONTROL. CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL).....	303
FIG. 94 CIRCUITO DE CONTROL Y POTENCIA DE LA CANCHA DE SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL).	309
FIG. 95 DISTANCIA DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN HASTA EL TABLERO DE CONTROL. CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA).....	310
FIG. 96 UBICACIÓN DEL NUEVO TRANSFORMADOR Y SU RESPECTIVO SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	320

FIG. 97 PUNTO DE UBICACIÓN DEL TRANSFORMADOR Y ORIGEN PARA LA MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO.....	321
FIG. 98 MONTAJE Y USO DEL TELURÓMETRO PARA LA MEDIDA DE RESISTIVIDAD.	321
FIG. 99 TOMA DE LAS MEDICIONES NECESARIAS PARA DETERMINAR LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO.	322
FIG. 100 PERFIL DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO.	323
FIG. 101 DISEÑO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA SIN VARILLAS.....	330
FIG. 102 DISEÑO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA CON VARILLAS.....	334
FIG. 103 DISTANCIA DESDE EL POSTE PE1 HASTA EL PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR	340
FIG. 104 UBICACIÓN DE LA SUBESTACIÓN.....	346
FIG. 105 VISTAS Y MEDIDAS DE LA NUEVA SUBESTACIÓN.	348
FIG. 106 ILUMINANCIAS MEDIAS HORIZONTALES DEL CUARTO DE LA SUBESTACIÓN.	349
FIG. 107 POSICIONES DEL OBSERVADOR PARA MEDICIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO, CUARTO S.E.	349
FIG. 108 ILUMINANCIAS MEDIAS HORIZONTALES DEL CUARTO DE LA SUBESTACIÓN.	350
FIG. 109 POSICIONES DEL OBSERVADOR PARA MEDICIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO, CUARTO B.T.	351
FIG. 110 DISTANCIAS DE LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL HASTA LOS INTERRUPTORES	352
FIG. 111 RUTA DEL CIRCUITO DE ILUMINACIÓN Y POSICIÓN DE LAS LÁMPARAS, CUARTO SUBESTACIÓN	353
FIG. 112 RUTA DEL CIRCUITO DE ILUMINACIÓN Y POSICIÓN DE LAS LÁMPARAS, CUARTO B.T.....	354
FIG. 113 RUTA DE LOS CIRCUITOS DE TOMAS DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL	356
FIG. 114 DISTANCIA DE LA RUTA DEL CIRCUITO DE LOS TOMA-CORRIENTES, CUARTO SUBESTACIÓN.....	357
FIG. 115 DISTANCIA DE LA RUTA DEL CIRCUITO DE LOS TOMA-CORRIENTES, CUARTO SUBESTACIÓN.....	358



LISTA DE TABLAS

TABLA 1 CLASIFICACIÓN NEMA SEGÚN LA APERTURA DEL HAZ DE LUZ.....	35
TABLA 2 ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO.....	39
TABLA 3 LÍMITES DE DESLUMBRAMIENTO EN RECINTOS ABIERTOS.....	40
TABLA 4 CLASE DE COMPETENCIA DE JUEGO.....	56
TABLA 5 CLASIFICACIÓN DE LAS COMPETICIONES SEGÚN LA FIFA.....	56
TABLA 6 APARIENCIA Y TEMPERATURA DEL COLOR.....	59
TABLA 7 NIVELES DE ILUMINANCIA HORIZONTAL Y UNIFORMIDAD POR TIPO DE JUEGO.....	59
TABLA 8 NIVELES DE ILUMINANCIA Y UNIFORMIDAD PARA EL FÚTBOL.....	60
TABLA 9 FACTORES DE MANTENIMIENTO DE PROYECTORES.....	61
TABLA 10 COMPARACIÓN DE LAS LUMINARIAS.....	71
TABLA 11 TOTAL DE PROYECTORES CON LOS DIFERENTES MODELOS PRESELECCIONADOS.....	72
TABLA 12 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA SUR COMPETICIÓN.....	82
TABLA 13 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA SUR ENTRENAMIENTO.....	84
TABLA 14 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA 1º MARZO CLASE III. COMPETICIÓN.....	86
TABLA 15 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA 1º MARZO (CLASE III). ENTRENAMIENTO.....	88
TABLA 16 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. PISTA ATLÉTICA CLASE III. COMPETICIÓN.....	91
TABLA 17 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. PISTA ATLÉTICA (CLASE III). ENTRENAMIENTO.....	92
TABLA 18 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA 1º MARZO CLASE II. COMPETICIÓN.....	96
TABLA 19 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA 1º MARZO (CLASE II). ENTRENAMIENTO.....	97
TABLA 20 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. PISTA ATLÉTICA CLASE II. COMPETICIÓN.....	99
TABLA 21 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. PISTA ATLÉTICA (CLASE II). ENTRENAMIENTO.....	101
TABLA 22 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA SOFTBALL (R. ORIGINAL). COMPETICIÓN.....	104
TABLA 23 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA SOFTBALL (R. ORIGINAL). ENTRENAMIENTO.....	106
TABLA 24 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA RUGBY (ORIGINAL). COMPETICIÓN.....	108
TABLA 25 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA RUGBY (ORIGINAL). ENTRENAMIENTO.....	110
TABLA 26 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA SOFTBALL (R. CORRIDA). COMPETICIÓN.....	114
TABLA 27 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA SOFTBALL (R. CORRIDA). ENTRENAMIENTO.....	116
TABLA 28 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA RUGBY (CORRIDA). COMPETICIÓN.....	117
TABLA 29 VALORACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO. CANCHA RUGBY (CORRIDA). ENTRENAMIENTO.....	119
TABLA 30 RESUMEN DE LOS DISEÑOS LUMÍNICOS.....	120
TABLA 31 CARGAS EN KG QUE SOPORTARÁN LOS POSTES DEBIDO AL PESO DE LOS PROYECTORES.....	121
TABLA 32 VALORES OBTENIDOS DE LAS MEDICIONES REALIZADAS.....	323
TABLA 33 VALORES OBTENIDOS CON LA RESISTENCIA MEDIDA, DIRECCIÓN ESTE-OESTE.....	324
TABLA 34 VALORES OBTENIDOS CON LA RESISTENCIA MEDIDA, DIRECCIÓN NORTE-SUR.....	324
TABLA 35 VALORES DEL DESLUMBRAMIENTO EN EL CUARTO DE LA SUBESTACIÓN.....	350
TABLA 36 VALORES DEL DESLUMBRAMIENTO EN EL CUARTO DE LA SUBESTACIÓN.....	351
TABLA 37 SELECCIÓN DE LOS DPS.....	362



LISTA DE ANEXOS



ANEXO A CARTAS DE AUTORIZACION DE LA DIVISION DE PLANTA FÍSICA	455
ANEXO B HOJAS DE DATOS DE LAS LUMINARIAS.....	457
ANEXO C POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA SUR	474
ANEXO D VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA SUR. COMPETICIÓN	476
ANEXO E VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA SUR. ENTRENAMIENTO	477
ANEXO F POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA 1RO MARZO CLASE III.....	478
ANEXO G VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA 1RO DE MARZO CLASE III. COMPETICIÓN.....	481
ANEXO H VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA 1RO DE MARZO (CLASE III). ENTRENAMIENTO.....	482
ANEXO I POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. PISTA ATLÉTICA CLASE III.....	483
ANEXO J VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA PISTA ATLÉTICA CLASE III. COMPETICIÓN	484
ANEXO K VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA PISTA ATLÉTICA (CLASE III). ENTRENAMIENTO	485
ANEXO L POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA 1RO MARZO CLASE II.....	486
ANEXO M VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA 1RO DE MARZO CLASE II. COMPETICIÓN.....	489
ANEXO N VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA 1RO DE MARZO (CLASE II). ENTRENAMIENTO.....	490
ANEXO O POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. PISTA ATLÉTICA CLASE II.....	491
ANEXO P VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA PISTA ATLÉTICA CLASE II. COMPETICIÓN.....	492
ANEXO Q VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA PISTA ATLÉTICA (CLASE II). ENTRENAMIENTO.....	493
ANEXO R POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA SOFTBALL (R. ORIGINAL).....	494
ANEXO S VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA DE SOFTBALL (R. ORIGINAL). COMPETICIÓN.....	496
ANEXO T VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA DE SOFTBALL (R. ORIGINAL). ENTRENAMIENTO.....	497
ANEXO U POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA RUGBY (ORIGINAL)	498
ANEXO V VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA RUGBY (ORIGINAL). COMPETICIÓN	500
ANEXO W VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA RUGBY (ORIGINAL). ENTRENAMIENTO.....	501
ANEXO X POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA SOFTBALL (R. CORRIDA)	502
ANEXO Y VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA DE SOFTBALL (R. CORRIDA). COMPETICIÓN.....	505
ANEXO Z VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA DE SOFTBALL (R. CORRIDA). ENTRENAMIENTO.....	506
ANEXO AA POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA RUGBY (CORRIDA).....	507
ANEXO BB VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA RUGBY (CORRIDA). COMPETICIÓN	509
ANEXO CC VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA RUGBY (CORRIDA). ENTRENAMIENTO.....	510
ANEXO DD TABLAS UTILIZADAS PARA EL DISEÑO DE LAS REDES ELECTRICAS.....	511
ANEXO EE CUADROS DE CARGA DE LAS REDES ELECTRICAS DE LOS CAMPOS DEPORTIVOS	524
ANEXO FF PRECIOS DE LOS DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS UTILIZADOS [36], [37]	532

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de grado tiene como propósito el diseño de las instalaciones eléctricas y el sistema de iluminación de algunos de los campos deportivos de la Universidad Industrial de Santander, sede principal. Parte del estudiantado, profesores y personal administrativo, notan la importancia y la necesidad de tener la opción de encontrar en los espacios deportivos una salida de la cotidianidad debida a trabajo y al estudio, así como una forma saludable de vencer el estrés, la ansiedad y otros problemas de salud que aquejan hoy en día a nuestra sociedad.

Es posible encontrar también una serie de problemas sociales que tienen impacto dentro de la universidad bajo la oscuridad de la noche, en las zonas cercanas a los espacios deportivos que presentan una deficiencia en cuanto a fuentes de iluminación, ya que éstos lugares son aprovechados por personas con vicios pocos saludables, convirtiéndolos en espacios en donde solo unos pocos disfrutan de la manera menos adecuada, afectando a la gran mayoría de la comunidad UIS, por lo que teniendo una iluminación en los campos deportivos, éstos problemas podrían evitarse, al menos cuando las canchas estén siendo utilizadas.

Así mismo, la universidad podría conseguir nuevos aportes económicos que ayuden a solventar el mantenimiento y mejoramiento de estos escenarios, así como el financiamiento de proyectos que generen otros espacios donde realizar la prácticas deportivas. Es imperativo llevar a cabo un proyecto de grado donde se pueda hacer posible este tipo de análisis y así poder construir una mejor academia para todos, con espacios deportivos dignos de tan importante establecimiento educativo como lo es la Universidad Industrial de Santander.

1. GENERALIDADES

Para el desarrollo de este proyecto se tomarán como referencia las normas para los sistemas de iluminación y redes eléctricas establecidas por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia, RETILAP, RETIE y NTC 20-50.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño del sistema de iluminación de la cancha de Rugby, estadio 1° de Marzo, estadio Sur y del diamante de Softball, basándonos en las normas y reglamentos que rigen el sector eléctrico colombiano como el RETILAP, RETIE y NTC 20-50.

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El cumplimiento del objetivo general del trabajo de grado comprende:

- Proponer un esquema que establezca la disposición y la altura de los soportes de las luminarias, el tipo de proyectores y su orientación, los niveles de iluminación, uniformidad y deslumbramiento, el cálculo de las redes eléctricas, las protecciones requeridas, la ubicación y especificaciones de las cámaras de inspección, y las canalizaciones para los conductores desde la red eléctrica seleccionada para la ***Cancha 1° de Marzo.***
- Proponer un esquema que establezca la disposición y la altura de los soportes de las luminarias, el tipo de proyectores y su orientación, los niveles de iluminación, uniformidad y deslumbramiento, el cálculo de las redes eléctricas, las protecciones requeridas, la ubicación y especificaciones de las cámaras de inspección, y las canalizaciones para los conductores desde la red eléctrica seleccionada para la ***Cancha Sur.***
- Proponer un esquema que establezca la disposición y la altura de los soportes de las luminarias, el tipo de proyectores y su orientación, los niveles de iluminación, uniformidad y deslumbramiento, el cálculo de las redes eléctricas, las protecciones requeridas, la ubicación y especificaciones de las cámaras de inspección, y las canalizaciones para los conductores desde la red eléctrica seleccionada para el ***Diamante de Softball.***
- Proponer un presupuesto donde se evidencien los costos de la implementación de los diseños propuestos, el cual contendrá las cantidades de obra y el listado de materiales necesarios para cada uno de ellos.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Departamento de Deportes de la Universidad Industrial de Santander, es el encargado de impartir las clases que sirven de esparcimiento a los estudiantes en su proceso de formación como profesionales, utilizando para ello los campos deportivos que están bajo su responsabilidad, coordinación y mantenimiento, y que a su vez son usados para actividades de integración como “Muévete UIS”, campeonatos, olimpiadas, conciertos y entrenamientos por parte de los equipos que representan a la universidad a nivel departamental y nacional. Asimismo, estos escenarios son alquilados eventualmente a entidades privadas como el Atlético Bucaramanga para la realización de sus entrenamientos algunos fines de semana.

Los espacios que actualmente son destinados para estas actividades como las canchas de fútbol, de rugby y el diamante de softbol, sólo pueden ser usados en horas del día, debido a que éstos no cuentan con un sistema de iluminación que permita su aprovechamiento en la noche, dificultando así la realización óptima de los procesos deportivos y culturales que son llevados actualmente en la universidad.

Además del inconveniente que conlleva no contar con un sistema de iluminación en estos espacios para la formación deportiva de los estudiantes en la franja nocturna, se debe tener presente el problema de orden social representado en el consumo de bebidas alcohólicas y de sustancias alucinógenas ó psicoactivas en la parte posterior de estos sitios (en horas de la noche), causando además que estos sean convertidos en baños provisionales, generando tanto olores nauseabundos, como peligro para la integridad de los vigilantes y conductores de automóviles que por allí transitan.

1.2.2 JUSTIFICACIÓN

La necesidad de un sistema de iluminación manifestada por el propio director del departamento de deportes por medio de carta escrita dirigida al Dr. Rubén Darío Cruz, como director de la escuela de ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones E³T, es el principal motivo para sustentar la elaboración de este proyecto.

Los espacios competitivos serían aprovechados en su totalidad por toda la comunidad universitaria y la población deportiva de Bucaramanga, ya que habría nuevos horarios de clases para los estudiantes que mejor se adapten a éstos, y existiría más disponibilidad de tiempo para el entrenamiento de los equipos existentes que mejorarían su rendimiento en los diferentes torneos en los que participan, debido a la compatibilidad horaria entre la academia y la formación competitiva. Igualmente, los campos deportivos de nuestra alma mater deben tener las mínimas especificaciones técnicas para poder realizarse en ellos cualquier tipo de actividades, garantizando el buen desarrollo de éstas y la integridad de las personas que concurren a ellas, no sin mencionar que se podrían obtener nuevos aportes económicos que sirvan para el

mantenimiento y funcionamiento de las canchas y del sistema de iluminación, debido al alquiler de los mismos en la noche.

Además, como se mencionó en el planteamiento del problema, se podría evitar la presencia de individuos en la parte posterior de las canchas consumiendo licor o sustancias psicoactivas, cuando la mayoría de la jornada académica ha terminado entrando la noche, ayudando con esto de manera indirecta al programa “UIS Libre de Drogas”, impulsado por la universidad desde semestres anteriores.

1.2.3 IMPACTO ESPERADO

1.2.3.1 DIRECTOS

- Se hará entrega de planos y de toda la fundamentación teórica incluyendo cálculos eléctricos para la realización de este proyecto, para poder tener a nuestro servicio los espacios deportivos no solo en la claridad del día, sino también en las horas de la noche, logrando que todas las personas de nuestra comunidad puedan hacer un uso adecuado de estos espacios de esparcimiento.
- Se entregaran simulaciones en programas especializados para mostrar el alcance de este proyecto, donde quedaran evidenciados lo importante y necesario de la realización del mismo.

1.2.3.2 ECONÓMICOS

- La organización de torneos importantes que vinculen a los deportistas de toda la región, alquilando nuestros escenarios y ayudando así a la financiación de los mismos para su mejoramiento y mantenimiento.
- Darle a la universidad otra forma de autofinanciación por medio del deporte, aprovechando nuestras instalaciones y escenarios deportivos.

1.2.3.3 SOCIALES

- Nuestra comunidad podrá reunirse y compartir alrededor del deporte en sus propios escenarios deportivos en las horas nocturnas contando con una buena iluminación.
- Estimular la integración de los estudiantes llevando a cabo torneos deportivos en las distintas ramas, aprovechando el tiempo en las noches donde la disponibilidad por parte del estudiantado es casi total, incluyendo las personas que laboran en la parte administrativa.
- Poder liberar los espacios de esparcimiento de aquellas personas que no tienen ningún interés en la práctica del deporte cuando las canchas estén siendo utilizadas.

2. MARCO TEORICO

A continuación, se explicaran algunos conceptos que se relacionan directamente con el tema a tratar, por lo que es importante conocerlos y entenderlos. Seguidamente, se traerán a colación las nociones básicas para la realización de los diseños de iluminación, mencionando sus componentes fundamentales y las normas vigentes que los regulan.

2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

2.1.1 LA LUZ [1], [2]

Es una onda electromagnética radiante que produce una sensación visual al ojo humano, evaluándose así su intensidad. En el espectro luminoso, la luz visible se ubica entre las radiaciones ultravioleta e infrarroja, comprendida entre los límites de longitudes de onda de 380 [nm] (color violeta) y 780 [nm] (color rojo).

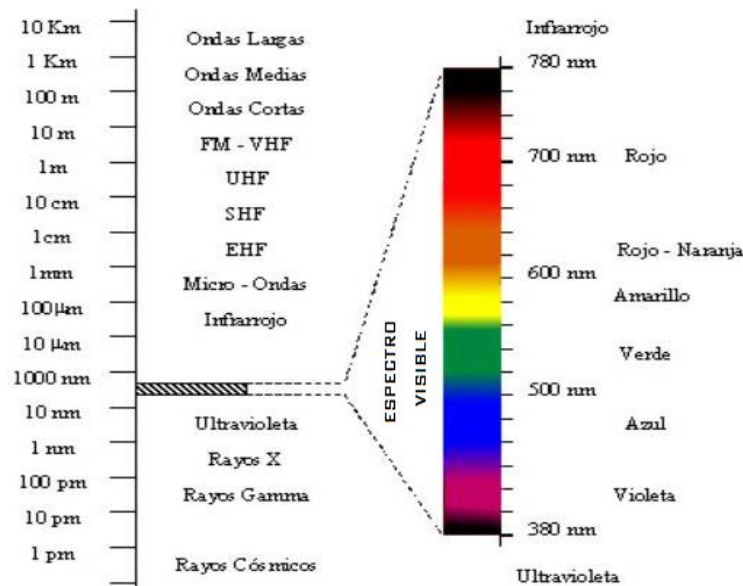


Fig. 1 Espectro Electromagnético.

Fuente: <http://laura-p11.blogspot.com/2010/04/la-luz.html>. [3].

2.1.2 REFLEXIÓN [2]

Es el cambio de dirección que experimenta un rayo luminoso al chocar con una superficie cuando se desplaza. Si la superficie es lisa, el fenómeno de reflexión se denomina *especular*, los rayos reflejados son paralelos entre sí y su dirección estará en el plano perpendicular a la superficie reflectora que lo contiene. Por otro lado, si la superficie es rugosa, el fenómeno de reflexión se conoce como *difuso* y los rayos se reflejan en varias direcciones.

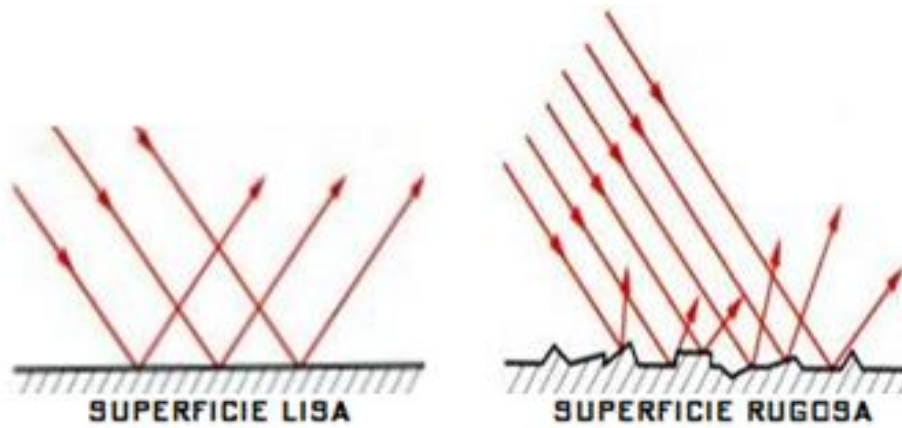


Fig. 2 Fenómeno de la Reflexión.

Fuente: http://www.fisicanet.com.ar/fisica/ondas/ap11_luz.php. [4].

2.1.3 REFRACCIÓN [2]

Es el cambio de dirección experimentada por un rayo de luz cuando se mueve por un medio transparente y pasa a otro de igual característica, originado por la diferencia de velocidad propia de cada medio.

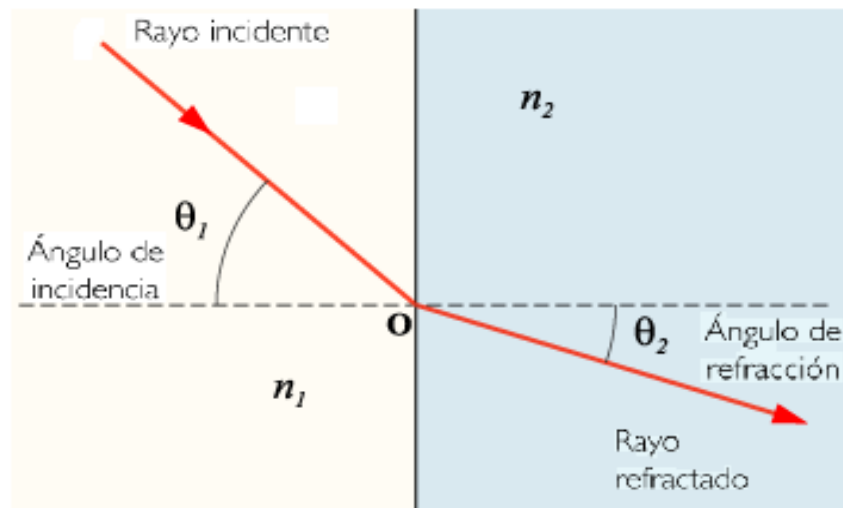


Fig. 3 Fenómeno de la Refracción.

Fuente: <http://deconceptos.com/ciencias-naturales/refraccion>. [5].

2.1.4 PROPAGACIÓN [1]

La dirección de propagación de la luz es en línea recta y es una de sus propiedades más evidentes, conocido comúnmente como rayo de luz, ya que éste es una representación en forma de línea sin grosor y no debe confundirse con un haz, que sí tiene grosor. Un hecho que demuestra la propagación rectilínea de la luz es la formación de sombras a producidas por cualquier objeto.

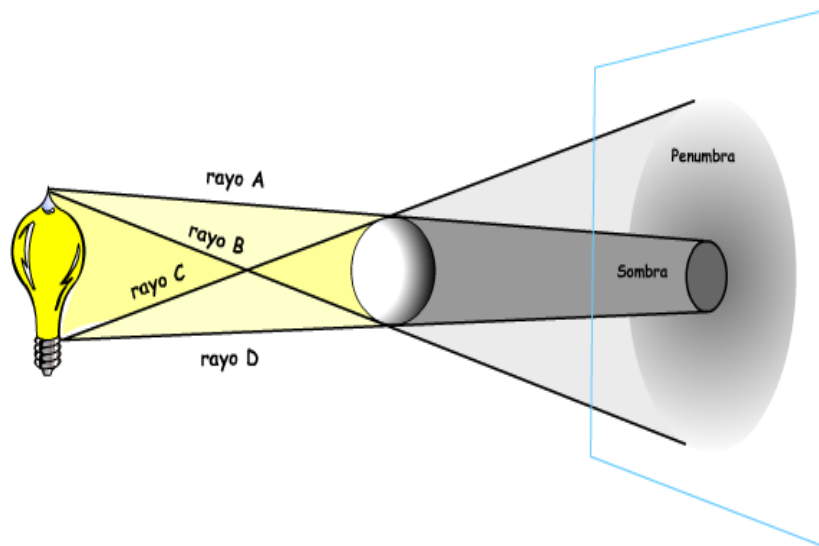


Fig. 4 Propagación de la Luz.

Fuente: <http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=133071>. [6].

2.1.5 TEMPERATURA DEL COLOR [1]

Es la descripción del color presente en una fuente luminosa comparada con el color de un objeto o cuerpo negro, el cual se considera como el “radiante perfecto”, a medida que aumenta la emisión de luz por parte de la fuente. Además, se debe tener en cuenta que no es una medida de la temperatura real y que únicamente se puede aplicar a las fuentes que tengan gran parecido con el cuerpo negro.



Fig. 5 Temperatura del Color.

Fuente: <http://climacusticaparaarquitectos.wordpress.com/2011/06/08/temperatura-del-color-laura-avila-08-0467-johelin-novas-08-0523/>. [7].

2.2 DEFINICIONES TÉCNICAS

2.2.1 RELATIVAS A LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN GENERAL

Las siguientes definiciones se tomaron del Código Eléctrico Colombiano **NTC 2050 [8]**, del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas **RETIE [9]**:

Acometida: Derivación de la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble.

Aislador: Elemento de mínima conductividad eléctrica, diseñado para dar soporte a conductores o a equipos eléctricos y aislarlos eléctricamente de otros conductores o de tierra.

Alimentador: Conjunto de conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final o subestación.

Barraje de puesta a tierra (equipotencial): conductor de tierra colectiva, usualmente una barra de cobre o un cable de diámetro equivalente.

Canalización: Canal cerrado de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras.

Capacidad de corriente: Corriente máxima en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal de servicio.

Circuito Eléctrico: Lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes.

Conductor de Puesta a Tierra (*Grounding conductor*): conductor utilizado para conectar los equipos o el circuito puesto a tierra de una instalación, al electrodo o electrodos de tierra de la instalación.

Conexión Equipotencial: Conexión eléctrica entre dos o más puntos, de manera que cualquier corriente que pase, no genere una diferencia de potencial sensible entre ambos puntos.

Electrodo de Puesta a Tierra: Es el conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo.

Hermético a la Lluvia: Construido, protegido o tratado de tal manera que la exposición a la lluvia batiente no permita la entrada de agua bajo condiciones específicas de ensayo.

Hermético al Agua: Construido o protegido de tal manera que la humedad no puede penetrar la cubierta en condiciones específicas de ensayo.

Hermético al Polvo: Construido o protegido de modo que el polvo no pueda penetrar la cubierta en condiciones específicas de ensayo.

Interruptor Automático: Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada.

Panel de Distribución (*Panelboard*): Equipo que incluye elementos de conexión, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede estar equipado con interruptores para accionamiento de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; está diseñado para ser instalado en un armario o caja colocado en o sobre una pared o tabique y es accesible solo por su frente.

Pararrayos: Elemento metálico resistente a la corrosión, cuya función es interceptar los rayos que podrían impactar directamente sobre la instalación a proteger. (Se denomina terminal de captación).

Plano Eléctrico: Representación gráfica de las características de diseño y las especificaciones para construcción o montaje de equipos y obras eléctricas.

Puesta a Tierra: Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

Rayo: Es un fenómeno físico que se caracteriza por una transferencia de carga eléctrica de una nube hacia la tierra, de la tierra hacia la nube, entre dos nubes, al interior de una nube o de la nube hacia la ionosfera.

Sobrecarga: Funcionamiento de un equipo por encima de sus parámetros normales a plena carga o de un conductor por encima de su capacidad de corriente nominal que, si persiste durante un tiempo suficiente, podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla como un cortocircuito o una falla a tierra no es una sobrecarga.

Sobrecorriente: Corriente por encima de la corriente nominal de un equipo o de la capacidad de corriente de un conductor. Puede ser el resultado de una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

Sobretensión: Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.

2.2.2 RELATIVAS A LA ILUMINACIÓN

Los conceptos mencionados a continuación son primordiales para el buen entendimiento y desarrollo elocuente del problema a tratar, y son algunos de los plasmados en el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público **RETILAP [10]:**

Arrancador: Dispositivo que por sí solo o en asocio con otros componentes, genera pulsos para encender bombillas de descarga sin precalentamiento.

Balasto: Unidad insertada en la red y una o más bombillas de descarga, la cual, por medio de inductancia o capacitancia o la combinación de inductancias y capacitancias, sirve para limitar la corriente de la(s) bombilla(s) hasta el valor requerido.

El balasto puede incluir, también medios para transformar la tensión de alimentación y arreglos que ayuden a proveer la tensión de arranque, prevenir el arranque en frío, reducir el efecto estroboscópico, corregir el factor de potencia y/o suprimir la radio-interferencia.

Bombilla o Lámpara: Término genérico para denominar una fuente de luz fabricada por el hombre. El término también es usado para denotar fuentes que emiten radiación en regiones del espectro adyacentes a la zona visible.

Campo Visual: Lugar geométrico de todos los objetos o puntos en el espacio que pueden ser percibidos cuando la cabeza y los ojos de un observador se mantienen fijos.

Candela (cd): Unidad del Sistema Internacional (SI) de intensidad luminosa. Una candela es igual a un lúmen por estereorradián. Una candela se define como la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de una frecuencia de 540×10^{12} [Hz] y en la cual la intensidad radiante en esa dirección es $1/683$ W por estereorradián.

Coefficiente de Utilización (CU ó K): Relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie a iluminar (flujo útil) y el flujo total emitido por una luminaria. Usualmente, se aplica este término cuando se refiere a luminarias de alumbrado público.

Curva Isolux: Línea que une todos los puntos que tengan la misma iluminancia en el plano horizontal, para una altura de montaje de 1 ó 10 m y un flujo luminoso de 1.000 lm.

Densidad de Flujo Luminoso: Cociente del flujo luminoso por el área de la superficie cuando ésta última está iluminada de manera uniforme.

Deslumbramiento: Sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad. Existe deslumbramiento cegador, directo, indirecto, incómodo e incapacitivo.

Diagrama Polar: Gráfica que representa en coordenadas polares la distribución de las intensidades luminosas en planos definidos, generalmente como $C = 0^\circ - 180^\circ$, $C = 90^\circ - 270^\circ$ y plano de intensidad máxima.

Efecto Estroboscópico: Ilusión óptica que ocasiona que un objeto iluminado por una bombilla de descarga sea visible a intervalos, dando la impresión de aparente inmovilidad. Este efecto ocurre cuando la velocidad a la que se mueve el objeto es múltiplo de los destellos periódicos de las bombillas.

Eficacia Luminosa de una Fuente: Relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (bombilla) y la potencia de la misma. La eficacia de una fuente se expresa en lúmenes/vatio (lm/W).

Factor de Mantenimiento (FM): Factor usado en el cálculo de la luminancia e iluminancia después de un período dado y en circunstancias establecidas. Tiene en cuenta la hermeticidad de la luminaria, la depreciación del flujo luminoso de la bombilla, la clasificación de los niveles de contaminación del sitio y el período de operación (limpieza) de la luminaria.

Factor de Uniformidad de Iluminancia: Medida de la variación de la iluminancia sobre un plano dado, expresada mediante alguno de los siguientes valores:

- a) Relación entre la iluminancia mínima y la máxima.
- b) Relación entre la iluminancia mínima y la promedio

Factor de Utilización de la Luminaria (k): Relación entre el flujo luminoso que llega a la calzada (Flujo útil) y el flujo total emitido por la luminaria. Usualmente se aplica este término cuando se refiere a luminarias de alumbrado público.

Flujo Luminoso (Φ): Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lúmen (lm).

Flujo Útil: Flujo luminoso recibido sobre la superficie bajo consideración.

Fotómetro: Instrumento para medir las cantidades fotométricas: tales como luminancia, intensidad luminosa, flujo luminoso e iluminancia.

Fuente Luminosa: Dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

Iluminancia (E): Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).

Iluminancia Promedio Horizontal Mantenido (E_{prom}): Valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia promedio en el área especificada. Es la iluminancia promedio en el período en el que debe ser realizado el mantenimiento. También se le conoce como Iluminancia media mantenida.

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR): Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación.

Lúmen (lm): Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI). Radiométricamente, se determina de la potencia radiante; fotométricamente, es el flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido (un estereorradián) por una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa uniforme de una candela.

Luminancia (L): En un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de

la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada. La unidad de luminancia es candela por metro cuadrado. (Cd/m^2).

Luminaria: Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.

Lux (lx): Unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lúmen por metro cuadrado ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm}/\text{m}^2$).

Matriz de Intensidades: Tabla que, en función de los ángulos C y el ángulo γ , define los valores de intensidad luminosa que suministra la luminaria en cualquier punto a su alrededor. Los datos de intensidad luminosa se pueden dar en candelas por 1.000 lm.

Niveles Mínimos de Iluminación Mantenido: Son los niveles de iluminación adecuado a la tarea que se realiza en un local o en una vía. Los ciclos de mantenimiento y limpieza se deben realizar para mantener los valores de iluminación mantenido y tendrán que sustituirse las bombillas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, de este modo se asegura que la tarea se pueda desarrollar según las necesidades visuales.

Plano de Trabajo: Es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos.

Potencia nominal de una Fuente Luminosa: Potencia requerida por la fuente luminosa, según indicación del fabricante, para producir el flujo luminoso nominal. Se da en vatios (W).

Protector: Parte traslúcida de una luminaria cerrada, destinada a proteger las bombillas y los reflectores de los agentes externos. Los protectores pueden ser a su vez, difusores o refractores.

Proyector: Aparato de iluminación que concentra la luz en un ángulo sólido limitado, con el fin re-obtener un valor de intensidad luminosa elevado.

Sistema de Iluminación: Componentes de la instalación de iluminación y sus interrelaciones para su operación y funcionamiento.

Vida Útil de una Fuente Luminosa: Período de servicio efectivo de una fuente que trabaja bajo condiciones y ciclos de trabajo nominales hasta que su flujo luminoso sea el 70 % del flujo luminoso total.

2.3 ILUMINACION DE EXTERIORES

El poder aprovechar los grandes espacios de concentración de personas en horas de la noche, cambio la manera de pensar y contribuyó a la evolución del hombre notablemente. Los sistemas de iluminación de éstos tipos de espacios deben estar en la capacidad de otorgar confiabilidad y seguridad para cualquier individuo que los frecuente y por lo tanto, deben ser diseñados de acuerdo a requisitos y parámetros mínimos que son establecidos en normas y documentos técnicos, los cuales sirven de referencia y punto de partida para garantizar su eficiencia y correcto funcionamiento.

2.3.1 LUMINARIAS PARA INSTALACIÓN EN EXTERIORES [10], [11]

En cualquier tipo de instalaciones deportivas ó áreas extensas de trabajo, se utiliza un tipo de luminaria llamada proyector ó reflector, cuya función principal es la de concentrar la luz en un ángulo sólido (ángulo formado por rectas cuyo origen es la fuente luminosa, y que está limitado por una superficie cónica) con la finalidad de conseguir la mayor intensidad luminosa. Las luminarias más utilizadas son las de mercurio de alta presión, halógenas, metal halide y las de sodio.

2.3.1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PROYECTORES

Los proyectores pueden clasificarse de dos formas, mediante el grado de apertura del haz de luz y por medio de su distribución lumínica:

2.3.1.1.1 GRADO DE APERTURA DEL HAZ DE LUZ [12]

La apertura del haz de luz puede ser *estrecha*, *media* ó *ancha*, y ésta indica el ángulo que se forma cuando se alcanza el 10% ó el 50% del valor máximo de la intensidad luminosa emitida por la fuente de luz.

En la industria de la iluminación es ampliamente utilizada la clasificación **NEMA** (*National Electrical Manufacturers Association*) para la selección de proyectores en diseños preliminares. Dicha clasificación se basa en el ángulo de campo ó ángulo en el que la intensidad luminosa del proyector cae en un 10% de su valor máximo, tal y como se muestra a continuación:

Clase de Haz (NEMA)	Apertura del Haz (10% de $I_{m\acute{a}x}$)	Distancia de Proyección [m]	Descripción
1	10° a 18°	$\geq 73,2$	Haz Estrecho
2	18° a 29°	61 a 73,2	
3	29° a 46°	53,3 a 61	
4	46° a 70°	44,2 a 53,3	Haz Medio
5	70° a 100°	32 a 44,2	
6	100° a 130°	24,4 a 32	Haz Ancho
7	> a 130°	$\leq 24,4$	

Tabla 1 Clasificación NEMA según la Apertura del Haz de Luz.

Fuente: IESNA *Lighting Handbook*. [12].

Para una mejor comprensión de la distancia de proyección presentada en la tercera columna de la tabla anterior y de la clasificación **NEMA** a partir de la apertura del haz, se pueden consultar las figuras 6 y 7 que se muestran posteriormente:

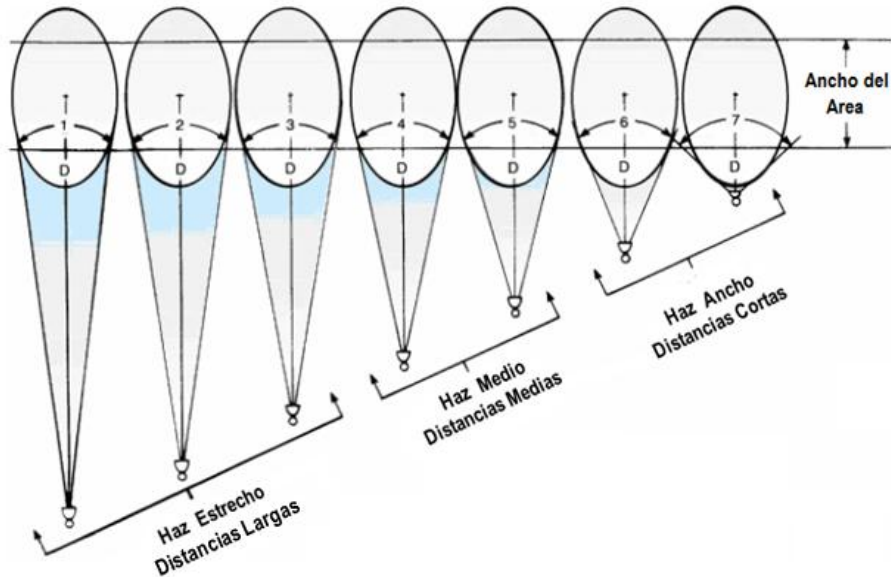


Fig. 6 Clasificación del Proyector por su Distancia de Proyección.
Fuente: *IESNA Lighting Handbook*. [12].

Seguidamente se muestra la curva de distribución de intensidad luminosa de un proyector en coordenadas polares, cuya intensidad máxima es de 100.000 cd. En ella se puede observar que el ángulo en que la intensidad luminosa cae al 50% del valor máximo (50.000 cd) es de 48°, y para el 10% del mismo valor (10.000 cd) es de 60°.

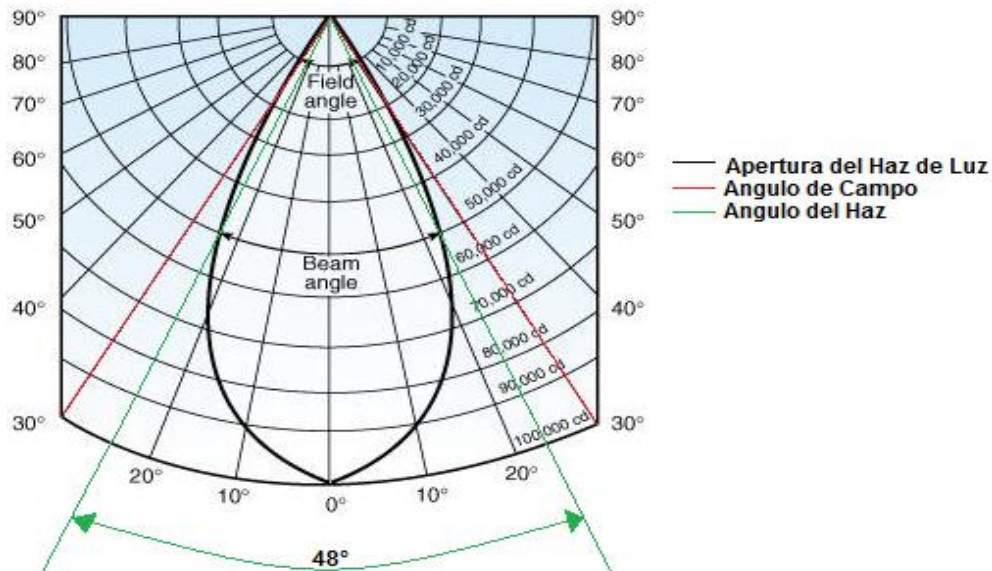


Fig. 7 Clasificación de Proyectores según la Apertura del haz de Luz.
Fuente: *IESNA Lighting Handbook*. [12].

Éste reflector se clasifica como NEMA tipo 4, ya que su ángulo de campo está entre 46° y 70°.

2.3.1.1.2 DISTRIBUCIÓN DE LUZ

La clasificación de los proyectores mediante su distribución lumínica, se divide en:

2.3.1.1.2.1 PROYECTORES CIRCULARES [13]

Los proyectores circulares requieren el uso de una fuente de luz más o menos concentrada, tal como el de una lámpara de descarga de alta intensidad. Cuando no se enfoca verticalmente hacia abajo, el haz cónico emite un modelado de luz elíptica o casi elíptica sobre el campo. Existen dos tipos de proyectores circulares empleados en la iluminación deportiva por proyección:

- a. Con un haz simétrico en forma cónica, los cuales pueden tener un haz estrecho o un haz ancho.
- b. Con un haz levemente asimétrico en el plano vertical, los cuales pueden tener un haz estrecho, mediano, ancho y muy ancho.

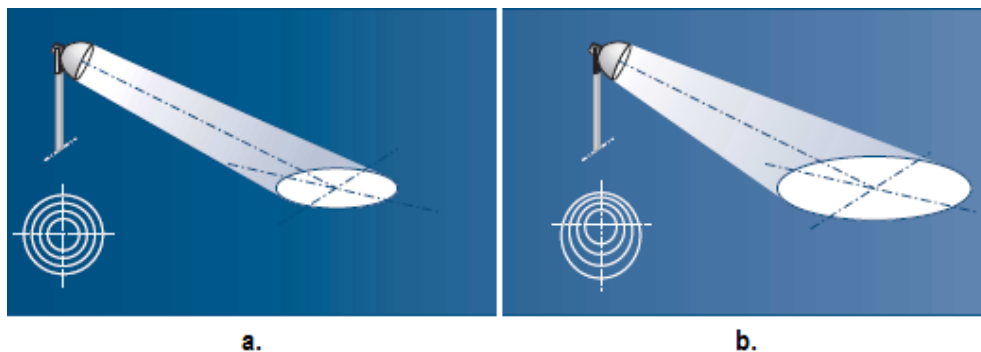


Fig. 8 Proyectores Circulares. a. Haz Simétrico. b. Haz Asimétrico.

Fuente: *INDAL*, Iluminación por Proyección. [13].

El proyector circular, es más eficiente que la unidad rectangular cuando se utiliza en las cuatro esquinas (disposición diagonal), siempre y cuando se utilicen varias unidades por columna.

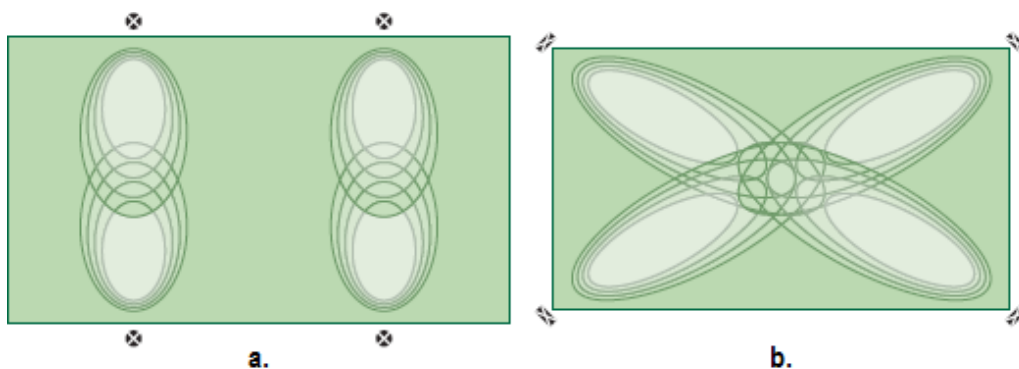


Fig. 9 Disposición de Proyectores Circulares. a. Lateral. b. Diagonal.

Fuente: *INDAL*, Iluminación por Proyección. [13].

2.3.1.1.2.2 PROYECTORES RECTANGULARES [13]

Los proyectores rectangulares se utilizan junto con fuentes lineales tales como lámparas de descargas tubulares y halógenas. El haz con forma de abanico produce sobre el área donde se practica la actividad deportiva un modelo de luz muy trapezoidal. Existen dos tipos:

- Con distribución de luz simétrica en los planos horizontales y verticales. En el plano horizontal el haz es ancho, mientras que en el plano vertical puede ser ancho o estrecho.
- Con distribución de luz simétrica en el plano horizontal cuyo haz es ancho, y distribución de luz asimétrica en el plano vertical.



Fig. 10 **Proyectores Rectangulares. a. Haz Simétrico. b. Haz Asimétrico.**
Fuente: *INDAL*, Iluminación por Proyección. [13].

Cuando los proyectores rectangulares se montan en forma no muy separada sobre los lados de un área deportiva (disposición lateral), ofrecen dos ventajas sobre la unidad circular: la distribución de luz es más uniforme y el desperdicio de luz es menor.

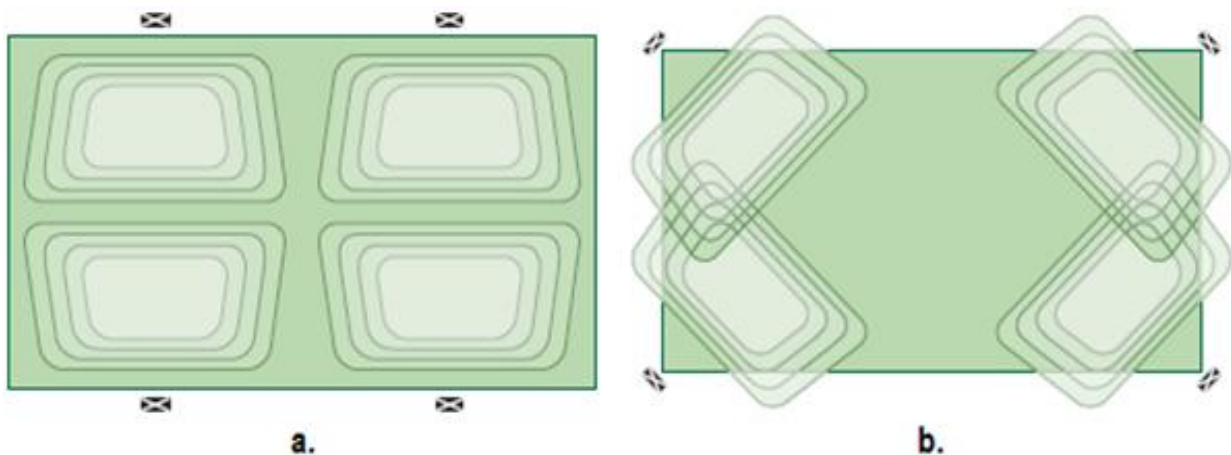


Fig. 11 **Disposición de Proyectores Rectangulares. a. Lateral. b. Diagonal.**
Fuente: *INDAL*, Iluminación por Proyección. [13].

2.3.2 CONTROL DEL EFECTO ESTROBOSCÓPICO [10]

Este efecto es el engaño que padece el ojo humano debido a la persistencia de imágenes en el cerebro, y se puede eliminar conectando los proyectores en cada torre de iluminación a las tres fases de la línea de alimentación de manera alternada, así, la instalación eléctrica debe llevar distribución trifásica a cada torre de iluminación, independiente de la potencia a manejarse.

2.3.3 CONTROL DEL DESLUMBRAMIENTO (G_R) [11], [14]

El deslumbramiento es la sensación producida por áreas brillantes dentro del campo de visión y puede ser experimentado como **deslumbramiento molesto** y **perturbador**, provocando una sensación molesta en la visión y en casos extremos puede conllevar a una ceguera transitoria. El primero es el que causa molestias en la visualización sin dificultar la observación de los objetos cuando la luz que llega a los ojos es demasiado intensa; el segundo es aquel que reduce la capacidad de visualizar objetos, pero sin causar molestias. Para poder controlar tal efecto en grandes áreas deportivas, se puede optar por:

- Colocar lo más alto posible las fuentes de luz a una altura mínima de 18 metros.
- Reducir la dispersión del flujo luminoso y las superficies de luminarias visibles.
- Los proyectores deben situarse de manera que el ángulo formado entre la dirección del eje visual y la dirección del foco luminoso, sea mayor o igual a 20° y menor o igual a 30° .
- Apantallar las luminarias, es decir, ubicar el reflector de manera que provea el ángulo necesario para dirigir y controlar la luz.

Para evaluar el grado de deslumbramiento en instalaciones deportivas y áreas de trabajo en exteriores en donde se utiliza iluminación a gran altura, se emplea el índice de deslumbramiento G_R , cuya escala de 0 a 100 en orden ascendente, es la que se muestra en la siguiente tabla, tomando valores de reflectancia del campo de entre 0,15 y 0,25.

Deslumbramiento	Índice GR
Imperceptible	10
	20
Perceptible	30
	40
Admisible	50
	60
Molesto	70
	80
Insoportable	90
	100

Tabla 2 Índice de Deslumbramiento.

Fuente: REEAE - Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de Alumbrado Exterior. [15].

Los límites de deslumbramiento según la publicación número 83 de la Comisión Internacional de L'Éclairage (CIE), establece que el valor del grado de deslumbramiento se debe tomar a una altura de 1,5 metros sobre el terreno de juego, y debe corresponder con los siguientes valores:

Destino del Alumbrado	Tipo de Actividad	GR _{max}
Protección y Seguridad	Riesgos Bajos	55
	Riesgos Medios	50
	Riesgos Altos	45
Movimiento y Seguridad	Sólo Peatones	55
	Tráfico Lento	50
	Tráfico Normal	45
Trabajo	Ordinario	55
	Detallado	50
	Fino	45
Instalaciones Deportivas	Entrenamiento	55
	Competición	50

Tabla 3 Límites de Deslumbramiento en Recintos Abiertos.

Fuente: REEAE - Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de Alumbrado Exterior. [15].

Las mediciones del índice de deslumbramiento (G_R) dependen de las posiciones del observador, por lo que en la práctica deportiva estará asociado con la identificación de las zonas más críticas para el correcto desarrollo del juego, y las posiciones más frecuentes de los jugadores y jueces. A continuación, se presentan las posiciones del observador para la medición del deslumbramiento y algunas recomendaciones para mitigar éste fenómeno en los diferentes deportes:

2.3.3.1 EN CAMPOS DE FÚTBOL [16]

Uno de los requisitos más importantes en el diseño de iluminación es proveer a los jugadores, los árbitros y espectadores, un ambiente sin deslumbramientos. Las siguientes áreas sombreadas se definen como zonas sin iluminación artificial:

- **Zona de las Esquinas de la Línea de Meta:** A fin de mantener adecuadas condiciones visuales para el portero y los jugadores atacantes en los saques de esquina, no se colocará iluminación dentro de los 10 grados a ambos lados de la línea de meta.
- **Detrás de la Línea de Meta:** A fin de mantener adecuadas condiciones visuales para los jugadores atacantes frente a la meta y para el portero, no se colocará iluminación dentro de los 20 grados a ambos lados de la línea de meta.

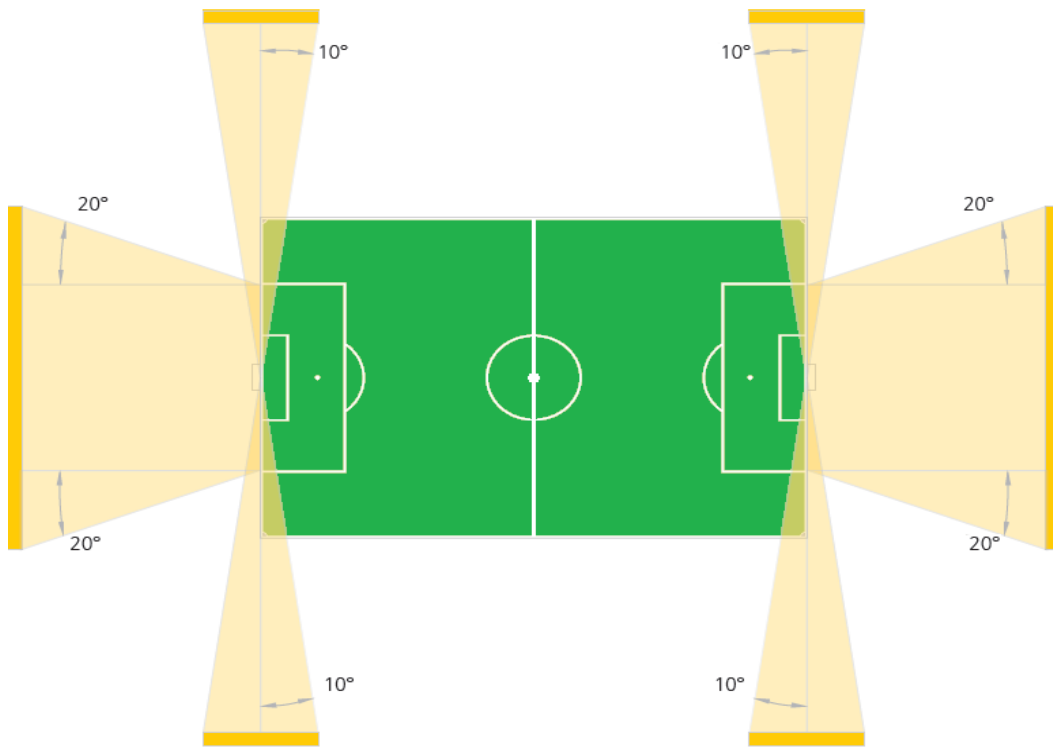


Fig. 12 Zonas sin Iluminación Artificial para Evitar el Deslumbramiento. Fútbol.
Fuente: FIFA, Iluminación y Suministro de Energía en Estadios de Fútbol. [16].

Las mediciones correspondientes de las posiciones del observador para obtener el valor del deslumbramiento, se deben tomar en dirección de las líneas de gol, bandas laterales y algunas de las posiciones más frecuentes de los jugadores como se muestra en la siguiente ilustración:

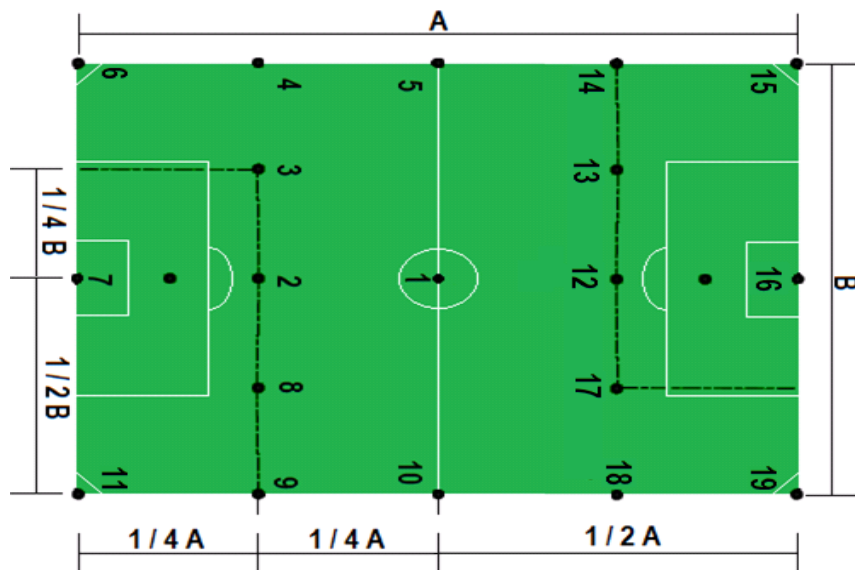


Fig. 13 Posiciones del Observador para la Medición del Índice de Deslumbramiento. Fútbol.

Fuente: Tesis de Grado, Estudio y Diseño para la Iluminación de la Cancha y Graderías del Estadio Municipal de la Ciudad de Azogues. [11].

2.3.3.2 EN CAMPOS DE SOFTBALL / BASEBALL

Al igual que en las canchas de fútbol, en el béisbol existen zonas en las que no es adecuada la ubicación de postes ó estructuras que sirvan de soporte para la colocación de proyectores, ya que se produciría deslumbramiento en los jugadores, y no permitiría una buena visión para ellos, los espectadores y los arbitros de juego.

Como se muestra a continuación, en las zonas sombreadas se aconseja no utilizar iluminación artificial, además, se muestra la ubicación típica de postes empleando para ello, un total de 8 estructuras de soporte de luminarias, aclarando que también pueden usarse 6 o menos, siempre y cuando se cumpla con las especificaciones técnicas consignadas en las normas y en los reglamentos técnicos, las cuales permitirán un mejor rendimiento de los jugadores, ya que no serán afectados por efectos como el deslumbramiento.

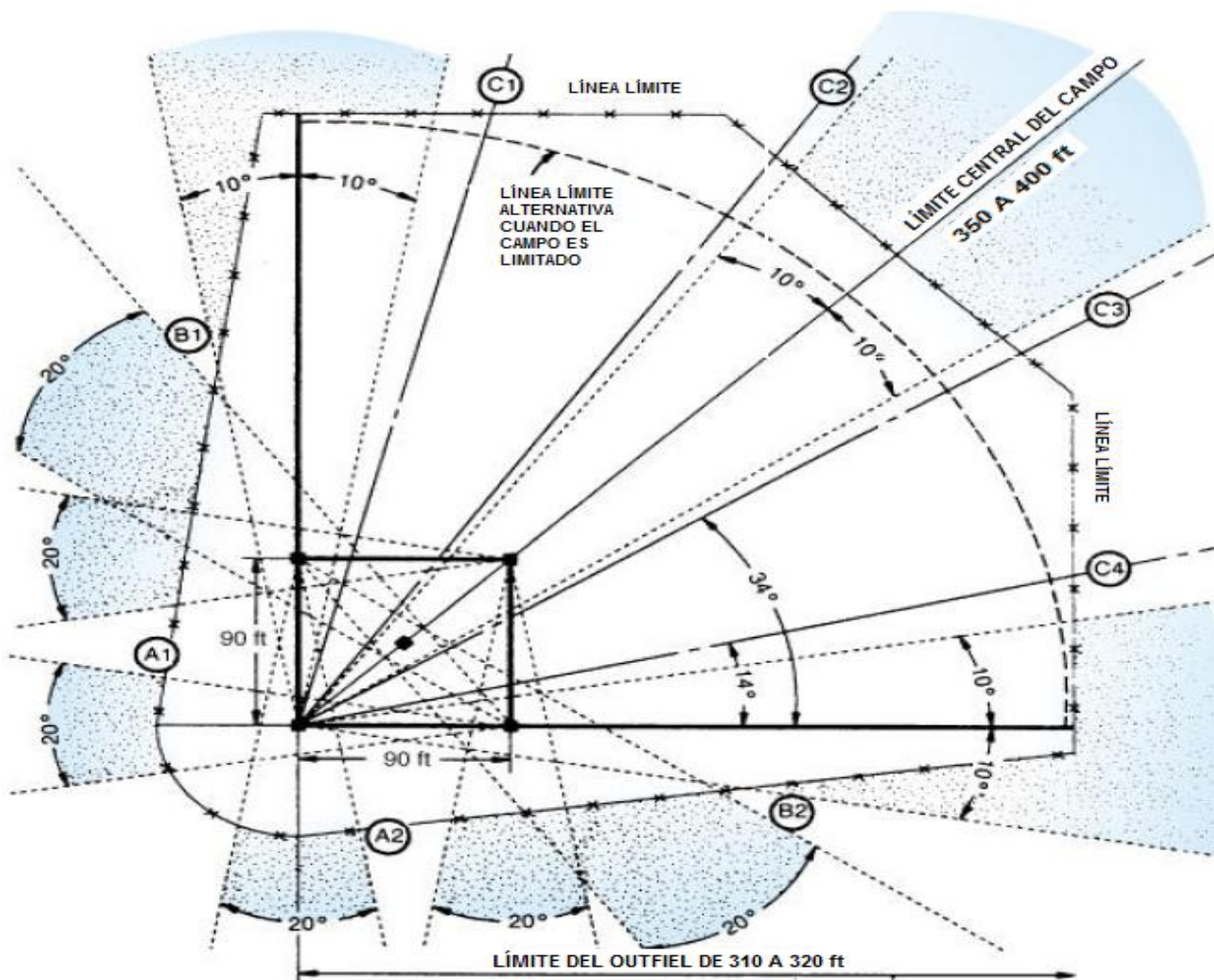


Fig. 14 Zonas sin Iluminación Artificial para Evitar el Deslumbramiento. Softball.

Fuente: IESNA Lighting Handbook. [12].

Las ubicaciones del observador para la medición del deslumbramiento, se deben tomar en las posiciones de los jugadores y de los jueces como muestra la figura 15:

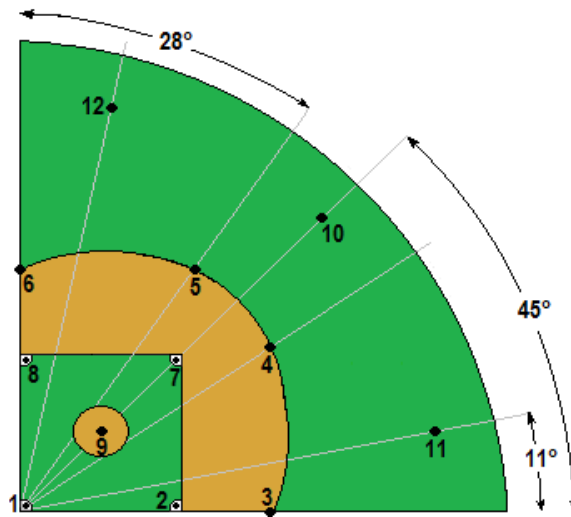


Fig. 15 Posiciones del Observador para la Medición del Índice de Deslumbramiento. Softball.

Fuente: http://www.proyectosalohogar.com/deportes/beisbol_reglas.htm. [17].

2.3.3.3 EN CAMPOS DE RUGBY

Como ya se dijo, en la iluminación de escenarios deportivos existen zonas en las que no es permitida la ubicación de postes, debido a que se produciría el efecto de deslumbramiento. Las siguientes zonas son áreas en las que no puede existir iluminación artificial:

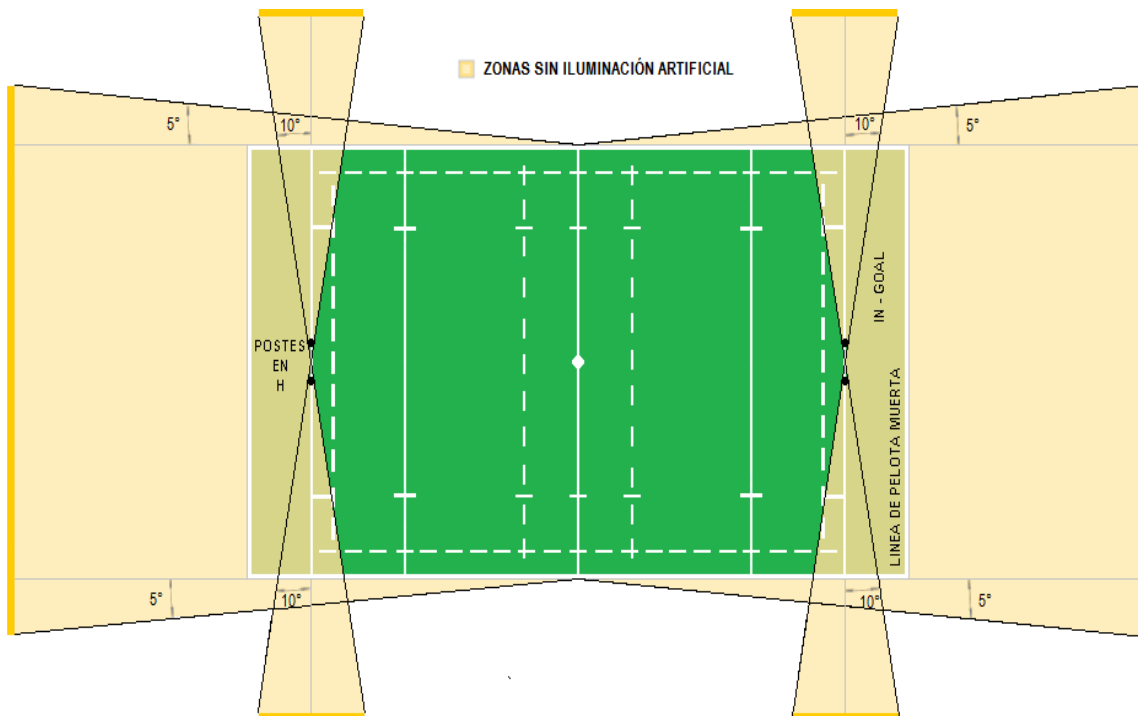


Fig. 16 Zonas sin Iluminación Artificial para Evitar el Deslumbramiento. Rugby.

Fuente: North Carolina High School Athletic Association, *Lighting Standards*. [18].

Las ubicaciones del observador para la medición del deslumbramiento, se deben tomar en las posiciones de los jugadores más frecuentes de los jugadores:

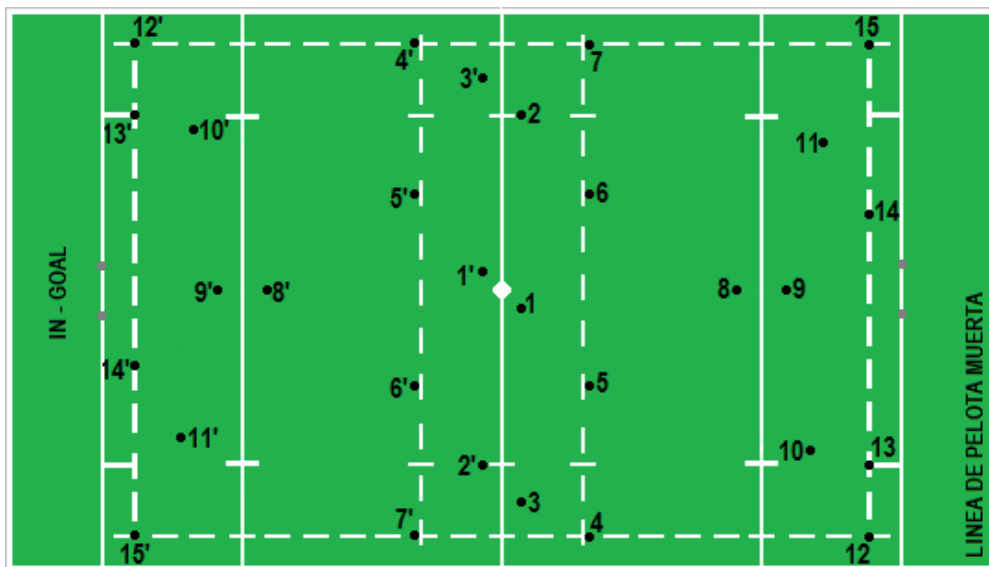


Fig. 17 Posiciones del Observador para la Medición del Índice de Deslumbramiento. Rugby.

Fuente: <http://adri10-futbol.blogspot.com/2008/11/posiciones-en-el-campo.html>. [19].

2.3.3.4 EN PISTAS DE ATLETISMO [20]

Generalmente las pistas de atletismo se construyen alrededor de un campo de fútbol, por lo que la ubicación de los postes para mitigar el deslumbramiento, es la misma que se mostró anteriormente para éste deporte. Así mismo, la posición del observador para la medición del deslumbramiento será en los carriles de la pista por donde los deportistas corren, tal y como se puede visualizar a continuación:

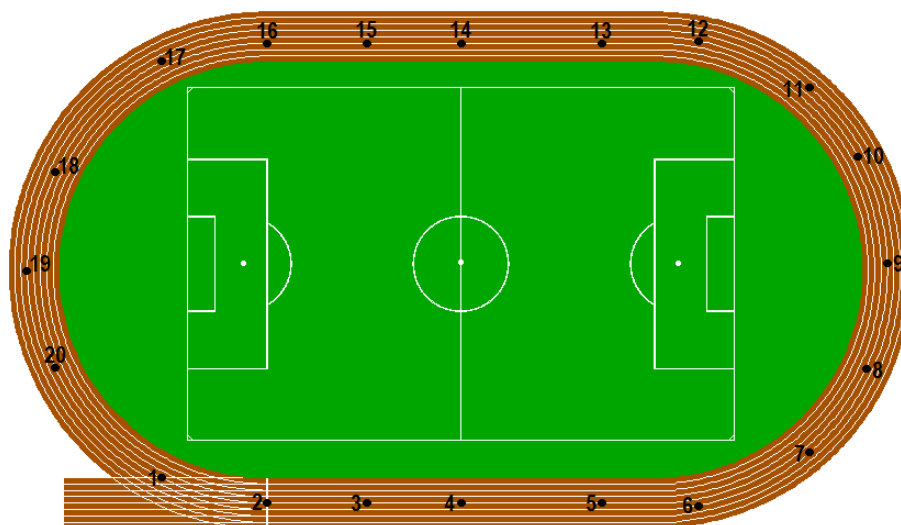


Fig. 18 Posiciones del Observador para la Medición del Índice de Deslumbramiento. Atletismo

Fuente: Autores.

2.3.4 DISPOSICIÓN Y ALTURA DE LOS SOPORTES DE ALUMBRADO [21]

La altura de los soportes de alumbrado para los escenarios deportivos es determinante para un buen diseño de iluminación, ya que éste influye en la disminución y el control del deslumbramiento. Su ubicación y disposición depende de la arquitectura y la distribución espacial de la geometría del terreno disponible alrededor del campo de juego, ya que se deben tener presentes cada una de las irregularidades geográficas que puedan existir, como inclinaciones de la superficie, pequeñas elevaciones del terreno (montañas), árboles, muros, vías vehiculares y peatonales, y cualquier otro tipo de construcciones.

La altura y disposición de los proyectores y soportes de iluminación es diferente para las canchas de fútbol y de beisbol debido a que la forma y dimensiones de éstos campos no son iguales, como también lo son la velocidad y el tamaño de la pelota de juego, pero la metodología para su selección, se realiza de manera similar haciendo que el haz central del proyector, se ubique inicialmente en un punto específico del área de juego, la cual se divide simétricamente en igual número de postes que en ella se coloquen, con el fin de que cada uno ilumine su sub-área correspondiente. En éste proceso los haces centrales se deben orientar en un ángulo máximo de 70 grados con respecto a su vertical, de tal modo que queden separados equidistantemente en grados (γ) y abarquen todo el ancho del sub-área formando una especie de abanico, tal y como se muestra a continuación:

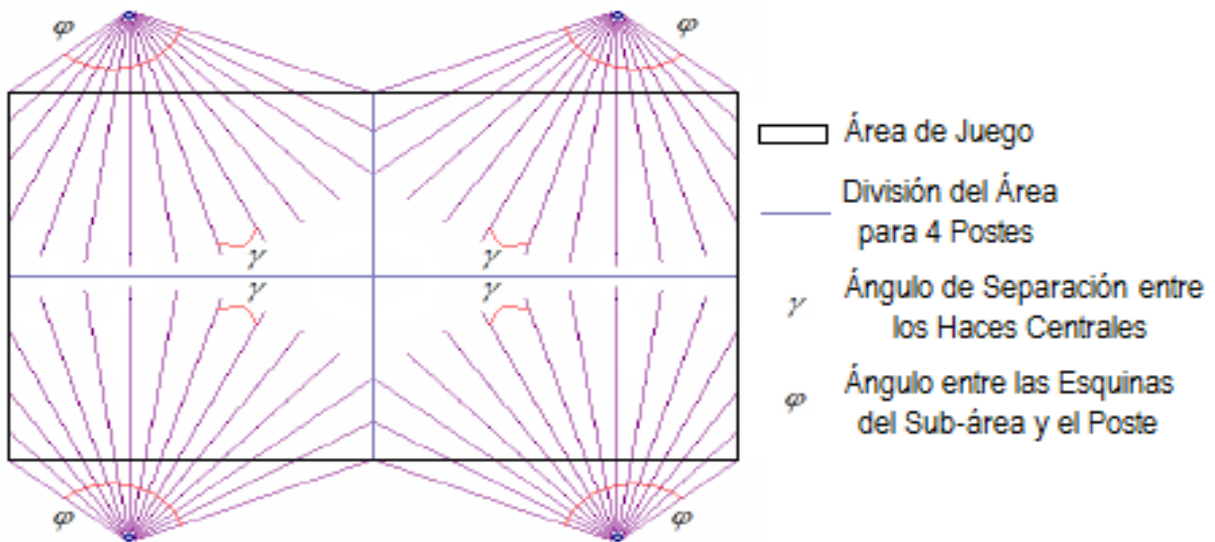


Fig. 19 Orientación de Proyectores y División del Área de Juego.

Fuente: *Tesis de Grado*, Manual de Procedimientos para la Ingeniería de la Iluminación de Interiores y Áreas Deportivas. [21].

Para calcular el ángulo de separación entre los haces centrales γ , basta con aplicar la siguiente ecuación:

$$\gamma = \frac{\varphi}{\text{Número}_{\text{Proyectores por Poste}} - 1} \quad (1)$$

2.3.4.1 EN CAMPOS DE FÚTBOL

Para una adecuada iluminación y control del deslumbramiento en las canchas de fútbol, existen dos tipos de configuraciones de soportes diferentes, las cuales se pueden combinar para obtener una tercera disposición, tal y como se describe a continuación:

2.3.4.1.1 SISTEMA DE ALUMBRADO LATERAL [11], [13], [16]

Se pueden disponer los proyectores en torres o bastidores por encima de las tribunas y paralelamente a las líneas de banda de la cancha, dependiendo de las configuraciones arquitectónicas que ésta tenga, dejando libres las esquinas y las zonas indicadas en la **figura 12**, para evitar el deslumbramiento a los jugadores, teniendo presente que no se deben generar obstrucciones visuales a los espectadores.

Si la cancha de fútbol no cuenta con las construcciones arquitectónicas que permitan el uso de bastidores, o si el presupuesto destinado para su construcción no contempla este tipo de estructuras, se opta por la utilización de 1, 2, 3 ó 4 postes por cada lado del campo, dependiendo de sus dimensiones y de la clase de actividad deportiva practicada en éste, ya que cuanto más exigente sea el nivel de competición, mayor será el número de postes, debido a que se necesitarán más luminarias. A continuación, se presentan las disposiciones recomendadas de postes en donde se muestran distancias entre ellos, aunque finalmente éstas van a depender de cada diseño en particular.

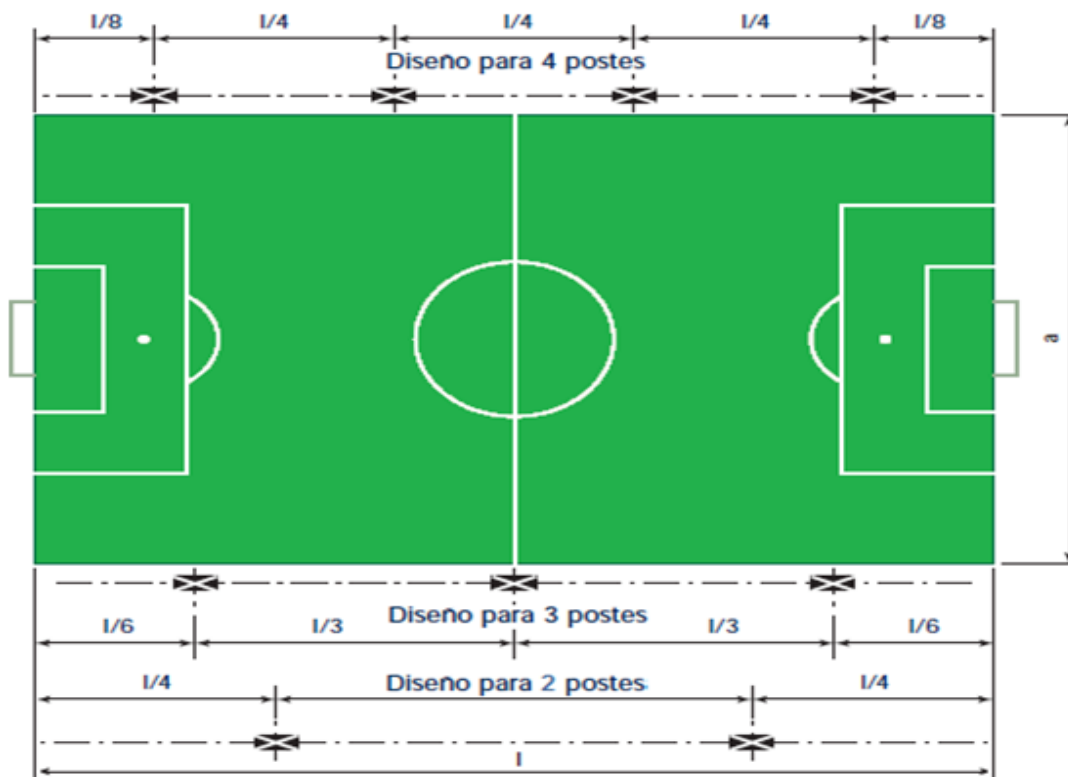


Fig. 20 Disposiciones Recomendadas para 2, 3 y 4 Postes en Canchas de Fútbol.

Fuente: INDAL, Iluminación por Proyección. [13].

La geometría de la altura de montaje para los bastidores y postes es de 20 a 30 grados hacia la fuente luminosa más alta sobre el horizonte, medidos desde la línea longitudinal del centro del campo y la línea de banda. Los ángulos de rotación de las luminarias no podrán exceder los 70 grados desde el nadir (intersección de una línea recta con el centro de una fuente luminosa, visto directamente desde abajo de la misma).

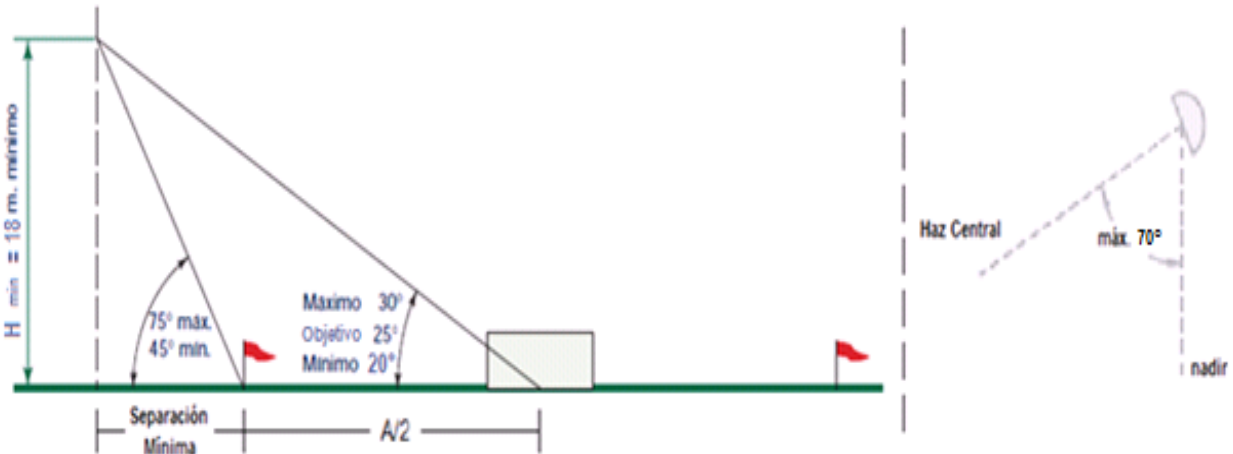


Fig. 21 Altura de Montaje y Separación Mínima en el Alumbrado Lateral.

Fuentes: INDAL, Iluminación por Proyección. [13], FIFA, Iluminación y Suministro de Energía en Estadios de Fútbol. [16], Tesis de Grado, Manual de Procedimientos para la Ingeniería de la Iluminación de Interiores y Áreas Deportivas. [21].

De la figura anterior, la variable “ $H_{mín.}$ ” indica la altura mínima del poste y “ A ” el ancho del área de juego. La separación mínima que debe existir entre las líneas laterales y el soporte de las luminarias no debe ser inferior a 1,5 metros, pero cuando las condiciones arquitectónicas y la geometría del terreno lo permitan, se recomienda que sea mayor a 3 metros para que no interfiera con el desarrollo normal del juego y no afecte la integridad física de los jugadores. Ésta separación también puede hallarse mediante el siguiente sistema de ecuaciones, junto con la altura mínima del poste:

$$Sep_{mín.} \geq \frac{(A/2) \cdot \tan(25^\circ)}{\tan(75^\circ) - \tan(25^\circ)} \quad (2)$$

$$H_{mín} \geq \tan(25^\circ) \cdot (Sep_{mín.} + A/2)$$

Como el ángulo máximo de rotación de las luminarias es de 70°, se puede calcular la distancia de proyección y con ésta determinar el tipo de proyector de acuerdo a la clasificación **NEMA**.

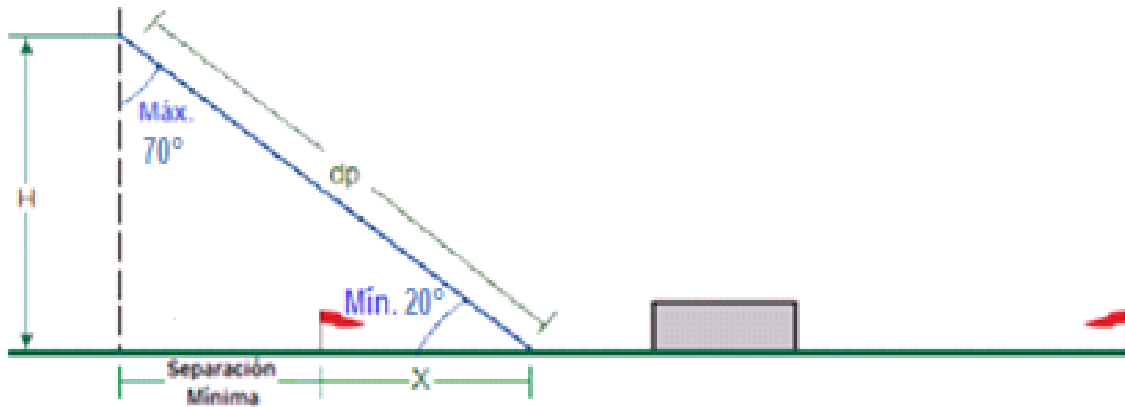


Fig. 22 Distancia de Proyección Mediante el Ángulo de Rotación.

Fuente: *Tesis de Grado*, Manual de Procedimientos para la Ingeniería de la Iluminación de Interiores y Áreas Deportivas. [21].

De la figura anterior podemos encontrar la distancia de proyección mediante la siguiente ecuación:

$$X = \frac{H}{\tan(20^\circ)} - Sep_{mín.} \quad (3)$$

$$dp = \sqrt{(Sep_{mín.} + X)^2 + H^2}$$

Seguidamente se muestra la subdivisión simétrica de la cancha cuando se utilizan 6 y 8 postes, y la orientación de los haces centrales de los proyectores que estaría regida por la ecuación 3.

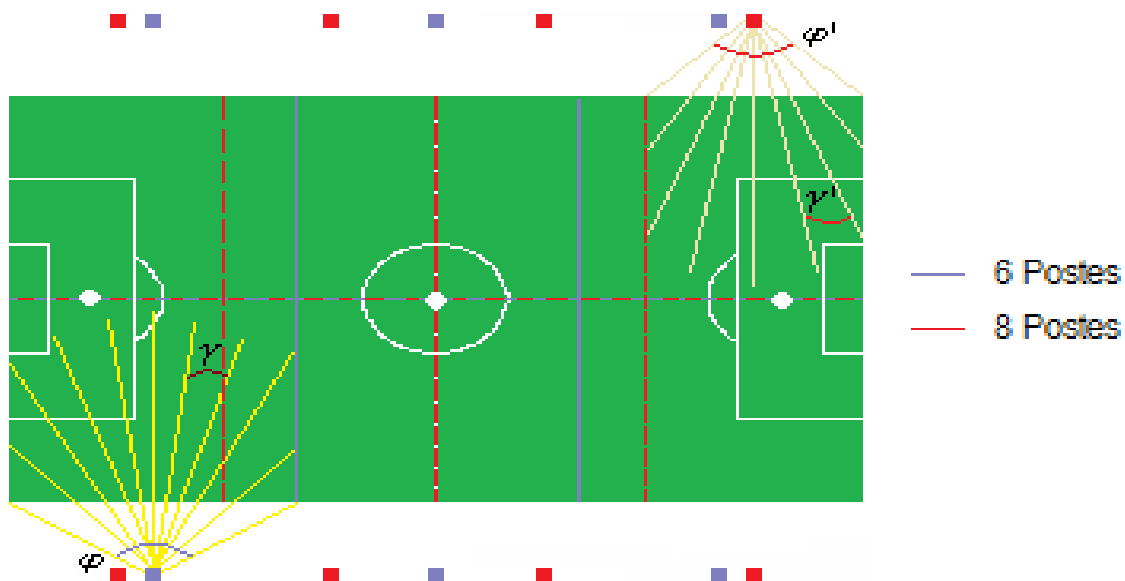


Fig. 23 Sub-áreas de Juego y Orientación de Proyectores en el Alumbrado Lateral.

Fuente: *Tesis de Grado*, Manual de Procedimientos para la Ingeniería de la Iluminación de Interiores y Áreas Deportivas. [21].

2.3.4.1.2 SISTEMA DE ALUMBRADO POR ESQUINAS [11], [13], [16]

Se dispone de un poste en cada esquina y se utiliza cuando la forma de la superficie de juego impide la ubicación de un sistema lateral. Se recomienda que la ubicación de los soportes, se determine mediante la intersección de dos líneas rectas proyectadas desde el centro de la portería y la banda lateral, evitando así el deslumbramiento perturbador para los arqueros, tal y como se muestra a continuación:

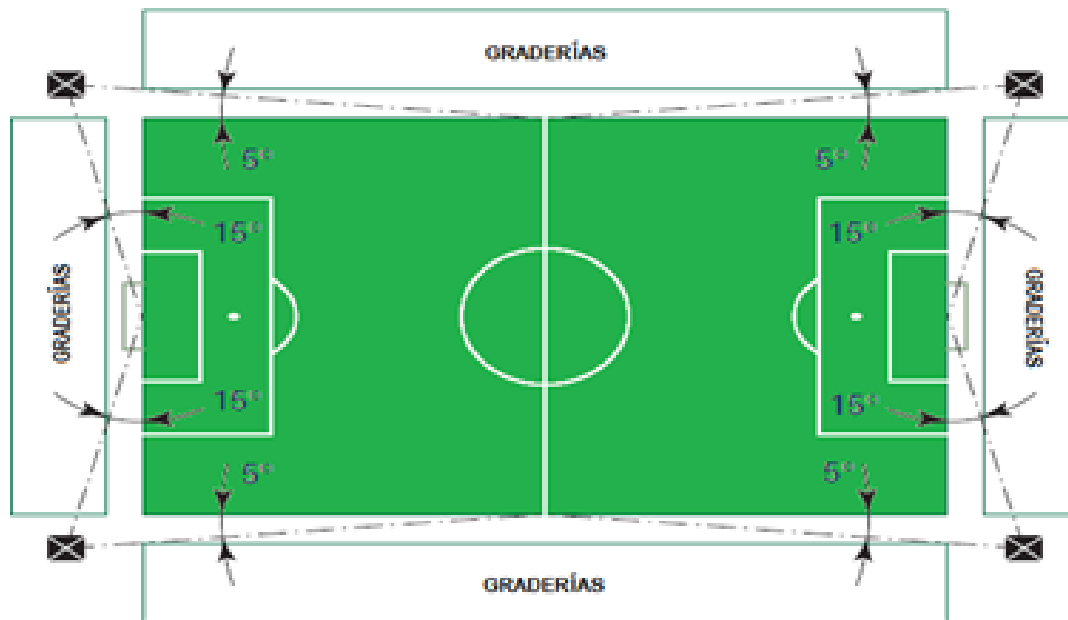


Fig. 24 Disposición del Sistema de Alumbrado en Cuatro Esquinas [13].
Fuente: *INDAL*, Iluminación por Proyección. [13].

La altura de los postes para el sistema de alumbrado por esquinas, está definida desde el punto central del campo de juego a 20 ó 30 grados hacia la fuente luminosa más alta.

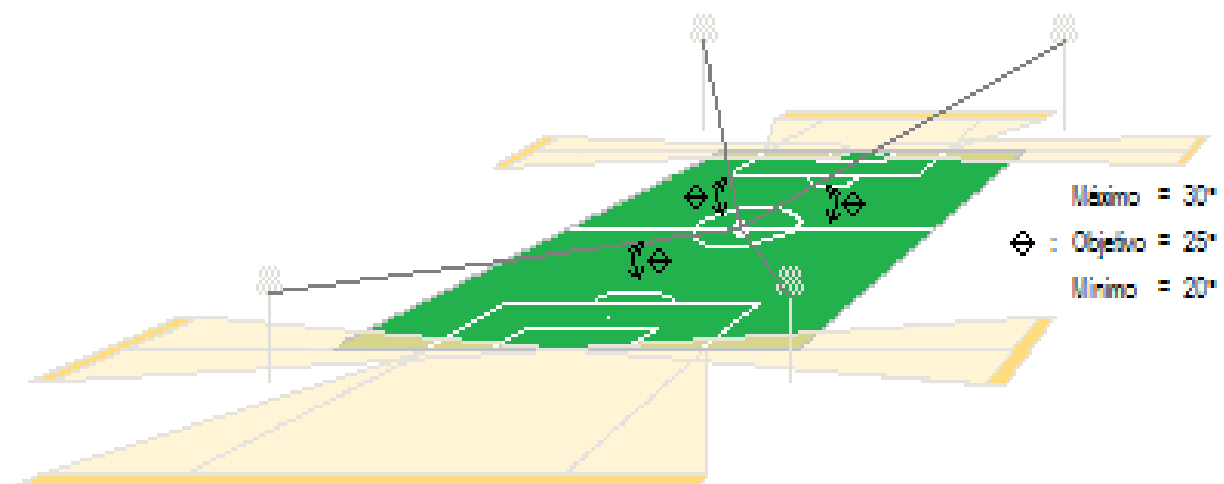


Fig. 25 Altura de Montaje para el Alumbrado por Esquinas.

Fuentes: *Tesis de Grado*, Estudio y Diseño para la Iluminación de la Cancha y Graderías del Estadio Municipal de la Ciudad de Azogues. [11], *FIFA*, Iluminación y Suministro de Energía en Estadios de Fútbol. [16]

2.3.4.1.3 SISTEMA DE ALUMBRADO MIXTO [13]

Es la mezcla de los descritos anteriormente y es utilizado cuando no es suficiente la ubicación de postes en las esquinas, sino que se requiere también un sistema lateral. Con frecuencia se emplea en los estadios que tienen pistas de atletismo alrededor del campo de juego, ya que si en éstos se implementa un sistema de alumbrado por esquinas, los mástiles serían demasiado altos para cumplir con los requisitos de diseño, y el deslumbramiento provocado por los proyectores de largo alcance que serían necesarios, sería excesivo.

Por estas razones, se prefiere el sistema de 6 torres mostrado a continuación, donde la altura de los soportes está definida con los criterios descritos en los sistemas de alumbrado lateral y por esquinas:

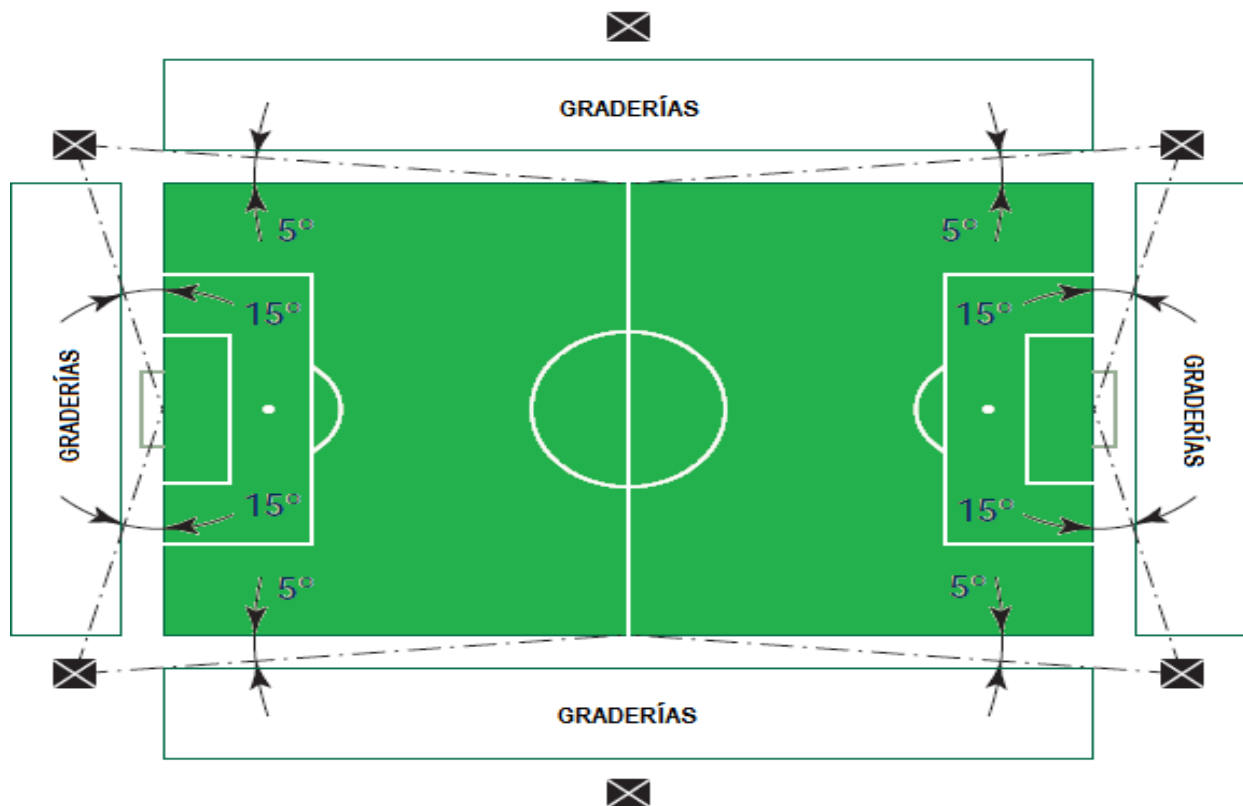


Fig. 26 Disposición del Sistema de Alumbrado Mixto.

Fuente: INDAL, Iluminación por Proyección. [13].

Para los sistemas de alumbrado por esquinas y mixto, la subdivisión del área de juego es tal y como se muestra en la **figura 26**, dependiendo siempre del número de postes que se vayan a colocar pero ubicándolos de acuerdo a la configuración elegida. La forma de calcular la altura de los soportes es preferiblemente con el ángulo objetivo de 25 grados respecto a la horizontal, por lo que la orientación del proyector estaría determinada por un ángulo de 65 grados respecto a su vertical, que es el mismo con el que se calcula la distancia de proyección para escoger el proyector de acuerdo a la clasificación **NEMA**.

2.3.4.2 EN CAMPOS DE SOFTBALL / BASEBALL

La disposición y altura de los postes para éste tipo de canchas depende del tamaño que tenga el área de juego, ya que en éste deporte existen varios campos con medidas estandarizadas, por lo que la cantidad de soportes estará sujeta a ésta condición y al nivel de competencia del deporte.

Para el control del deslumbramiento y un buen sistema de iluminación, existen tres tipos de configuraciones de mástiles diferentes, que como se dijo anteriormente dependen del tamaño de la superficie de juego. Así mismo, se debe tener presente que debido a que la cancha sólo cuenta con un ángulo recto (en el home) y está limitada por medio semicírculo, no existe una expresión matemática con la que se pueda determinar la altura y separación mínima para los postes de alumbrado con respecto a un punto específico de ésta, razón por la cual se estipulará tomando como referencia la ubicación del haz central más lejano de todos los proyectores que abarquen una sub-área. También se tomará como guía para la realización del diseño que en éste trabajo se propone, los montajes mostrados a continuación ya que están basados en pruebas realizadas en las instalaciones de las ligas pequeñas de beisbol y softbol **ASA**. Por otra parte, se debe considerar la geometría del terreno y las construcciones arquitectónicas que rodean al escenario deportivo, ya que éstas posiblemente no permitan que se instalen las siguientes configuraciones tal y como se muestran:

2.3.4.2.1 SISTEMA DE ALUMBRADO CON CUATRO POSTES [18]

Esta disposición se basa en la ubicación de dos postes para el *infield* y dos para el *outfield*, en campos con un radio de 200 pies (60,96 metros). A continuación se muestra ésta configuración con distancias predeterminadas para la separación de los postes, cuya altura mínima para cumplir con los requisitos de iluminación y deslumbramiento es de 60 pies (18,29 metros).

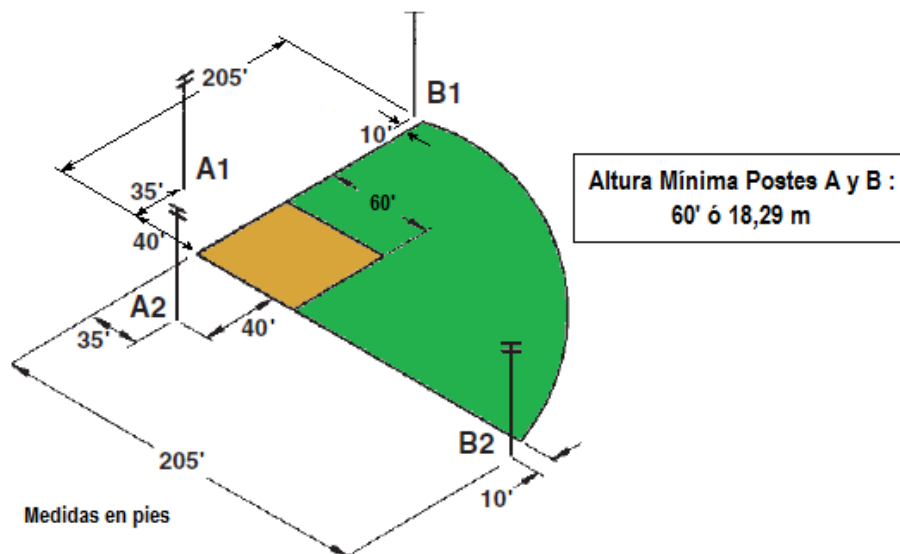


Fig. 27 Sistema de Alumbrado con Cuatro Postes.

Fuente: Little League® Baseball and Softball, Lighting Standards & Safety Audit. [22].

Así mismo, se puede obtener la separación de los postes a partir de la siguiente figura, donde se recomienda que la ubicación adecuada para “A1” y “A2”, se determine desde la intersección entre la línea recta trazada en el punto medio del *infield*, y otra proyectada a 50 grados del *home*, garantizando una buena iluminación a los jugadores. Otras posibles ubicaciones de los soportes de alumbrado se indican en las áreas sombreadas:

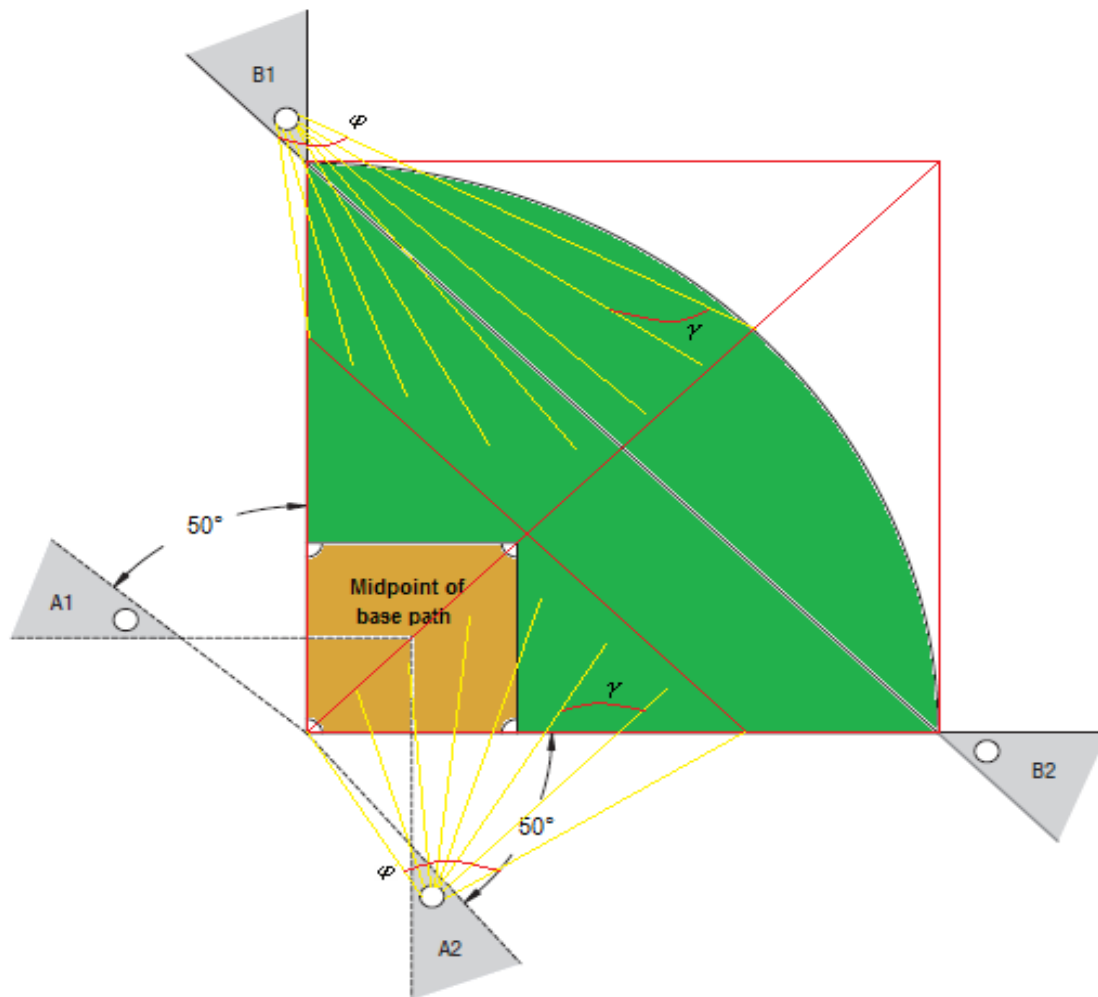


Fig. 28 Sub-áreas y Orientación de Proyectoros para la Ubicación de Cuatro Postes.

Fuentes: North Carolina High School Athletic Association, *Lighting Standards*. [18], *Tesis de Grado*, Manual de Procedimientos para la Ingeniería de la Iluminación de Interiores y Áreas Deportivas. [21].

2.3.4.2.2 SISTEMA DE ALUMBRADO CON SEIS POSTES [18]

Esta disposición se basa en la ubicación de dos postes para el *infield*, dos para el *outfield* y otros dos que se comparten entre estas áreas de juego, en campos con un radio de 250 ó 300 pies (76,2 ó 91,44 metros). A continuación se muestra ésta configuración con distancias predeterminadas para la separación de los postes y altura mínima de los mismos:

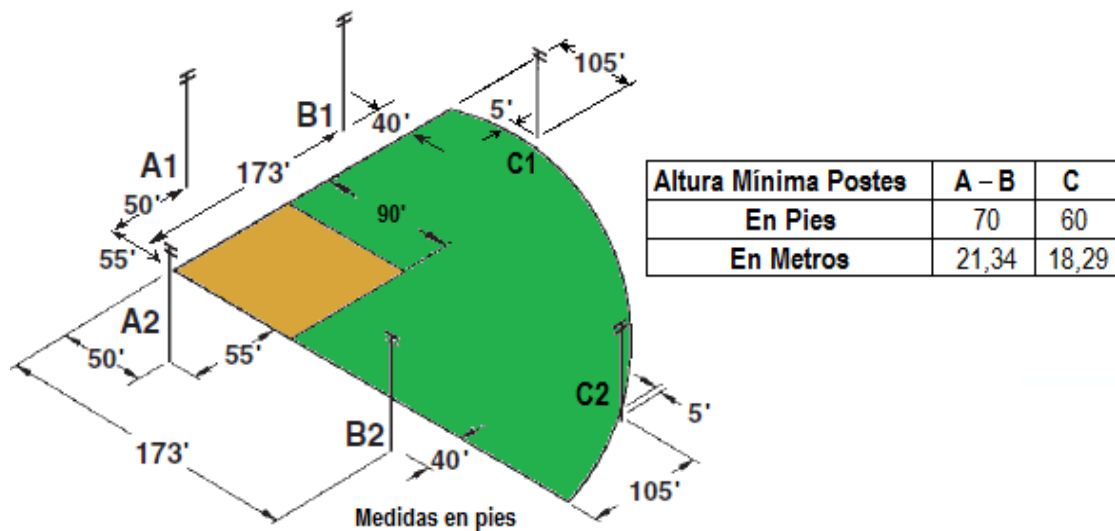


Fig. 29 Sistema de Alumbrado con Seis Postes.

Fuente: Little League® Baseball and Softball, Lighting Standards & Safety Audit. [22].

También se puede obtener la separación de los postes a partir del siguiente esquema, donde se recomienda que la ubicación de los soportes de alumbrado esté en las áreas sombreadas:

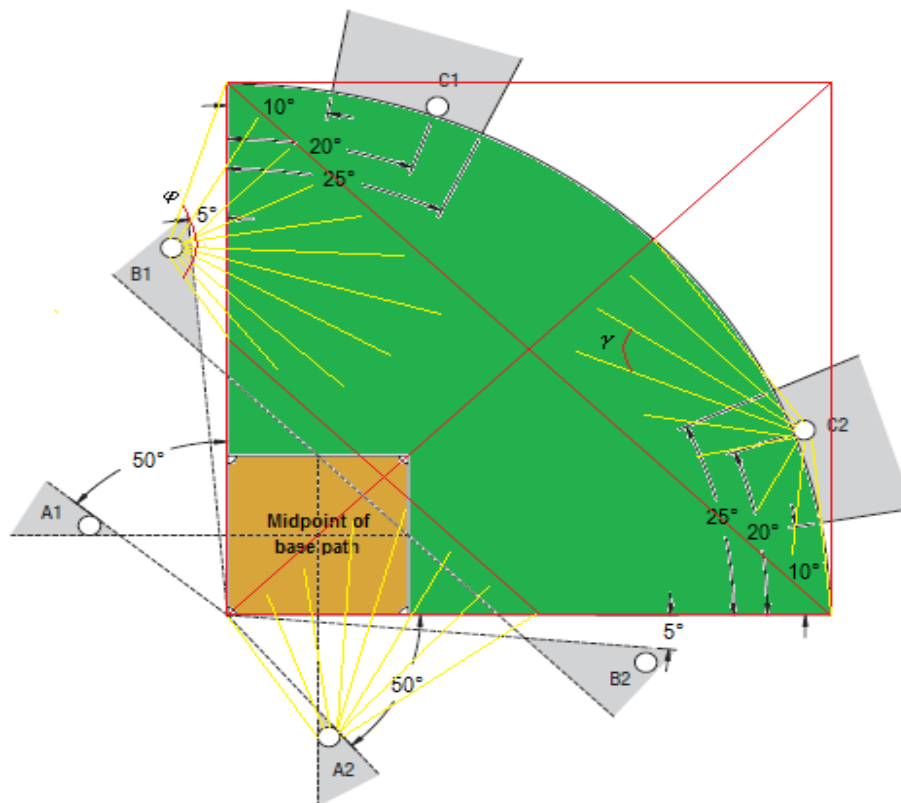


Fig. 30 Sub-áreas y Orientación de Proyector para la Ubicación de Seis Postes.

Fuentes: North Carolina High School Athletic Association, *Lighting Standards*. [18], *Tesis de Grado, Manual de Procedimientos para la Ingeniería de la Iluminación de Interiores y Áreas Deportivas*. [21].

2.3.4.2.3 SISTEMA DE ALUMBRADO CON OCHO POSTES [18]

Esta disposición se basa en la ubicación de cuatro para el *outfield*, dos postes para el *infield* y otros dos que se comparten entre estas áreas de juego, en campos con un radio mayor a 320 pies (97,53 metros). A continuación se muestra ésta configuración con distancias predeterminadas para la separación de los postes y altura mínima de los mismos:

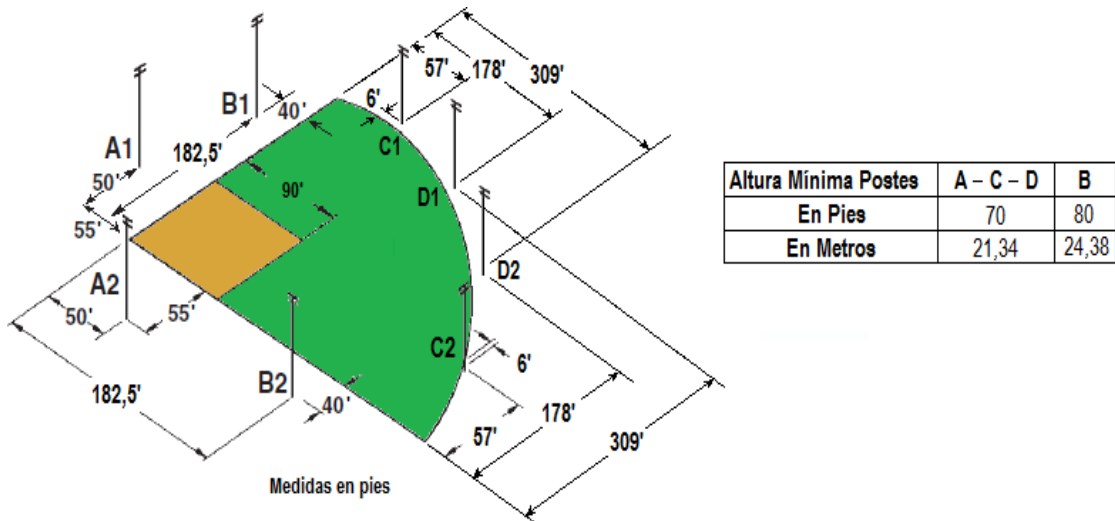


Fig. 31 Sistema de Alumbrado con Ocho Postes.

Fuente: Babe Ruth League Inc. Headquarters, "Facility Planning Guide. [23].

También se puede obtener la separación de los postes a partir del siguiente esquema, donde se recomienda que la ubicación de los soportes de alumbrado esté en las áreas sombreadas:

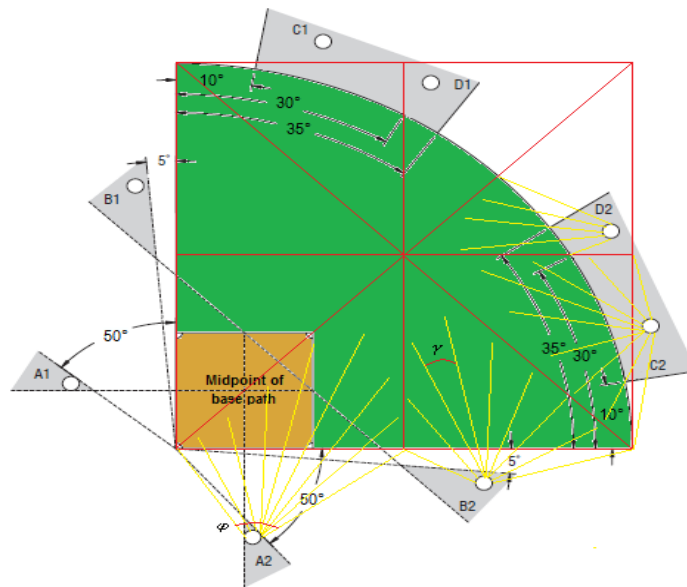


Fig. 32 Sub-áreas y Orientación de Projectores para la Ubicación de Ocho Postes.

Fuentes: North Carolina High School Athletic Association, *Lighting Standards*. [18], *Tesis de Grado, Manual de Procedimientos para la Ingeniería de la Iluminación de Interiores y Áreas Deportivas*. [21].

2.3.4.3 EN CAMPOS DE RUGBY

El diseño para el campo de rugby es bastante similar al de la cancha de fútbol, debido a que las áreas deportivas son muy similares en cuanto a forma y medidas, por lo que también en éste, no se colocan soportes detrás de las porterías ya que causaría deslumbramiento a los jugadores, por lo que su disposición habitual es en dos líneas paralelas a los laterales del campo con 2, 3 ó 4 estructuras, con una altura mínima de 18 metros, o en cada una de las cuatro esquinas. En cualquier caso el ángulo formado por la línea que va desde la línea de montaje de las luminarias a la línea central del campo estará comprendido entre 20° y 30°.

Las disposiciones mostradas en las figuras **20 – 26**, junto con las ecuaciones **1, 2 y 3**, son válidas y se tomarán para realizar el diseño de iluminación de la cancha de rugby.

2.3.5 NIVEL DE COMPETICIÓN DEL JUEGO E INSTALACIONES [12]

Debido a que las habilidades de los jugadores son diferentes en cada una de las competencias que éstos practican, se requiere un ambiente que cumpla con las exigencias mínimas de iluminación para que se realice un encuentro deportivo sin ningún inconveniente. En la mayoría de instalaciones y torneos se observa un vínculo entre el tamaño del campo de juego y el nivel de destreza que éste tiene, razón por la que el número de espectadores está directamente relacionado con la clase de habilidad de juego. En consecuencia, las instalaciones deben ser diseñadas para satisfacer el nivel de habilidad de juego que en ellas se practica, así como el mayor número de espectadores que éstas puedan albergar.

Siguiendo los lineamientos de la IESNA, el criterio para determinar una adecuada iluminación en los escenarios deportivos, es agrupar las instalaciones en cuatro clases:

- **Clase I:** Para competencias de alto nivel en instalaciones con más de 5.000 espectadores, que implican distancias largas de visión.
- **Clase II:** Para competencias de nivel medio con menos de 5.000 espectadores.
- **Clase III:** Para competencias de bajo nivel en donde se considera la presencia de algunos espectadores, como en clubes pequeños y ligas locales (entrenamientos).
- **Clase IV:** En instalaciones en las que se realizan actividades sociales y recreativas, donde la presencia de los espectadores es secundaria. Se consideran actividades como la educación física y entrenamientos en general.

En general, se pueden asociar las clases de competencias descritas anteriormente con las instalaciones deportivas en donde éstas se llevan a cabo, como se muestra a continuación:

Tipo de Competencia e Instalaciones	Clase			
	I	II	III	IV
Internacional	X			
Nacional	X			
Profesional	X			
Semi-Profesionales	X	X		
Clubes Deportivos	X	X		
Ligas de Aficionados	X	X	X	
Universitario		X	X	X
Colegios		X	X	X
Centros de Formación			X	X
Escuelas Primarias				X
Eventos Recreativos				X
Eventos Sociales				X

Tabla 4 Clase de Competencia de Juego.

Fuente: *IESNA Lighting Handbook*. [12].

Adicionalmente a esta clasificación, la **FIFA** como máxima autoridad en las competiciones de fútbol tiene una clasificación propia para este deporte, en donde la iluminación para escenarios se subdivide de la siguiente manera en 5 categorías:

Clase	Tipo de Juego	Descripción
V	Partido Internacional Televisado.	Campo sin sombras.
IV	Partido Nacional Televisado.	Campo sin sombras.
III	Partido Nacional No Televisado.	Campo iluminado con 8 postes. (Recomendado)
II	Partido de Liga y/o Clubes No Televisado.	Campo iluminado con 6 postes. (Recomendado)
I	Entrenamientos y Juegos de Recreo No Televisados.	Campo iluminado con 4 postes. (Recomendado)

Tabla 5 Clasificación de las Competiciones según la FIFA.

Fuente: *FIFA, Iluminación y Suministro de Energía en Estadios de Fútbol*. [16].

2.3.6 ASPECTOS IMPORTANTES EN LA ILUMINACION DEPORTIVA

En la iluminación de escenarios deportivos, existen factores determinantes para la elaboración del diseño lumínico como los que se muestran a continuación:

2.3.6.1 NIVELES DE ILUMINANCIA EN INSTALACIONES DEPORTIVAS [12]

Es muy importante que los niveles de iluminancia sean los requeridos para satisfacer las exigencias de los jugadores y de los espectadores, así como de cualquier cámara

de televisión que transmita el encuentro deportivo, ya que existen factores que afectan los niveles recomendados de iluminancia para todos los deportes, los cuales están determinados por:

- **Velocidad del Deporte:** Los diferentes esfuerzos visuales deben considerarse cuando se practican deportes con un amplio rango de velocidades.
- **Nivel de Habilidad de los Jugadores:** A medida que el nivel de habilidad de los jugadores aumenta, la velocidad de los objetos y la importancia de la precisión también aumenta, lo que a su vez requiere mayores iluminancias. Juegos profesionales o competitivos demandan mayor iluminación que los recreativos.
- **Edad de los Jugadores:** Se ha reconocido que los jugadores mayores requieren una iluminancia superior y son menos tolerantes al deslumbramiento, que los más jóvenes.
- **Capacidad del Espectador:** Para grandes estadios deportivos la iluminancia se determina de acuerdo al nivel de iluminación que necesitan los espectadores que se encuentran más lejos del área de juego.
- **Las Emisiones de Televisión:** La iluminancia necesaria para las cámaras de televisión y películas fotográficas depende de características como la posición de la cámara y la profundidad del campo.

Además de éstos factores se deben tener en cuenta las necesidades, características y exigencias propias de cada proyecto, ya que la evaluación de la iluminancia se realiza básicamente considerando dos planos de medida, el horizontal y el vertical, teniendo siempre presente que éste último (vertical) sólo se calcula para retransmisiones televisivas.

2.3.6.1.1 ILUMINANCIA VERTICAL [10], [16]

La iluminación vertical a nivel de campo es la cantidad de iluminación que recibe la superficie vertical de los jugadores. Esta iluminación ayuda a presentar detalles de primer plano de los jugadores y los objetos de interés para los espectadores, en escenarios donde se llevan a cabo torneos y juegos profesionales donde se realizan retransmisiones por televisión. Es un parámetro importante y debe venir de todas las direcciones a fin de evitar las sombras que podrían comprometer la visibilidad de la pelota de juego, y ésta se debe calcular a 1,8 metros sobre el nivel de cancha y en las direcciones desde donde los medios de comunicación tienen visión sobre el escenario deportivo.

2.3.6.1.2 ILUMINANCIA HORIZONTAL [10], [12], [16]

La iluminancia horizontal determina el nivel de luz para crear las condiciones de contraste correcto con el fondo de la cancha y el estado de adaptación del ojo que el

área iluminada forma en una parte considerable del terreno de visión, dependiendo del nivel de competencia previsto para la cancha, ya sea recreativa, de entrenamiento ó de torneos a nivel profesional.

La medida de este parámetro, se toma normalmente a ras del suelo ó a 1 metro por encima de este en deportes como el fútbol en una cuadrícula de 10x10 metros, para que la visibilidad en los campos deportivos sea clara para los deportistas, teniendo en cuenta criterios fundamentales como la uniformidad y el contraste entre el jugador y el fondo.

2.3.6.2 UNIFORMIDAD [11], [13]

Es importante una buena uniformidad de iluminancia en los planos horizontales y verticales, ya que evita problemas de adaptación para los jugadores y espectadores, y elimina la necesidad de ajustar continuamente las cámaras de televisión en las diferentes direcciones de visión. Si la uniformidad no es suficientemente buena, existe la posibilidad (especialmente con cámaras de televisión) de que una pelota o jugador no se vea claramente en ciertas posiciones del campo.

La uniformidad se puede expresar como:

$$\begin{aligned} U_1 &= \frac{E_{min}}{E_{max}} \\ U_2 &= \frac{E_{min}}{E_{prom}} \end{aligned} \quad (4)$$

Para que las cámaras puedan obtener las mejores condiciones visuales posibles, la relación entre la iluminancia media en el plano horizontal y la iluminancia media en el plano vertical debe, en general, mantenerse entre:

$$0,5 \leq \frac{E_h}{E_v} \leq 2 \quad (5)$$

2.3.6.3 TEMPERATURA DEL COLOR [13], [16]

La temperatura de color es una expresión que se utiliza para indicar el color de una fuente de luz, comparado con el color del cuerpo negro o el “radiante perfecto teórico” (objeto cuya emisión de luz es debida únicamente a su temperatura). Como cualquier otro cuerpo incandescente, el cuerpo negro cambia de color a medida que aumenta su temperatura, adquiriendo al principio, el tono de un rojo sin brillo, para luego alcanzar el rojo claro, el naranja, el amarillo y finalmente el blanco, el blanco azulado y el azul.

La temperatura del color describe la sensación de caliente (rojo) o frío (azul) que produce un determinado tipo de iluminación y se mide en grados Kelvin (K). La

temperatura de color aceptable para estadios al aire libre, para toda clase de competiciones, es $T_c \geq 4,000^\circ\text{K}$.

La equivalencia práctica entre apariencia de color y temperatura de color, se establece convencionalmente según la siguiente tabla:

Apariencia del Color	Temperatura de Color [°K]
Cálida	< 3.300
Intermedio	$3.300 \leq T_c \leq 5.300$
Frío	> 5.300

Tabla 6 Apariencia y Temperatura del Color.
Fuente: INDAL, Iluminación por Proyección. [13].

2.3.6.4 INDICE DE REPRODUCCIÓN DEL COLOR [16]

La reproducción de color es la capacidad que tiene una fuente de iluminación artificial para reproducir una iluminación natural. La escala práctica de reproducción de color es de R_a 20 a R_a 100. Cuanto mayor sea dicho índice, mejor será la calidad del color y más agradable resultará el entorno iluminado. Un color de buena calidad producido por un sistema de iluminación artificial deberá tener un índice $R_a \geq 65$, tanto para eventos televisados como no televisados.

A continuación, se muestran los valores de los ítems descritos anteriormente para los deportes que son de interés en éste proyecto, entre ellos la iluminancia horizontal, la cual está dada en luxes, además, la clase de juego que se muestra corresponde con lo estipulado por la IESNA:

DEPORTE	CLASE DE JUEGO												T_c [°K]	R_a
	I			II			III			IV				
	E_h	U_1	U_2	E_h	U_1	U_2	E_h	U_1	U_2	E_h	U_1	U_2		
SOFTBALL	*1500 (1000)	0,6	0,7	*1000 (700)	0,4	0,6	*500 (300)	0,33	0,5	*300 (200)	0,25	0,4	4000	65
RUGBY	1000	0,6	0,7	500	0,4	0,6	300	0,33	0,5	200	0,25	0,4	4000	65
ATLETISMO	400	0,3	0,5	200	0,2	0,3	100	0,2	0,3	75	0,2	0,3	4000	65

Tabla 7 Niveles de Iluminancia Horizontal y Uniformidad por Tipo de Juego.
Fuentes: IESNA *Lighting Handbook*. [12], INDAL, Iluminación por Proyección. [13].

* *Infield (Outfield)*

Estos mismos parámetros, para el fútbol se tomarán de las especificaciones y recomendaciones técnicas de la *FIFA*, ya que éste ente tiene su propia clasificación, como máxima autoridad de éste deporte a nivel mundial.

NIVEL DE ACTIVIDAD		Iluminancia Vertical E_v			Iluminancia Horizontal E_H			T_c [°K]	R_a
CLASE	CALCULO HACIA	[Lx]	U_1	U_2	[Lx]	U_1	U_2		
V Internacional	Cámara Fija	2800	0,6	0,7	4900	0,6	0,8	> 4000	≥ 65
	Cámara de Campo a Nivel de Campo	2520	0,4	0,65					
IV Nacional	Cámara Fija	2800	0,5	0,65	3500	0,6	0,8	> 4000	≥ 65
	Cámara de Campo a Nivel de Campo	1960	0,35	0,6					
III Partidos Nacionales		---	---	---	1050	0,4	0,7	> 4000	≥ 65
II Partidos de Ligas y/o Clubes		---	---	---	700	0,33	0,6	> 4000	≥ 65
I Entrenamientos y Juegos de Recreo		---	---	---	280	0,25	05	> 4000	≥ 65

Tabla 8 Niveles de Iluminancia y Uniformidad para el Fútbol.

Fuente: *FIFA*, Iluminación y Suministro de Energía en Estadios de Fútbol. [16], *IESNA Lighting Handbook*. [12].

2.3.6.5 MÉTODO DEL LÚMEN DEL HAZ [21], [24], [25], [26]

Este es un método utilizado para estimar el número de proyectores necesarios para la iluminación de exteriores, por lo que su uso es muy frecuente en los diseños lumínicos de escenarios deportivos.

Este método se desarrolla en tres (3) pasos:

- **Paso 1, Obtención del Coeficiente de Utilización del Haz (C.B.U.):**

Este es un parámetro que depende de factores como las características fotométricas de las luminarias, la altura de éstas y los postes, y las distancias al terreno que será iluminado, pero como éstas son circunstancias que se determinan al inicio del diseño, no existiría ningún inconveniente para realizar los cálculos matemáticos necesarios, los cuales resultan ser un poco complejos. Por fortuna para los diseñadores de iluminación, se cuenta con valores estandarizados de coeficientes de utilización producto de la experiencia en la realización de proyectos lumínicos de campos deportivos, los cuales varían de 0,6 a 0,9.

- **Paso 2, Obtención del Factor de Mantenimiento (F_m):**

Este factor es el que cuantifica la disminución del flujo luminoso por el envejecimiento de las lámparas y por la suciedad acumulada en ellas y en el proyector. Representa la relación entre el rendimiento de una luminaria al momento de la limpieza y el valor inicial, lo cual depende de la forma de construcción de la luminaria y de la posibilidad de ensuciamiento que se pueda presentar en ella al estar expuesta en un determinado medio. Al igual que para el **C.B.U.** se tienen valores ya estimados que varían entre 0,65 y 0,85 para luminarias en general, pero cuando se trabaja con proyectores se tiene:

FACTORES DE MANTENIMIENTO DE PROYECTORES	
Proyectores Cerrados	0,75
Proyectores Abiertos	0,65

Tabla 9 Factores de Mantenimiento de proyectores.

Fuente: *Tesis de Grado*, Manual de Procedimientos para la Ingeniería de la Iluminación de Interiores y Áreas Deportivas. [21].

- **Paso 3, Obtención del Número de Proyectores (N):**

Una vez definidos los parámetros de los pasos anteriores, se utiliza la siguiente ecuación para estimar el número de proyectores:

$$N = \frac{E_m \cdot A}{\Phi \cdot CBU \cdot F_m} \quad (6)$$

Donde:

- **N:** Número de proyectores.
- **E_m :** Iluminancia media exigida para un nivel de competición o clase de juego, de acuerdo a los parámetros dados por los entes que reglamentan el correcto desarrollo de un deporte en **Lx**.
- **A:** Área ó superficie del terreno que será objeto del diseño de iluminación en **m²**.
- **Φ :** Flujo luminoso otorgado por el fabricante en la hoja de datos de la luminaria en **lm**.
- **C.B.U.:** Coeficiente de utilización del haz.
- **F_m :** Factor de mantenimiento de la luminaria.

Después de realizado éste cálculo, se divide el número de proyectores entre el total de postes que se utilizarán para saber cuántas luminarias habrán en cada uno de ellos, pero como no se tendrá una cifra exacta después de ésta operación, se deberá aproximar al número par inmediatamente mayor para tener la misma cantidad de lámparas a ambos lados del soporte, y conseguir con esto que las cargas estén mejor equilibradas.

3. SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Tomando como base los lineamientos y requisitos expresados en el **capítulo 3**, los diseños lumínicos para cada uno de los escenarios deportivos de éste proyecto, se realizaron como se muestra a continuación.

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Debido a que el diseño de iluminación se llevará a cabo en varias locaciones deportivas que se encuentran en la **Universidad Industrial de Santander –UIS**, es de suma importancia conocer las dimensiones que tienen cada uno de los escenarios y las características geográficas de sus alrededores, para evitar la realización de diseños que no satisfagan las verdaderas necesidades lumínicas, o en el peor de los casos, aquellos que no puedan ejecutarse, por razones técnicas como la ubicación de un mástil en un punto dónde halla una edificación, una vía automovilística, ó un árbol de gran envergadura, ésta última razón es de gran importancia también, ya que como ingenieros y seres humanos dentro de una sociedad, debemos velar y contribuir por la preservación del medio ambiente. La caracterización de cada una de las canchas y sus alrededores, está consignada en el archivo de **Auto CAD “Canchas UIS”** y en el plano **“Dimensiones de los Escenarios Deportivos y Caracterización del Entorno”**.

3.2 UBICACIÓN, ALTURA DE LOS MÁSTILES Y NIVELES DE ILUMINACIÓN

La ubicación y altura de cada uno de los soportes para las luminarias se realizó de acuerdo con las especificaciones consignadas en el capítulo 3, incisos 3.3 a 3.6, ya que para ello se tuvieron en cuenta las zonas de deslumbramiento propias de cada deporte, las subdivisiones del área de juego lo más uniforme posible (especialmente para la cancha de **Softball**), y el nivel de iluminación adecuado para las necesidades reales de cada cancha de acuerdo al tipo de competición que en ellas se practica, por lo que el único parámetro que se tendrá en cuenta será la iluminancia horizontal, ya que en éstos escenarios no se realizan retransmisiones de televisión y la afluencia de espectadores es muy baja debido al tamaño de las graderías.

Las alturas calculadas a continuación son hasta la posición de las luminarias más altas por lo que la altura total del poste se ajustará una vez sea realizado este proceso, siempre y cuando se cumpla con las exigencias de las normas y reglamentos técnicos en cuanto a la valoración del deslumbramiento.

3.2.1 CANCHA SUR

De acuerdo a las especificaciones de la **FIFA** mostradas en la tablas 5 y 8, y al nivel de juego que se practica actualmente, ésta cancha se ubica en la **clase II de competición**, el cual requiere solamente una iluminancia media horizontal E_H de 700 [Lx]. Así mismo, la **FIFA** en la tabla 5 recomienda una iluminación con seis (6) postes, pero se debe tener en cuenta que éstas especificaciones son para una cancha estándar de 105 x 68 [m], y la cancha en estudio presenta unas medidas de 90 x 60 [m], razón por la cual se

utilizará un total de cuatro (4) soportes de iluminación, ubicando dos (2) a cada lado para tener un alumbrado lateral.

La posición de cada uno de los mástiles se llevará a cabo subdividiendo el área de juego entre el número de postes, y la altura preliminar de éstos se determinará de acuerdo a la distancia más lejana hasta cada sub-área, como se muestra a continuación:

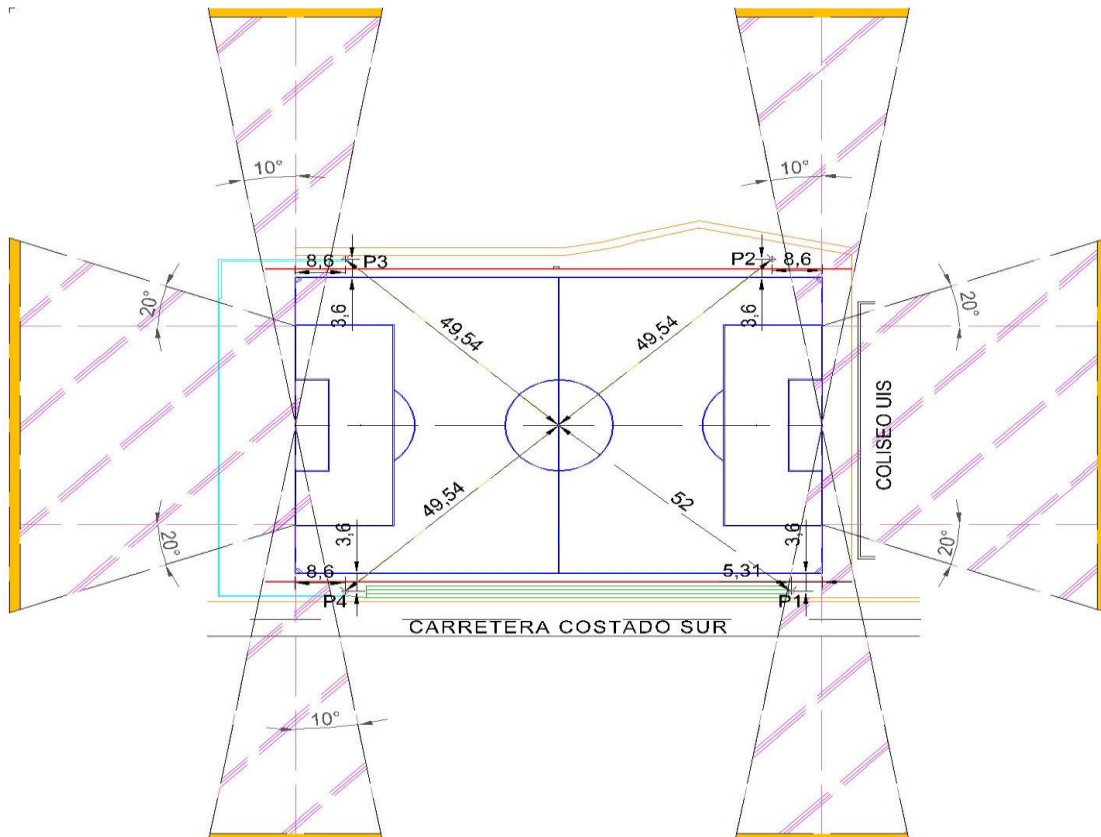


Fig. 33 Ubicación de los Postes para la Cancha Sur.
Fuente: Autores.

Como se puede observar, los postes **P2**, **P3** y **P4** están ubicados simétricamente respecto al punto central de la cancha y fuera de las zonas de deslumbramiento, pero el poste **P1** si se encuentra en ella sin estar simétricamente como los otros debido a que quedaría sobre la gradería, pero la evaluación de que tan conveniente sea su posición en cuanto al deslumbramiento de los jugadores, se realizará una vez que el diseño lumínico cumpla con lo exigido por los requerimientos expuestos en el capítulo 3.

Utilizando la ecuación 2 se calcularán las alturas preliminares de los postes, tomando la distancia más lejana desde el punto central de éstos a cada sub-área correspondiente:

$$H_{inicial} = distancia \cdot [\tan(25^{\circ})]$$

- $H_{i_P1} = 52 \cdot [\tan(25)] = 24,2479 \cong 24,3 [m]$ → $H_{Poste} = 25 [m]$
- $H_{i_P2, P3, P4} = 49,54 \cdot [\tan(25)] = 23,1008 \cong 23,2 [m]$ → $H_{Poste} = 25 [m]$

Debido a que la altura hasta las luminarias más altas del poste **P1** es mayor, y que éste se sitúa en una de las zonas de deslumbramiento, se tomará esta distancia para los cuatro (4) soportes, ya que así tendrán la misma altura y brindarán al diseño final ventajas como las siguientes:

1. La valoración del deslumbramiento resultará ser menor ya que se aumentó casi en un (1) metro la altura de las luminarias en tres (3) de los postes.
2. La apariencia estética de la cancha será más agradable para los usuarios de ésta al haber cuatro (4) soportes idénticos.
3. El costo económico puede resultar un poco más bajo debido a que se construirán cuatro (4) postes con características similares, y no uno (1) diferente a los demás.

3.2.2 CANCHA 1RO DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA

De igual manera que para la cancha **SUR**, se tomarán las especificaciones de la **FIFA** mostradas en la tablas **5** y **8**, pero al ser éste uno de los principales escenarios deportivos de la universidad, se realizarán dos (2) diseños de iluminación correspondientes a los niveles de juego que se pueden practicar actualmente. De ésta manera la cancha se ubicará en las **clases II** y **III** de **competición**, las cuales requieren solamente de una iluminancia media horizontal E_H de 700 y 1050 [Lx] respectivamente. Así mismo se tomarán tal cual las recomendaciones de la **FIFA** consignadas en la tabla **5**, ya que las dimensiones de éste escenario son de 105,35 x 68,05 [m], por lo que en la **clase II** se tendrá una iluminación con seis (6) postes y en la **clase III** una con ocho (8), ubicando cuatro (4) en cada esquina y los restantes de forma paralela a cada banda lateral, para tener así un alumbrado mixto.

Para la iluminación de la pista atlética se realizarán también dos (2) diseños basándonos en las especificaciones de la **IESNA** y algunas normas españolas, con niveles de competencia **clase II** y **III** que requieren iluminancias medias horizontales E_H de 100 y 200 [Lx] respectivamente. Los postes para cumplir con los requisitos de cada diseño serán los mismos que se determinen para la cancha de fútbol, y la posición de los aparatos de alumbrado estará por debajo de las luminarias que se utilicen para éste deporte, ó a la misma altura.

Con éste orden de ideas, la posición de cada uno de los mástiles se llevará a cabo subdividiendo el área de juego entre el número de postes, y la altura preliminar de éstos se determinará de acuerdo a la distancia más lejana hasta cada sub-área utilizando un ángulo de 20° para tener mástiles más cortos siempre y cuando se cumpla con el deslumbramiento.

3.2.2.1 FÚTBOL Y ATLETISMO CLASE III

Como ya se mencionó se requiere de ocho (8) postes para suministrar una adecuada iluminación, por lo que éstos se ubicarán lo mas simétrico posible subdividiendo en

ocho (8) partes el área de juego, sin interferir con la geometría del espacio y los elementos estéticos que hayan, como los arbustos que forman la figura “UIS ” entre otros.

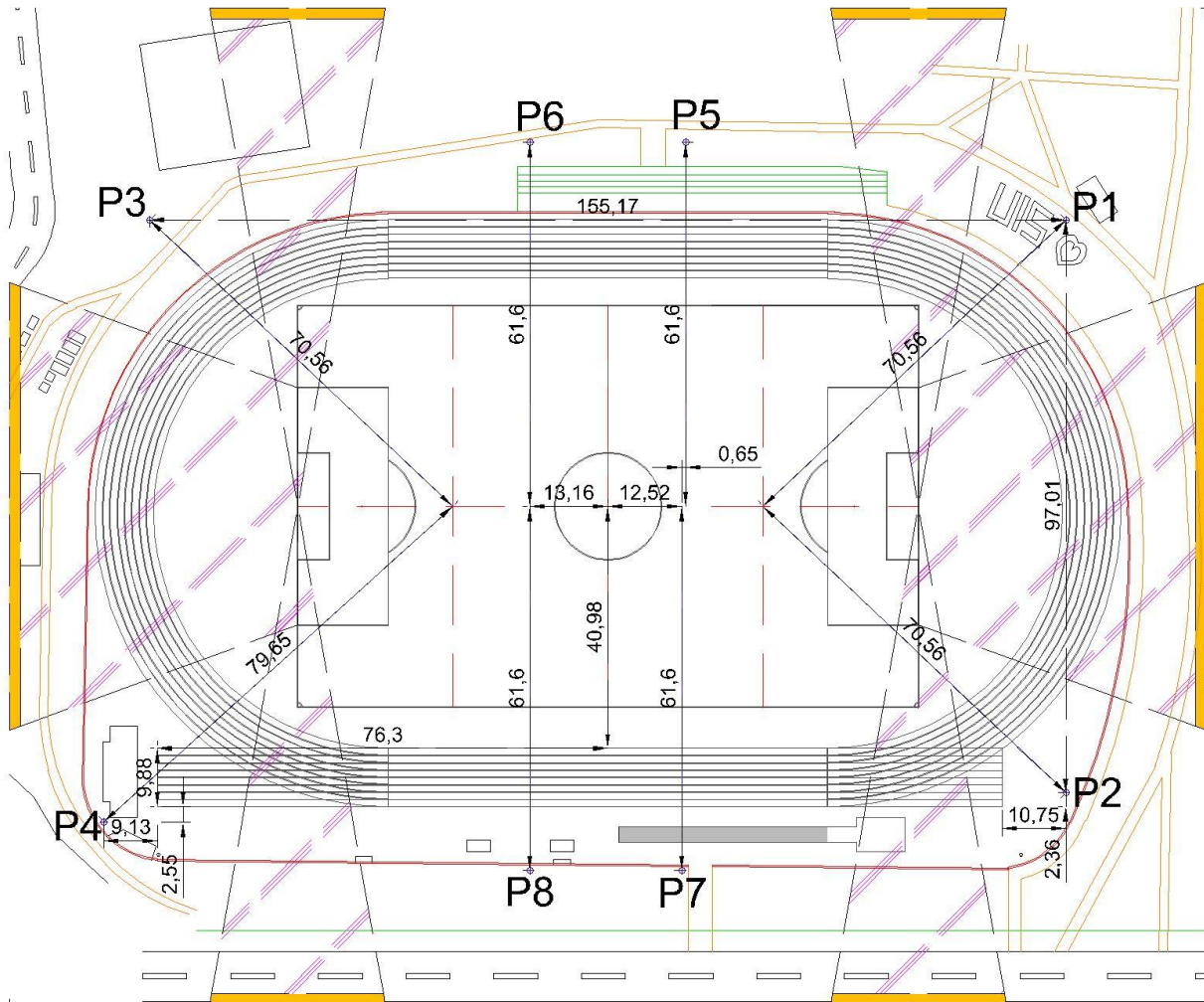


Fig. 34 Ubicación de los postes para la Cancha 1RO Marzo y Pista Atlética CLASE III.
Fuente: Autores.

Todos los postes están ubicados fuera de las zonas de deslumbramiento y tienen simetría respecto al eje longitudinal de la cancha a excepción de **P4**, ya que en el punto donde tendría armonía con el resto de estructuras se encuentran los vestidores, además **P1** está ubicado detrás de un símbolo icónico de la universidad sin dañar la estética visual que éste produce.

Utilizando la ecuación 2 se calcularán las alturas preliminares de los postes, tomando la distancia más lejana desde el punto central de éstos a cada sub-área correspondiente:

- $H_{i_P1, P2, P3} = 70,56 \cdot [\tan(20)] = 25,6817 \cong 25,7 [m] \rightarrow H_{Poste} = 26 [m]$
- $H_{i_P4} = 79,65 \cdot [\tan(20)] = 28,99 \cong 28,9 [m] \rightarrow H_{Poste} = 29 [m]$
- $H_{i_P5, P6, P7, P8} = 61,60 \cdot [\tan(20)] = 22,42 \cong 22,5 [m] \rightarrow H_{Poste} = 23 [m]$

3.2.2.2 FÚTBOL Y ATLETISMO CLASE II

El diseño lumínico para ésta clase de competición se realizará de igual manera al procedimiento expresado en el ítem anterior, pero utilizando seis (6) postes para suministrar una adecuada iluminación.

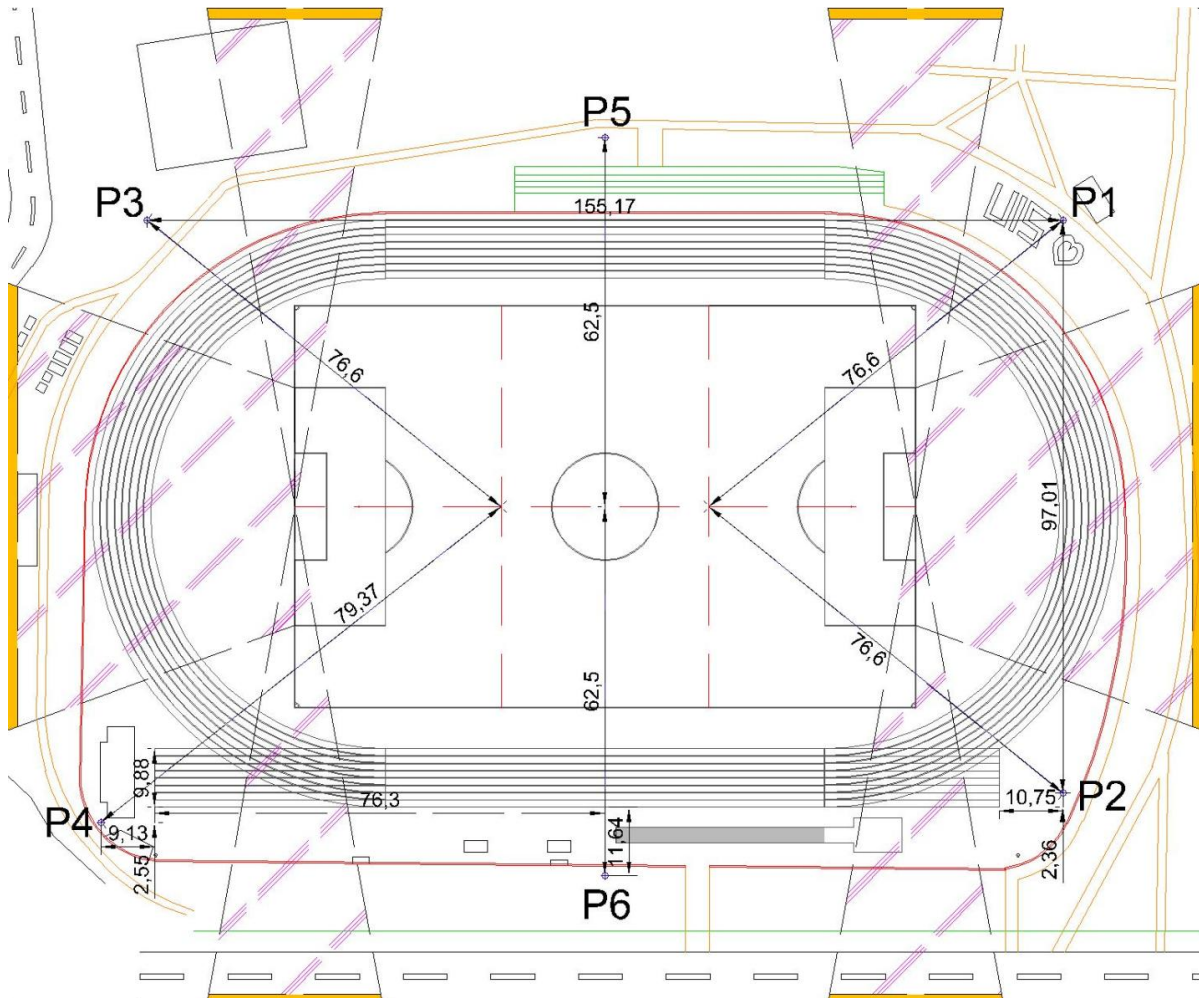


Fig. 35 Ubicación de los postes para la Cancha 1RO Marzo y Pista Atlética CLASE II.
Fuente: Autores.

Como se puede observar, la posición de los postes ubicados en las esquinas es la misma que en el diseño de estos escenarios para la **clase III**, la única diferencia es que la posición de los mástiles paralelos a las bandas laterales es sobre el eje central de la cancha.

Utilizando la ecuación 2 se calcularán las alturas de los proyectores más elevados, tomando la distancia más lejana desde el punto central de los postes a cada sub-área correspondiente:

- $H_{i_P1, P2, P5} = 76,6 \cdot [\tan(20)] = 27,88 \cong 27,9 [m]$ → $H_{Poste} = 28 [m]$
- $H_{i_P4} = 79,37 \cdot [\tan(20)] = 28,88 \cong 28,9 [m]$ → $H_{Poste} = 29 [m]$
- $H_{i_P3, P6} = 62,5 \cdot [\tan(20)] = 22,75 \cong 22,8 [m]$ → $H_{Poste} = 23 [m]$

3.2.3 CAMPO MULTIPROPÓSITO: SOFTBALL Y RUGBY

Para las canchas de **SOFTBALL** y **RUGBY** se realizarán también dos (2) diseños de iluminación, tomando como parámetro un nivel de competición **clase II**, de acuerdo con las especificaciones de la **IESNA** consignadas en la tabla 4 y al tipo de juego que se practica actualmente en éstos campos de la universidad, por lo que los valores de iluminancias medias horizontales E_H serán los estipulados en la tabla 7, (1000 y 700 [Lx] para el **infield** y el **outfield** respectivamente, y de 500 [Lx] para el **Rugby**). También se debe tener presente que al albergar dos tipos de escenarios en el mismo espacio, las zonas de deslumbramiento de ambos deportes deben interceptarse para encontrar los puntos que se encuentren fuera de éste fenómeno producido por la luz, y así ubicar en ellos los mástiles que soporten los aparatos de alumbrado.

Una vez realizada la caracterización de los escenarios deportivos, se tiene que el radio de la cancha de **SOFTBALL** es de 76,2 [m] (250 pies), por lo que se necesitarían seis (6) postes para proveerlo de una adecuada iluminación de acuerdo con lo expresado en el inciso 3.4.2 del capítulo 3, y el campo de **RUGBY** tiene características similares a uno de **Fútbol** pero con un nivel de iluminancia menor, así que el total de soportes que se utilizarán para éstos escenarios son seis (6), y en ellos estarán ubicados los proyectores necesarios para cada deporte. La altura de los postes se determinará con el mismo procedimiento que se utilizó para las canchas de fútbol mostradas anteriormente, pero con la diferencia de que al existir dos (2) superficies de juego con necesidades distintas, se tendrán el mismo número de alturas, por lo que se deberá escoger la mayor de ellas para garantizar el posicionamiento adecuado de los proyectores.

3.2.3.1 CANCHA DE SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)

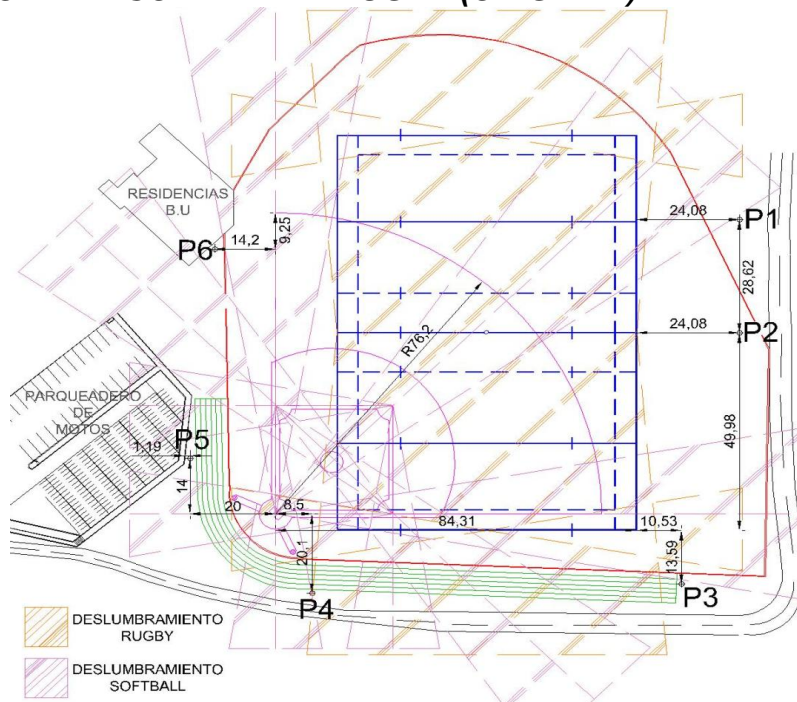


Fig. 36 Ubicación de los Postes para las Canchas de Softball y Rugby (Original).

Fuente: Autores.

La ubicación de los postes que servirán para la iluminación de los campos deportivos es la mostrada en la figura 36, en donde se logra ver que el mástil **P1** puede ser utilizado solamente para la iluminación de la cancha de **RUGBY**, y el resto de ellos si lo harán para ambos escenarios. Para el cálculo de las alturas de los postes de estos campos se utilizará un ángulo de 20° con el fin de tener mástiles de menor longitud y disminuir los costos económicos, siempre y cuando la valoración del deslumbramiento se encuentre entre los valores estipulados.

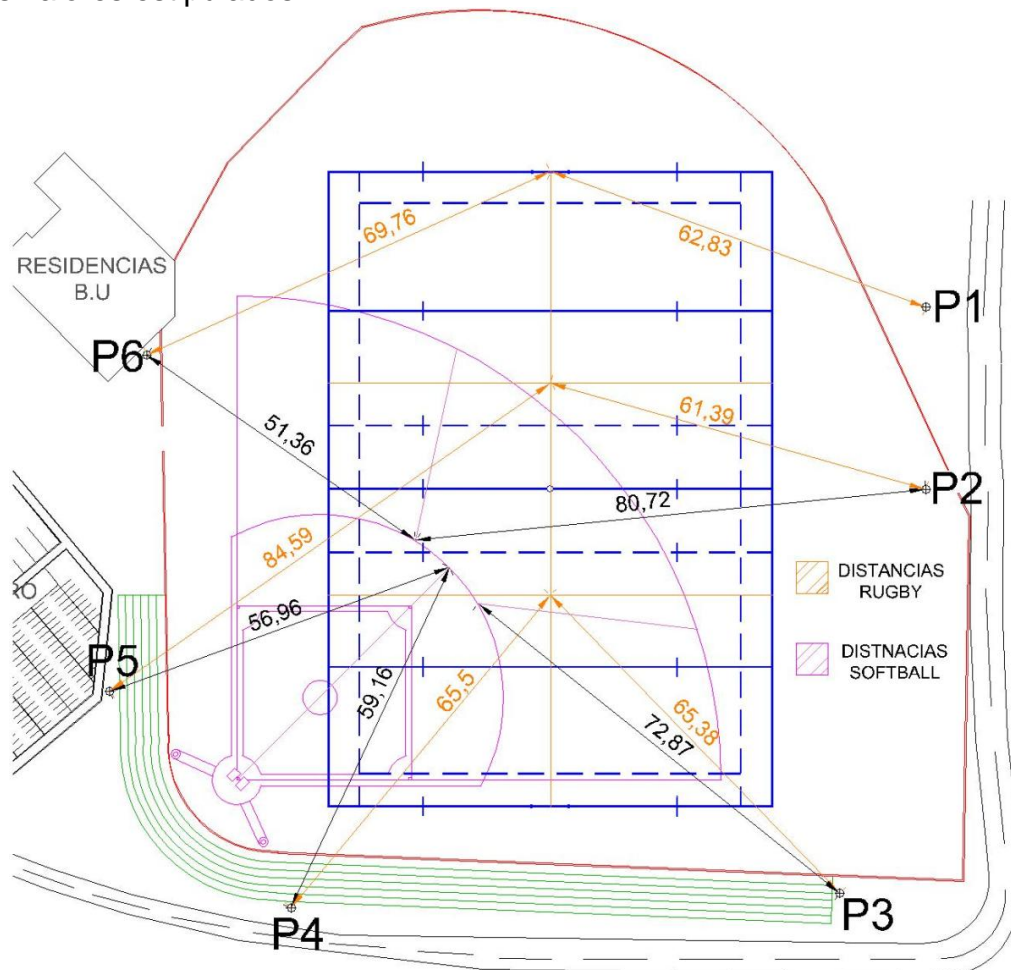


Fig. 37 Distancias de los Postes a las Canchas de Softball y Rugby (Original).
Fuente: Autores.

Con éstas medidas procedemos a realizar el cálculo de las alturas preliminares:

ALTURAS SOFTBALL

ALTURAS RUGBY

- $H_iP2 = 80,72 \cdot [\tan(20)] = 29,38 \cong 29,4 [m]$
- $H_iP3 = 72,87 \cdot [\tan(20)] = 26,52 \cong 26,6 [m]$
- $H_iP4 = 59,16 \cdot [\tan(20)] = 21,53 \cong 21,6 [m]$
- $H_iP5 = 56,96 \cdot [\tan(20)] = 20,73 \cong 20,8 [m]$
- $H_iP6 = 51,36 \cdot [\tan(20)] = 18,69 \cong 18,7 [m]$
- $H_iP1 = 62,83 \cdot [\tan(20)] = 22,87 \cong 22,9 [m]$
- $H_iP2 = 61,39 \cdot [\tan(20)] = 22,34 \cong 22,4 [m]$
- $H_iP3 = 65,38 \cdot [\tan(20)] = 23,79 \cong 23,8 [m]$
- $H_iP4 = 65,50 \cdot [\tan(20)] = 23,84 \cong 23,9 [m]$
- $H_iP5 = 84,59 \cdot [\tan(20)] = 30,78 \cong 30,8 [m]$
- $H_iP6 = 69,76 \cdot [\tan(20)] = 25,39 \cong 25,4 [m]$

La longitud de cada uno de los postes está ligada a los mayores valores consignados anteriormente, y en el diseño de este campo multipropósito las luminarias para cada deporte estarán situadas a las alturas correspondientes.

3.2.3.2 CANCHA DE SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)

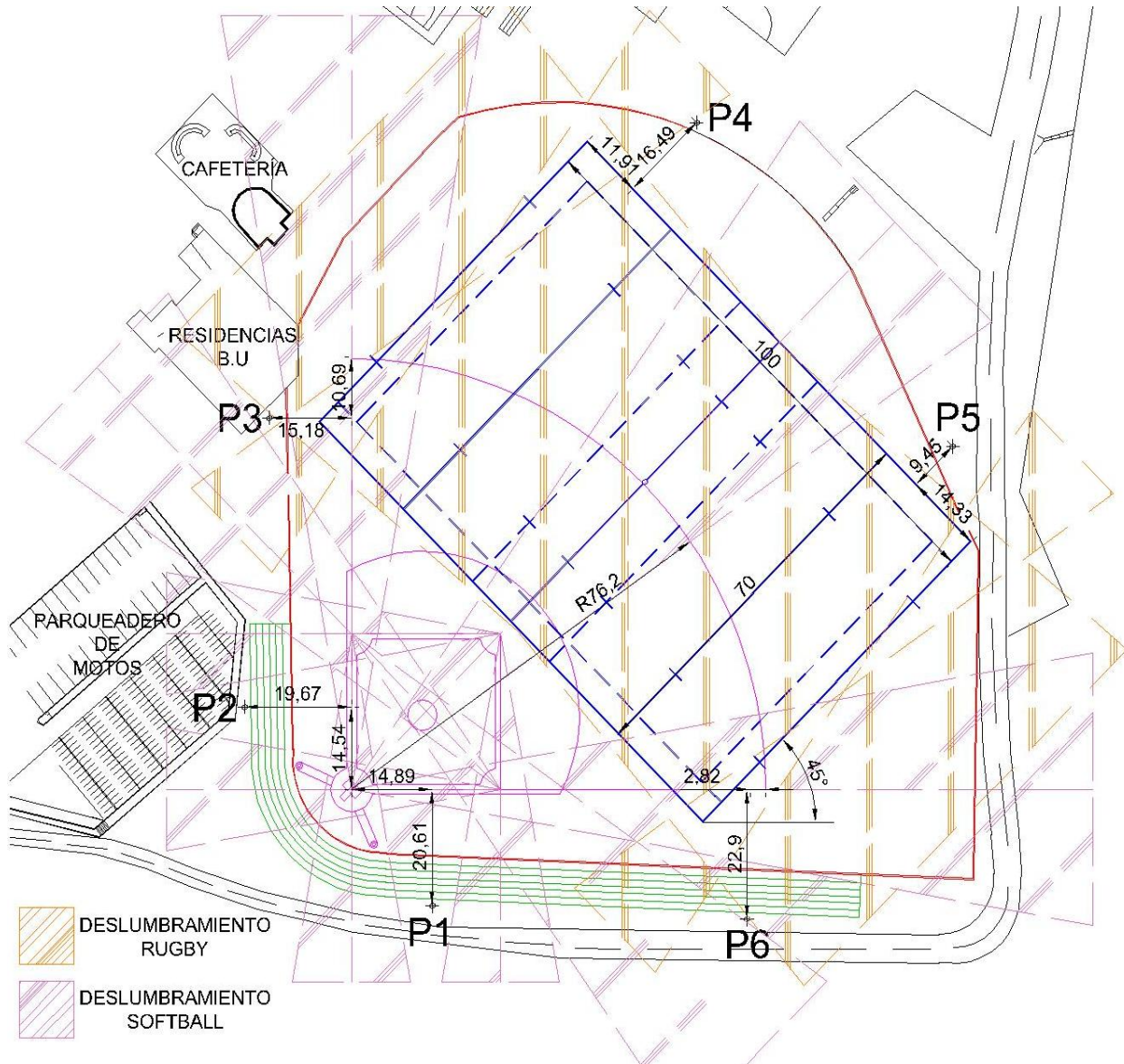


Fig. 38 Ubicación de los Postes para las Canchas de Softball y Rugby (Corrida).
Fuente: Autores.

Para éste diseño todos los postes serán utilizados para la iluminación del campo de **SOFTBALL**, y para el de **RUGBY** solo los soportes **P3**, **P4**, **P5** y **P6**, proyectando un ángulo de 20° como se ha hecho anteriormente para el cálculo de sus alturas.

A continuación se mostrarán las distancias para el posterior cálculo de las longitudes respectivas de cada mástil, pero con la diferencia de que no se hará una comparación

entre ellas para cada deporte, ya que al rotar la cancha de **RUGBY**, la subdivisión del área de juego es más equitativa y la proyección de luz desde cada poste es mejor irradiada.

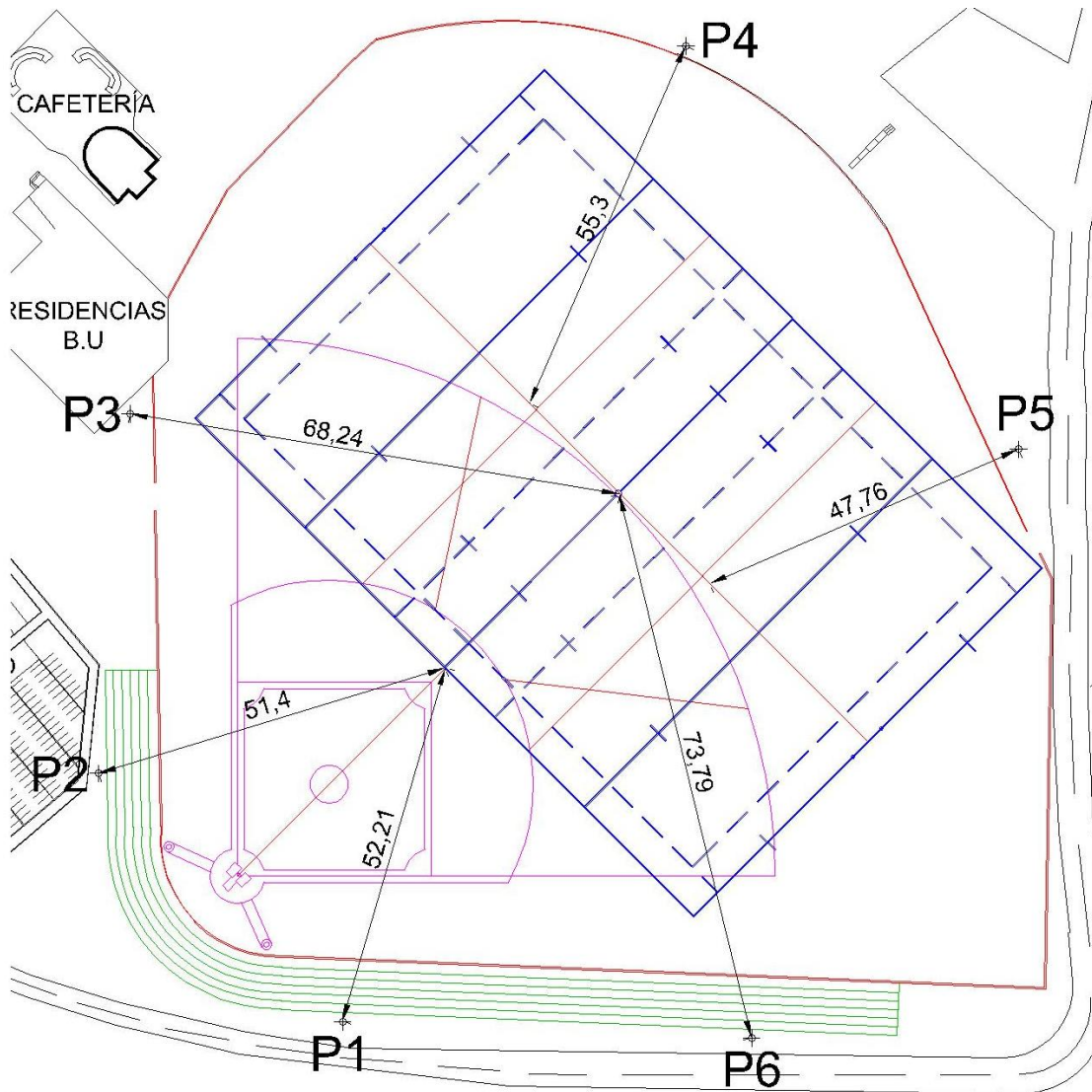


Fig. 39 Distancias de los Postes a las Canchas de Softball y Rugby (Corrida).
Fuente: Autores.

Finalmente, las longitudes serán:

- $H_{P1} = 52,21 \cdot [\tan(20)] = 19,01 \cong 19 [m]$ • $H_{P4} = 55,30 \cdot [\tan(20)] = 20,13 \cong 20,2 [m]$
- $H_{P2} = 51,40 \cdot [\tan(20)] = 18,71 \cong 18,8 [m]$ • $H_{P5} = 47,76 \cdot [\tan(20)] = 17,38 \cong 17,4 [m]$
- $H_{P3} = 68,24 \cdot [\tan(20)] = 24,84 \cong 24,9 [m]$ • $H_{P6} = 73,79 \cdot [\tan(20)] = 26,86 \cong 26,9 [m]$

Una vez conocidas las ubicaciones y alturas de los proyectores más elevados que se ubicarán en cada uno de los postes que serán utilizados en los diferentes escenarios deportivos, se procederá a la selección del proyector más adecuado.

3.3 SELECCIÓN DE LA LUMINARIA

Como se menciona en el capítulo 3, para la iluminación de los escenarios deportivos que se encuentran al aire libre se utilizan lámparas de halogenuros metálicos, ya que éstas ofrecen una buena reproducción del color y al ser de mayor potencia que las convencionales, tienen un alto y estrecho flujo luminoso para la concentración de la luz en grandes espacios, además de su alta eficiencia energética.

Para la selección del equipo que más se adecue a las demandas lumínicas de los escenarios de la universidad, se tendrán en cuenta los diferentes factores que son proporcionados en las hojas de datos de cada luminaria como:

- El flujo luminoso.
- Temperatura del color.
- Índice de reproducción del color.
- Potencia eléctrica.
- Vida útil de la luminaria.

Además de estos requisitos, se tendrán en cuenta a los fabricantes con mayor reconocimiento en el mercado colombiano, para trabajar con los productos de excelente calidad y última tecnología que han sido utilizados en proyectos similares en otras partes del mundo.

En la siguiente tabla se presentan algunos proyectores que pueden servir para la iluminación de los escenarios deportivos que son de interés en éste proyecto, donde se pueden comparar los factores anteriormente descritos. Las hojas de datos de cada proyector se pueden visualizar en el archivo adjunto “**Hojas De Datos De Las Luminarias**”. (Ver Anexo B).

Fabricante	Lámpara	Potencia [W]	Voltaje [V]	Flujo Luminoso [lm]	Vida Promedio [h]	Rendimiento Del Color [Ra]	Temperatura Del Color [°K]
G.E.	MVR 1500/HB	1.500	480	119.000	3.000	65	3.600
OSRAM	Saturno II HQI – TS DS/SP	2.000	230	200.000	No disponible	80	4.300
PHILIPS	Arena Vision MVF 404	2.000	400	220.000	5.000	90	5.600
ROY ALPHA	MTM VR 1500/HBU	1.500	240	145.000	No disponible	75	4.000

Tabla 10 Comparación de las Luminarias

Fuente: Autores.

De ésta tabla se concluye que el proyector que ofrece las mejores características para la iluminación deportiva es el **Arena Vision** de **Philips**, debido a que brinda el mayor flujo luminoso, vida promedio, rendimiento y temperatura del color; no obstante se calcularán el número de luminarias para una de las canchas con cada una de estas lámparas, para tener una posición más objetiva sobre el número total que debe ser utilizado para cumplir con los valores de iluminancia establecidos en el ítem inmediatamente anterior.

3.3.1 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LUMINARIAS: CANCHA SUR

Mediante el método del lúmen del haz descrito en el capítulo 3 y el valor del flujo luminoso que obtenemos de las hojas de datos de los fabricantes, estimamos la cantidad de proyectores que son necesarios para la iluminación de cada uno de los escenarios deportivos, teniendo en cuenta que quizás para algunas canchas se necesiten más luminarias debido a la distribución de los postes, pero esto se irá determinando durante la realización de cada diseño.

El coeficiente de utilización del haz **C.B.U.** que se utilizará para cada una de las luminarias preseleccionadas será de **0,6**, ya que así tendremos un mayor número de ellas, y el factor de mantenimiento **F_m** será de **0,75** por ser proyectores cerrados.

Finalmente para determinar cuál es la luminaria que se utilizará para cada escenario, se evaluará cuál de las cuatro (4) mostradas en la **tabla 10** otorga una menor cantidad de proyectores con una mayor eficiencia. Para ello se realizará el cálculo del número de proyectores de la cancha **Sur** mediante la **ecuación 6**, ya que el procedimiento es similar en el resto de escenarios.

$$N_T = \frac{E_m \cdot A}{\Phi \cdot CBU \cdot F_m} \quad ; \quad N/Poste = \frac{N_T}{\text{Número de Postes}}$$

El cálculo para la lámpara de **General Electric** sería:

$$N_T = \frac{700 \cdot (90 \times 60)}{119.000 \times (0,6) \times (0,75)} = 70,58 \text{ proyectores}$$

$$N/Poste = \frac{70,58}{4} = 17,65 \cong 18 \text{ proyectores/poste}$$

Con esta lámpara necesitaríamos 18 proyectores por poste ó 72 luminarias en total. De manera similar se realiza el proceso para el resto de modelos y los resultados se muestran en la siguiente tabla:

CANCHA SUR							
Nivel de Competición : Clase II			Área de la Cancha : 5400 [m ²]			E _m : 700 [Lx]	
Fabricante	Lámpara	Potencia [kW]	Flujo Luminoso [lm]	C.B.U.	F _m	Número de Proyectores N _T	Carga [kW]
G.E.	MVR 1500/HB	1.500	119.000	0,6	0,75	72	108
OSRAM	Saturno II HQI – TS DS/SP	2.000	200.000	0,6	0,75	48	96
PHILIPS	Arena Vision MVF 404	2.000	220.000	0,6	0,75	40	80
ROY ALPHA	MTM VR 1500/HBU	1.500	145.000	0,6	0,75	64	96

Tabla 11 Total de Proyectores con los Diferentes Modelos Preseleccionados

Fuente: Autores.

A partir de éstos resultados y de la comparación realizada en la **tabla 10**, podemos establecer que la luminaria más apropiada para los diseños lumínicos que se realizarán en este proyecto es la familia del proyector **ARENA VISION, MVF404 MHN-SEH 2000W** perteneciente a **PHILIPS**.

A continuación, se muestra la hoja de datos del proyector seleccionado, el certificado que el CIDET le ha otorgado a **Philips** por éste producto, la hoja de datos del balasto, y los diseños lumínicos de cada una de las canchas, con la luminaria seleccionada anteriormente, con la posición de los postes y los niveles de iluminación definidos en el inciso **4.2**.



ArenaVision MVF404 – excepcional eficiencia óptica

El proyector ArenaVision MVF404, diseñado para estadios y grandes instalaciones deportivas de interior, incrementa drásticamente la calidad de la imagen y la emoción del deporte de cara a la audiencia de televisión y a los espectadores, al tiempo que permite a los jugadores desempeñar su labor en condiciones visuales óptimas. Gracias a la innovadora lámpara de halogenuros metálicos compacta de un solo terminal Philips MHN-SE 2000 W y a sus ópticas de precisión monobloque, ArenaVision VF404 ofrece una eficiencia óptica muy superior a la obtenida hasta ahora. Además, este proyector de 2000 W permite instalar y sustituir las lámparas de forma sencilla, cumple totalmente con un IP65, incluye un nuevo sistema conector de cuchilla de seguridad y una solución electrónica dereencendido en caliente, además de todas las ventajas queya se incluyen en la gama de sistemas ArenaVision de Philips.

Esta nueva lámpara de arco corto MASTER MHN-SE 2000 W / 956 de Philips, con halogenuros metálicos de cuarzo, está diseñada para dar respuesta a las necesidades de iluminación y retransmisiones televisivas más exigentes gracias a su excelente reproducción del color ($R_a > 90$), la sensación de luz natural (T_c 5600K) y a la capacidad de reencendido en caliente para garantizar el arranque inmediato en caso de un breve corte en el suministro eléctrico. Su casquillo GX22 permite su montaje en el portalámparas en posición axial, sin que sea necesaria una cobertura externa y es adecuada para una tensión de red de 380-440 V/60 Hz. Junto con la óptica especial diseñada igualmente en torno al concepto axial se asegura la máxima eficiencia óptica, al tiempo que se obtiene una distribución de luz muy preciso, ya que los proyectores pueden montarse en cualquier posición que sea necesaria.

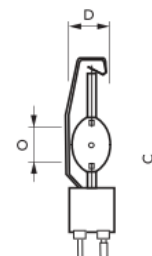
PHILIPS
 sense and simplicity

Especificaciones de la lámpara

	Potencia (W)	Tensión de alimentación (V)	Flujo luminoso (Lm)	Eficacia luminosa (Lm/W)	Casquillo/base	Posición de funcionamiento	Promedio de vida útil (h)
MHN-SE 2000W/956 440V	2000	440	220,000	110	GX22	Universal	5000

	Reproducción de color ($R_{a,0}$)	Temperatura del color (K)	Coordinación de cromacidad X	Coordinación de cromacidad Y
MHN-SE 2000W/956 440V	90	5600	0,320	0,355

Dimensiones de la lámpara	C		D	O
	Nom.	Máx.	Máx.	Nom.
MHN-SE 2000W/956 440V	196	198	41	25



Beneficios

- Se ha desarrollado una versión con lámpara de un solo terminal compacta
- La nueva lámpara de halogenuros metálicos alcanza los requerimientos más estrictos de las retransmisiones televisivas

Características

- Lámpara de halogenuros metálicos de un solo extremo compacta y de alto rendimiento con excelente reproducción del color
- Ópticas de precisión dedicadas

Aplicaciones

- Estadios de exterior

- La nueva lámpara y la ópticas desarrolladas aseguran la máxima eficiencia del sistema y una distribución luminica óptima

- IP65
- Sistema de conector de cuchilla de seguridad
- Reencendido en caliente electrónico

Especificaciones

• Tipo	MVF404
• Tipo de lámpara	HID: - 1 x MASTER MHN-SE HO / GX22- -HR / 2000 W
• Lámpara incluida	Sí (color de lámpara 956)
• Óptica	Apertura del haz B1 (B1) (más intensiva) Apertura del haz B2 (B2) Apertura del haz B3 (B3) Apertura del haz B4 (B4) Apertura del haz B5 (B5) Apertura del haz B6 (B6) Apertura del haz B7 (B7) Apertura del haz B8 (B8) (más intensiva)
• Cierre óptico	Vidrio frontal para versiones de iluminación directa (DOWN) y ascendente (UP)
• Arrancador	Serie (SI), integrado Reencendido en caliente, electrónico (HRE), integrado
• Opciones	Memoria de apuntamiento (AM) para salvaguardar la posición original de la luminaria durante el mantenimiento Versiones con reencendido en caliente que permiten restablecer de forma inmediata la iluminación en caso de interrupción de la alimentación eléctrica Versiones de iluminación ascendente para alumbrado arquitectónico Funda especial para cableado para zonas tropicales
• Materiales y acabado	Carcasa y cubierta posterior: aluminio inyectado a alta presión, resistente a la corrosión Vidrio: endurecido químicamente, 3 mm de espesor (para versiones de iluminación directa), cerámico de 3 mm de espesor (para versiones de iluminación ascendente) Brazo de montaje: acero galvanizado por inmersión en caliente, pintado Clips: acero inoxidable (para cerrar la cubierta posterior) Reflector: aluminio anodizado y pulido 99,99% Acabado en aluminio natural sin pintar

• Instalación	En bastidor de poste, techo, pared o suelo La lámpara permite una instalación y sustitución muy sencilla que se puede efectuar con una sola mano Existen dispositivos de apuntamiento de precisión ZVF403 PAD. Ajuste del brazo de montaje: 360° Temperatura ambiente exterior: 35°C (25°C interior) Coeficiente de arrastre (Cx): 0.93 Área proyectada en posición 70°: 0.20 m ² Máximo ajuste desde la horizontal: -90 / +90°
• Mantenimiento	Acceso a la lámpara mediante la apertura de los clips de la cubierta trasera (sin herramientas) Equipado con un sistema conector de cuchilla que desconecta de forma automática la corriente cuando se abre la cubierta de acceso posterior (sin necesidad de un relé, contacto o cableado adicional) No requiere limpieza interna
• Accesorios	Visera paralumen (ZVF403 GS) y dispositivos de apuntamiento de precisión (ZVF403 PAD)
• Observaciones	Equipado con una caja de conexión en aluminio situada en el brazo que protege el arrancador serie (SI) y un bloque de terminales Existen filtros de color para alumbrado arquitectónico disponibles bajo pedido Malla metálica para impedir la caída de piezas de vidrio de gran tamaño Equipos eléctricos precableados 380 - 440 V / 60 Hz disponibles, para pedir por separado
• Aplicaciones principales	Estadios deportivos

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE PRODUCTO

Modelo de Certificación

Tipo Marca de Conformidad

De acuerdo con El Reglamento Técnico
de Iluminación y Alumbrado Público
RETILAP

El CIDET certifica que el producto:

DENOMINACIÓN	TIPO	REFERENCIA		
LUMINARIAS Y PROYECTORES DE USO EXTERIOR	ALTAS POTENCIAS	ARENA VISIÓN MVF 403	POWER VISIÓN VF024	TEMPO 4
		ARENA VISIÓN MVF 404	OPTIVISIÓN MVP507	MVF480
		COMFORTVISION SNF111	SLS1000H	---
		DECOFLOOD MVF605, MVF 606, MVF 616, MVF 617	INDIRECTOR SERIES 17" PLT 250W, PLT 400W	VANDAL RESISTANT (EXCELINE)
		INDIRECTOR SERIES 14" PLT	COMFORTVISION 400W	WALLCUBE 300, 500, 600
	MEDIAS Y BAJAS POTENCIAS	CONTEMPO3	SERIE OLODUM	MINI 300 LED
		TEMPO3	OPTIFLOOD MVP504	OPTIFLOOD MVP506
		TEMPO2	MVF504	---

Comercializado por la empresa PHILIPS COLOMBIANA S.A.S, ha sido evaluado por el CIDET y se verificó que está fabricado y probado CONFORME con la RESOLUCIÓN 18 0540 de 2010 del MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – RETILAP.

Esta Certificación está sujeta a que el producto cumpla permanentemente las condiciones con las cuales fue evaluado respecto a las normas descritas, para lo cual el CIDET le hace la verificación y el seguimiento respectivos y publica las novedades y vigencia del presente CERTIFICADO en la página www.cidet.org.co.

Todas las características e identificación de este producto se describen en un documento anexo que contiene siete páginas y hace parte integral del presente CERTIFICADO, el cual puede ser consultado por los usuarios ante el CIDET

Certificado Nro. 04009

Fecha de Certificación: 06 DE DICIEMBRE DE 2010



César Alberto Tobón Giraldo
DIRECTOR EJECUTIVO



DESARROLLO • TECNOLOGÍA • INVESTIGACIÓN • INNOVACIÓN
Al servicio del Sector Eléctrico

Bogotá - Medellín | COLOMBIA

Kit Ballast + Ignitor 2000W MH

Ballast

Tipo/Type	WS-2000/BM
Tensione/Main Supply	208/440V 60Hz
Power Factor	0,9
D TC°	65
Corrente nominale/ Rated current	10,79A - 208V 5,90A - 380V 5,10A - 440V
Corrente di avviamento/ Starting current	10% Ir - 1 min
C rifasam./Rephasing Capac.	60uF
Peso/Weight	20,3 Kg.

Nota : Ballast ad alto isolamento, incapsulato in resina epossidica. A richiesta può essere inserito in box IP66 di alluminio pressofuso. Nel medesimo è anche ricavato lo spazio per alloggiare i rimanenti accessori.

Note : Highly insulated ballast, epoxy resin encased. Available also into die-cast aluminium IP66 box .
The box is also suitable to install the other accessories.

Ignitor

Tipo/Type	WS-07
V ingresso/Input Voltage	208-440V(*)
Impulso acc./Ignition Pulse	34-35 KV
T° amb. min./max di funzion.	
Min/max operat. enviro. T°	-25+85°
Pos. fase imp./Phase pulse pos.	60-75°
Assorbimento/Absorption	1,5 A
Tempo di autospegnimento Self-switch-off time	10 sec.
Peso / Weight	0,50 Kg.

Nota : Accenditore in contenitore nylon riempito con resina epossidica. **Non utilizzabile al posto degli accenditori convenzionali.**

Note : Ignitor on nylon reinforced case epoxy resin filled.
(*) Available also to operate at 480V-60Hz mains.
To not utilize to replace conventional Ignitors.

Esempi di lampade utilizzabili Example of suitable lamps

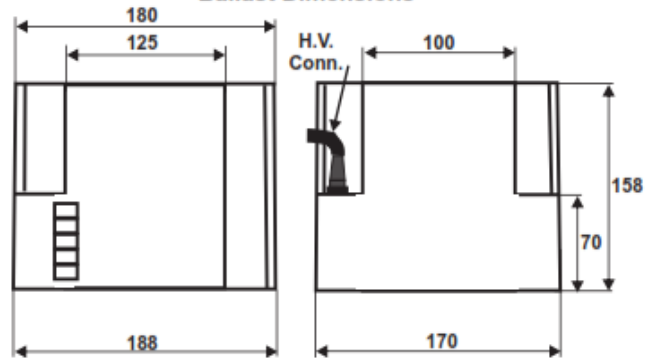
PHILIPS MHN-LA /956/842 2000W (Long Arc) PHILIPS
MHN-SA/SE /956/842 1800/2000W (ArenaVision)
OSRAM HQI-TS 2000W/D 6000°K
SYLVANIA HSI-TD 2000W/D
VENTURE MBIL S 2000 (RX7)
THORN 2000W (frosted quartz, RX7)

NOTA: Tutte le lampade del tipo a doppio attacco, devono essere modificate, aggiungendo il filo di innesco (vedi figura). Usare filo di nickel-cromo di diametro circa 0,5 mm.

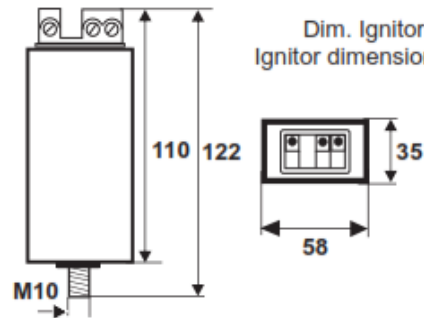
NOTE: All double-ended lamps have to be modified, adding the Ignition Wire (see figure).

Use nickel-chromium wire about 0,50 mm. diameter.

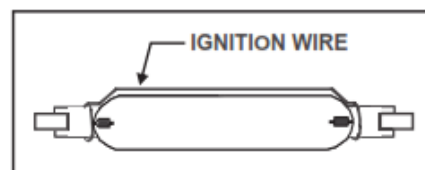
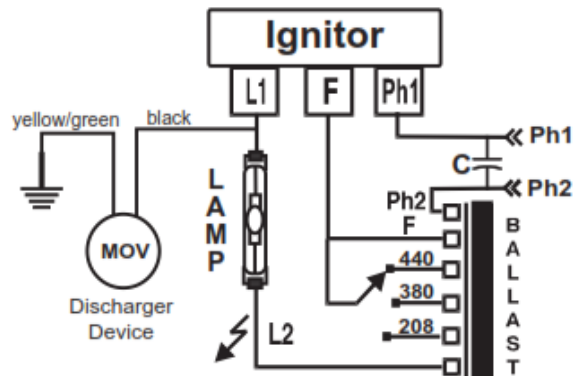
Dimensioni Ballast Ballast Dimensions



Dim. Ignitor Ignitor dimensions



Schema di collegam. Wiring conn. scheme



3.4 POSICION DE LOS PROYECTORES EN EL POSTE

Los diseños para cada una de las canchas se realizarán con la luminaria **Arena Vision MVF 404** de **Philips**. De la hoja de datos de la luminaria encontramos que las medidas en milímetros de éste proyector son:

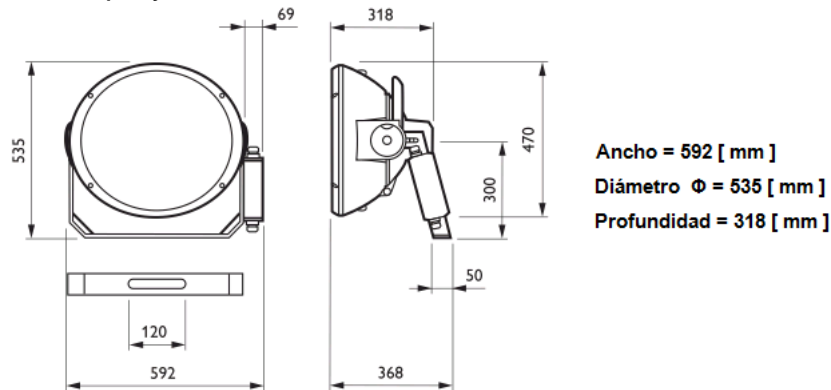


Fig. 40 Dimensiones del Proyector Arena Vision MVF 404 de PHILIPS.
Fuente: Catálogo Philips Arena Vision.

Conociendo las dimensiones de las luminarias que serán utilizadas en todas las canchas, definimos una posición de ellas en el reglaje que servirá para su soporte. La ubicación de cada proyector en el reglaje debe permitir orientarlos en cualquier dirección sin interrumpir la irradiación de luz por causa de otro, y esta será como se muestra en la siguiente figura:

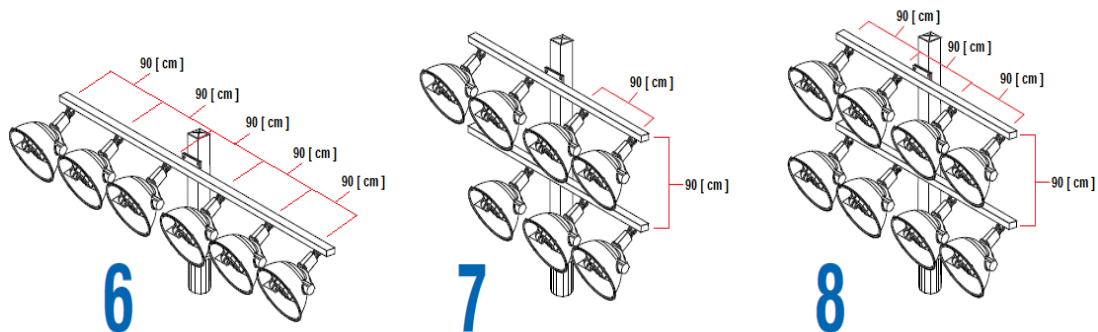


Fig. 41 Posición de los proyectores en el Poste.
Fuente: Autores.

Como se observa en la figura anterior, las luminarias en el poste se ubicarán en una cuadrícula de 90 x 90 [cm], teniendo un espaciamiento suficiente para que cada proyector pueda ser orientado de cualquier manera, sin que su irradiación de luz sea obstruida.

3.5 UTILIZACIÓN DE SOFTWARE PARA EL DISEÑO

Una vez definida la posición de los proyectores en los postes, el diseño del sistema de iluminación de cada uno de los escenarios deportivos se realizó mediante el software **RELUX PRO**, el cual cumple con lo exigido por el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público **RETILAP** en la sección **210.2.4**, páginas 35 y 36.

Este es un software gratuito de origen suizo que está disponible para cualquier diseñador de iluminación desde 1998, que se ha consolidado como uno de las herramientas computacionales más usadas para el alumbrado de interiores y exteriores, ya que permite:

- Importar archivos “.*dfx*” y “.*dwg*” en 2D que ayudan a realizar cualquier proyecto de forma rápida y sencilla.
- Las simulaciones de interiores y exteriores que desarrollan son realizadas según la normativa **EN 12464**, las de alumbrado de emergencia de acuerdo a la **EN 1838**, las de calles y vías según la **EN 13201**, y las de campos deportivos acorde a la **CIE**.
- La importación de archivos fotométricos en los formatos más importantes (**IESNA**, **ANSI**, **CIE**, **IES**), contando con más de 300.000 luminarias de los fabricantes más reconocidos.
- La importación de muebles, estructuras y diferente tipo de materiales que permiten acondicionar el espacio de trabajo de acuerdo a las características reales de éste.

3.6 DISEÑO DE ILUMINACIÓN: CANCHA SUR

El número de proyectores que se utilizarán para la iluminación de este escenario es 40 según los cálculos mediante el método del lúmen del haz, y los postes que se emplearán son 4, por lo que tendremos 10 luminarias por mástil.

Como ya sabemos el número posible de lámparas (si no se cumple con los parámetros lumínicos deseados se adicionarán más) que estarán en cada soporte, se calcularán las alturas a las que deberán ser ubicadas partiendo del posicionamiento predefinido en el inciso 4.4, y tomando los valores deducidos en el inciso 4.2.1:

La altura a las luminarias más elevadas para todos los postes calculada en el inciso 4.2.1, fue de 24,3 [m], por lo que la siguiente línea de luminarias se ubicarán en:

$$H_{L_{altas-1}} = H_{L_{altas}} - 0,9 = 24,3 - 0,9 = 23,4 \text{ [m]}$$

La altura total del poste será finalmente de 25 [m], y el esquema del posicionamiento de los proyectores es el que se muestra:

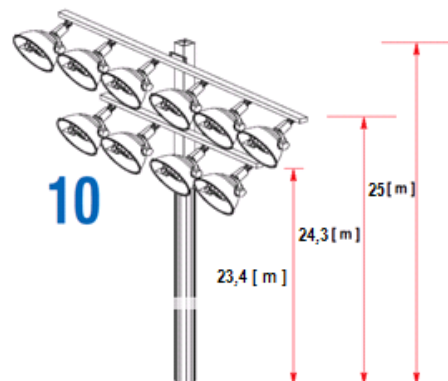


Fig. 42 Esquema de las Luminarias en los Postes de la Cancha Sur. Competición
Fuente: Autores.

Con ésta disposición de los proyectores en cada uno de los cuatro postes, se realizó el diseño del sistema de iluminación para el nivel de competición definido mediante la siguiente metodología, que también se utilizó para el resto de escenarios deportivos:

- **Paso 1:** Se importó de **Auto CAD** el plano donde está caracterizada la cancha sur y sus alrededores, tomando como origen del sistema el vértice del **tiro de esquina** que está ubicado al lado del poste **P4**.
- **Paso 2:** Se insertó la superficie virtual de medición a 1 metro de altura y con una malla de medición de 5 x 5 metros, y no de 10 x 10 como se había indicado en el capítulo **3**, ya que al realizarse el cálculo computacionalmente podemos obtener valores más precisos al calcular un mayor número de puntos.
- **Paso 3:** Se insertaron los postes mediante la opción “*Nuevo elemento cúbico*” en las ubicaciones especificadas, las superficies de trabajo como las delimitaciones de la cancha y las principales características de sus alrededores.
- **Paso 4:** Se insertaron los proyectores de la familia **Arena Vision MVF 404**, de **B1** a **B8**, en cada uno de los postes a las alturas especificadas.
- **Paso 5:** Se ubicaron los puntos de deslumbramiento a 1,5 metros de altura y en las posiciones especificadas en el capítulo **3**.
- **Paso 6:** Se orientó cada una de las luminarias hacia distintos puntos del terreno de juego, y se calcularon los valores como la iluminancia media horizontal, la uniformidad y el deslumbramiento.
- **Paso 7:** Se repitió el paso 6 hasta cumplir con los valores exigidos por las normas y reglamentos técnicos que fueron expuestos en el capítulo **3**. Si es necesario se adicionan luminarias, las cuales deben ser ubicadas debajo de las que ya se tienen para no sobredimensionar la altura de los postes, siempre y cuando no alteren los valores calculados para el deslumbramiento.
- **Paso 8:** Se mejoran los valores de uniformidad media y máxima hasta alcanzar más de un 80% en casi todos los escenarios deportivos, para tener una mejor distribución de luz en el terreno de juego.

Una vez terminado el diseño para el nivel de competición que fue definido, se procede a realizar para la misma cancha el sistema de iluminación que sea adecuado para entrenamientos, debido a que no siempre se estarán disputando juegos importantes y sería innecesario el gasto energético y económico al utilizar la totalidad de proyectores para la recreación. El diseño para entrenamientos se realizó a partir del elaborado para la clase de competición, ya que se utilizaron las mismas posiciones, alturas y orientaciones de los proyectores, tal y como se describe a continuación:

- **Paso 9:** A partir del diseño para el nivel de competición, se analizan los puntos de la cancha que tengan el mayor nivel de iluminancia producto de la irradiación lumínica de determinada(s) lámpara(s).

- **Paso 10:** Se suspende la emisión de luz de las lámparas que más contribuyan a la iluminación en los puntos analizados anteriormente, y se calculan la iluminancia media horizontal, la uniformidad y el deslumbramiento.
- **Paso 11:** Se repitió el paso 10 hasta cumplir con los valores para entrenamiento de las **tablas 7 y 8** presentadas en el capítulo 3.

3.6.1 CANCHA SUR: COMPETICION

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 700 \text{ [Lx]} ; U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,33 ; U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,6 ; \text{Observador } GR_{max} = 50$$

Utilizando la metodología descrita tenemos los siguientes resultados, que pueden visualizarse fácilmente en el archivo adjunto “**CANCHA SUR Competición**” de la carpeta “**Diseños Lumínicos / CANCHA SUR**”:

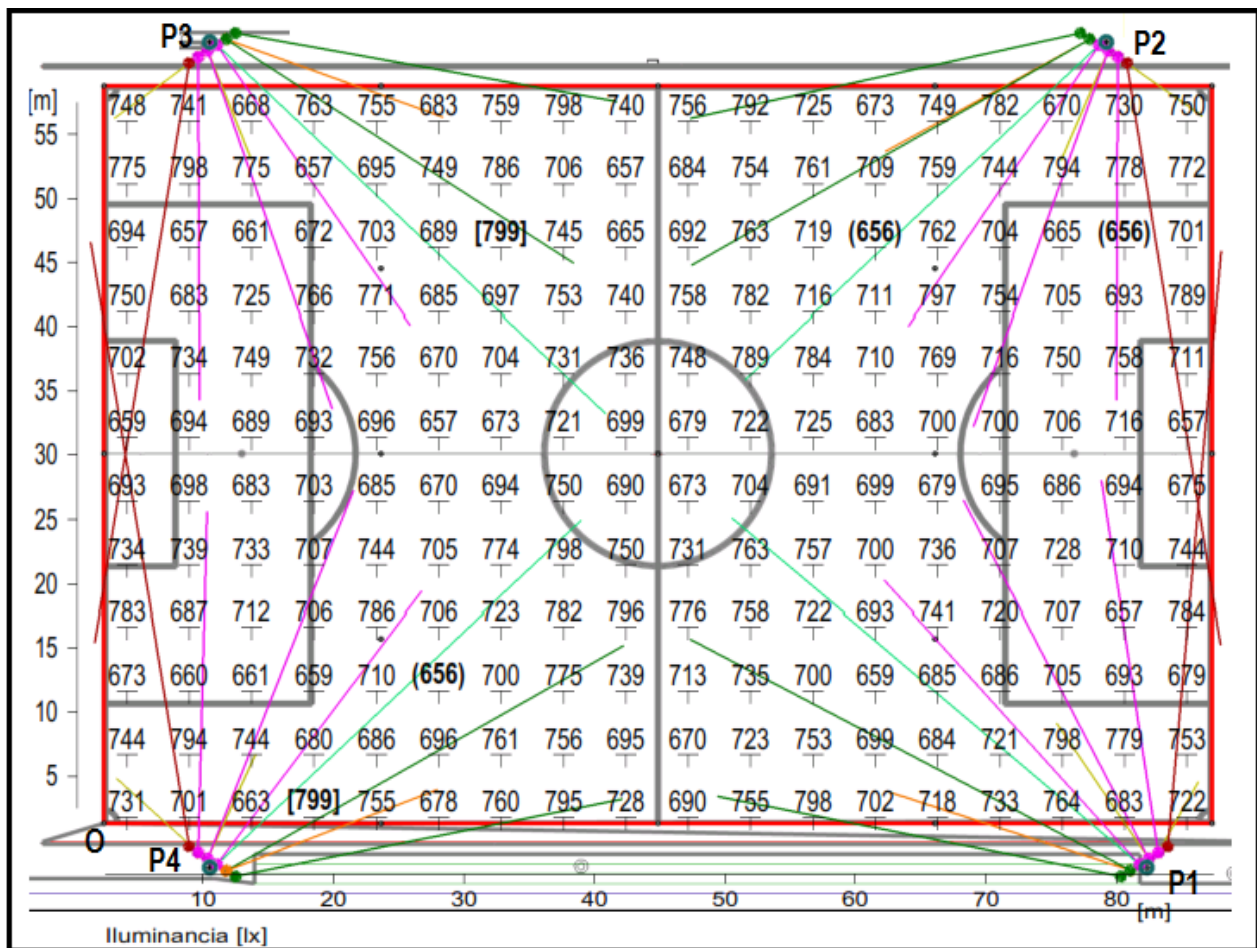


Fig. 43 Iluminancias Horizontales y Orientación de los Proyectores. Cancha Sur. Competición.

Fuente: Autores.

Las posiciones, alturas y orientaciones de los proyectores están tabuladas en el archivo adjunto de Excel “**ESPECIFICACION DE POSICION Y TIPO DE LUMINARIAS**” en la pestaña “**CANCHA SUR**”, en él, se encuentra una descripción de cada luminaria y poste utilizado respecto al origen de coordenadas (punto **O** en la figura), y también respecto al eje o reglaje donde estas se apoyan, esto para hacer más fácil su proceso de orientación al momento de realizarse la instalación de cada sistema de iluminación. (**Ver Anexo C**).

Finalmente los valores lumínicos que se han calculado con la disposición de los proyectores que definimos durante el diseño son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 722 \text{ [Lx]} \quad ; \quad U_1 = \frac{656}{799} = 0,82 \quad ; \quad U_2 = \frac{656}{722} = 0,91$$

Las mediciones del deslumbramiento para cada una de las posiciones definidas del observador en el capítulo 3 son:

Posición del Observador	GR
1	40,7
2	37,3
3	34,1
4	21,8
5	36,3
6	34,4
7	34,8
8	34,5
9	21,4
10	36,4

Posición del Observador	GR
11	32,7
12	38
13	34,9
14	22,8
15	34,2
16	34,6
17	35,6
18	27,5
19	33

Tabla 12 Valoración del Deslumbramiento. Cancha Sur Competición.

Fuente: Autores.

Como se puede apreciar, el diseño cumple ampliamente con los valores que exigen las diferentes normativas, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario con el diseño que realizamos (**Ver Anexo D**).

3.6.2 CANCHA SUR: ENTRENAMIENTO

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 280 \text{ [Lx]} \quad ; \quad U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,25 \quad ; \quad U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,5 \quad ; \quad \text{Observador } GR_{max} = 55$$

Usando la metodología descrita tenemos los siguientes resultados, que pueden visualizarse en el archivo “**CANCHA SUR_Entrenamiento**” de la carpeta “**Diseños Lumínicos / CANCHA SUR**”:

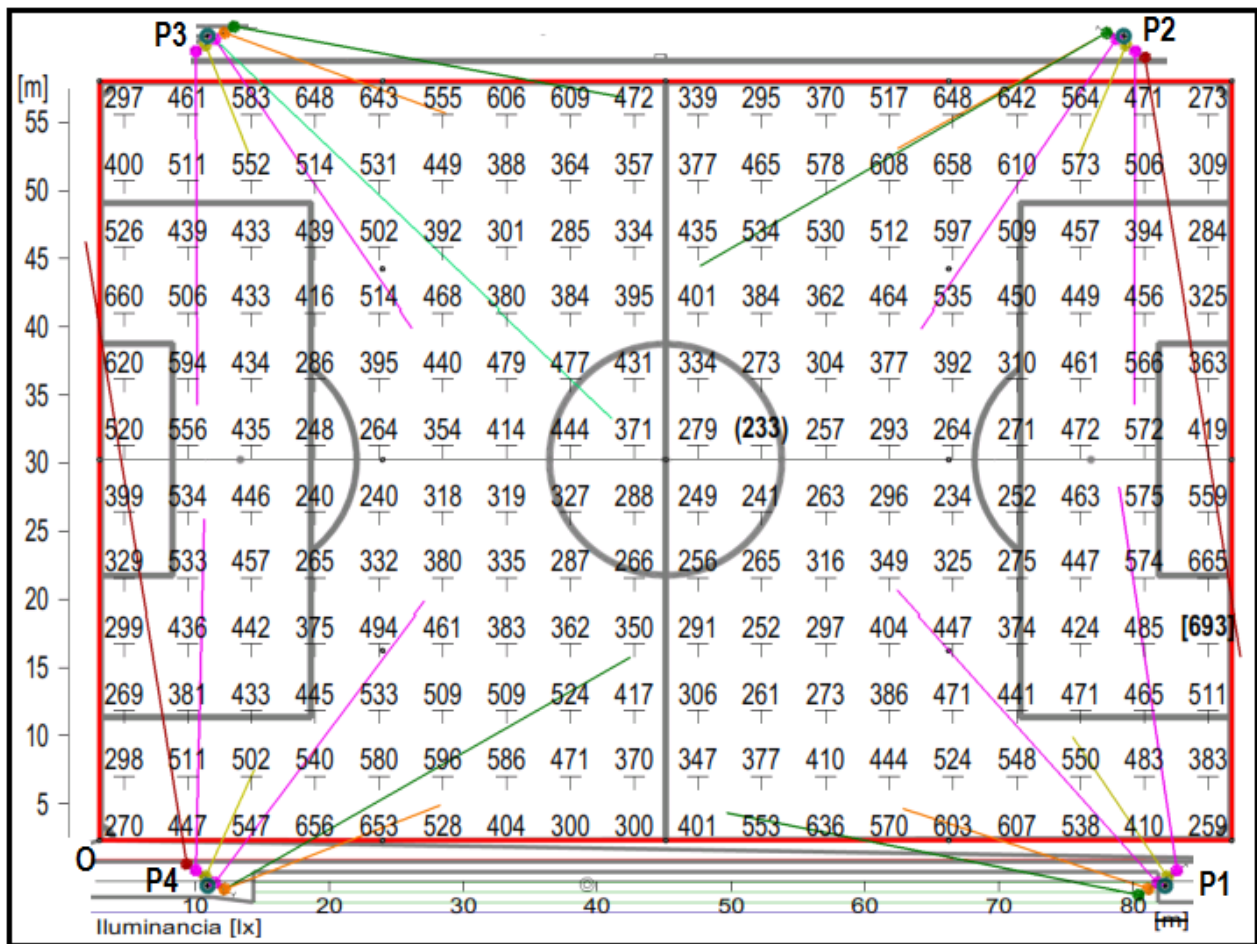


Fig. 44 Iluminancias Medias Horizontales de la Cancha Sur. Entrenamiento.
Fuente: Autores.

Para este diseño se omitió la luz que brindaban 17 proyectores que se ubicaban en los diferentes postes, por lo que se utilizarán solamente 23 de los 40 que se tenía inicialmente. No se pudo prescindir de la luz de más luminarias debido a que valores como la uniformidad dejaban de satisfacer los requerimientos exigidos. El esquema de las luminarias sería:

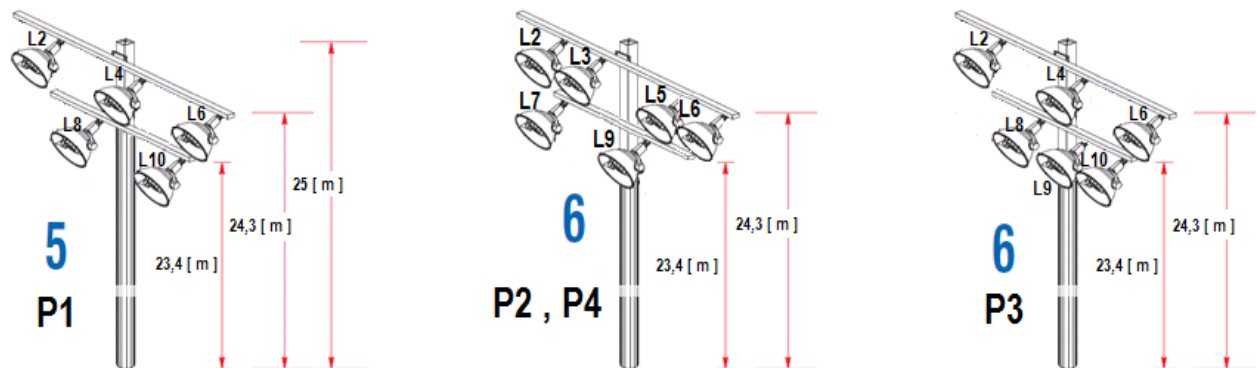


Fig. 45 Esquema de las Luminarias en los Postes de la Cancha Sur Entrenamiento.
Fuente: Autores.

Finalmente los valores lumínicos que se han calculado con la disposición de los proyectores que definimos durante el diseño son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 430 [Lx] \quad ; \quad U_1 = \frac{233}{693} = 0,34 \quad ; \quad U_2 = \frac{233}{430} = 0,54$$

Las mediciones del deslumbramiento para cada una de las posiciones definidas del observador en el capítulo 3 son:

Posición del Observador	GR	Posición del Observador	GR
1	44,2	11	16,4
2	32,1	12	31,4
3	36,1	13	37
4	18,5	14	21,9
5	40,6	15	17,4
6	38,8	16	38,9
7	35,9	17	36,5
8	36	18	31
9	20,9	19	37,3
10	39,4		

Tabla 13 Valoración del Deslumbramiento. Cancha Sur Entrenamiento.

Fuente: Autores.

Como se puede apreciar, el diseño cumple con los valores que exigen las diferentes normativas, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario para entrenamiento (**Ver Anexo E**).

3.7 DISEÑO DE ILUMINACIÓN: CANCHA 1RO DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III

Del inciso 4.2.2.1 conocemos la longitud de los postes y que los proyectores para la cancha de fútbol deben estar ubicados a una altura mayor que los que se utilicen para la pista atlética, entonces se debe estimar primero el número y disposición de los proyectores para el campo de fútbol mediante el método del lúmen del haz:

$$N_T = \frac{E_m \cdot A}{\Phi \cdot CBU \cdot F_m} = \frac{1050 \times (105,35 \times 68,05)}{[(220.000) \times (0,6) \times (0,75)]} = 76,04$$

$$N/Poste = \frac{N_T}{\text{Número de Postes}} = \frac{76,04}{8} = 9,5 \cong 10 \text{ proyectores/poste}$$

Entonces tendremos un total de 80 luminarias para el alumbrado de la cancha de fútbol, que se podrían distribuir equitativamente entre los ocho (8) postes, pero el diseño se realizará utilizando 12 proyectores en cada uno de los mástiles ubicados en las esquinas, ya que éstos están más alejados del campo, y 8 en los que están

posicionados paralelamente a las bandas laterales, para utilizar las mismas 80 que fueron estimadas inicialmente.

Partiendo del posicionamiento predefinido en el inciso 4.4, y tomando los valores deducidos en el inciso 4.2.2.1, las siguientes luminarias estarán a una altura de:

- $H_{L_{altas_P1, P2, P3}} = 25,7 [m]$ → $H_{L_{altas-1}} = 25,7 - 0,9 = 24,8 [m]$
- $H_{L_{altas_P4}} = 28,9 [m]$ → $H_{L_{altas-1}} = 28,9 - 0,9 = 28 [m]$
- $H_{L_{altas_P5, P6, P7, P8}} = 22,5 [m]$ → $H_{L_{altas-1}} = 22,5 - 0,9 = 21,6 [m]$

Las alturas totales de los postes serán finalmente de 26, 29 y 23 [m] respectivamente, y el esquema del posicionamiento de los proyectores es el que se muestra:

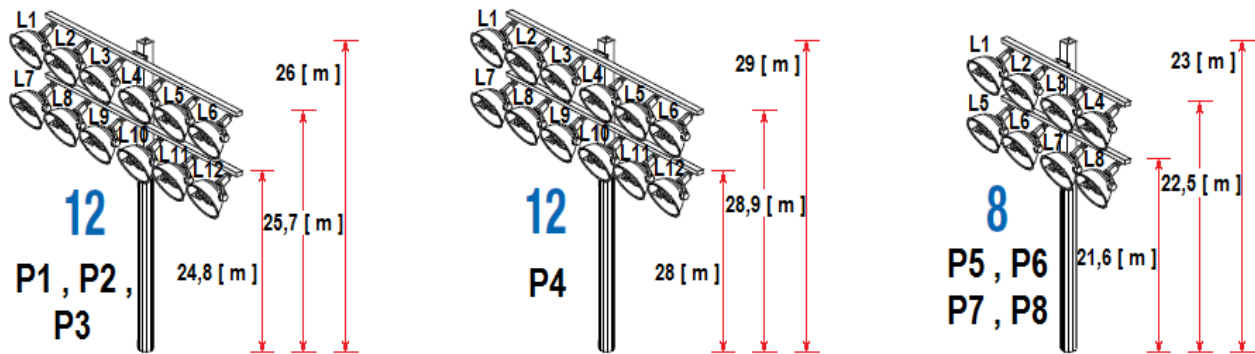


Fig. 46 Esquema de las Luminarias en los Postes de la Cancha 1° Marzo CLASE III
Fuente: Autores.

La altura de los proyectores para el alumbrado de la pista atlética será 0,9 metros por debajo de los utilizados en la cancha de fútbol, ó a la misma altura de éstos pero distanciados 0,9 metros.

Con ésta disposición de los proyectores en cada uno de los postes, se realizó el diseño del sistema de iluminación para este escenario deportivo:

3.7.1 CANCHA 1RO DE MARZO CLASE III: COMPETICION

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 1050 [Lx] ; U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,4 ; U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,7 ; \text{Observador } GR_{max} = 50$$

Utilizando la metodología descrita tenemos los siguientes resultados, que pueden visualizarse fácilmente en el archivo adjunto “**CANCHA 1RO DE MARZO CLASE III Competicion**” de la carpeta “**Diseños Lumínicos / CANCHA 1RO DE MARZO CLASE III**”:

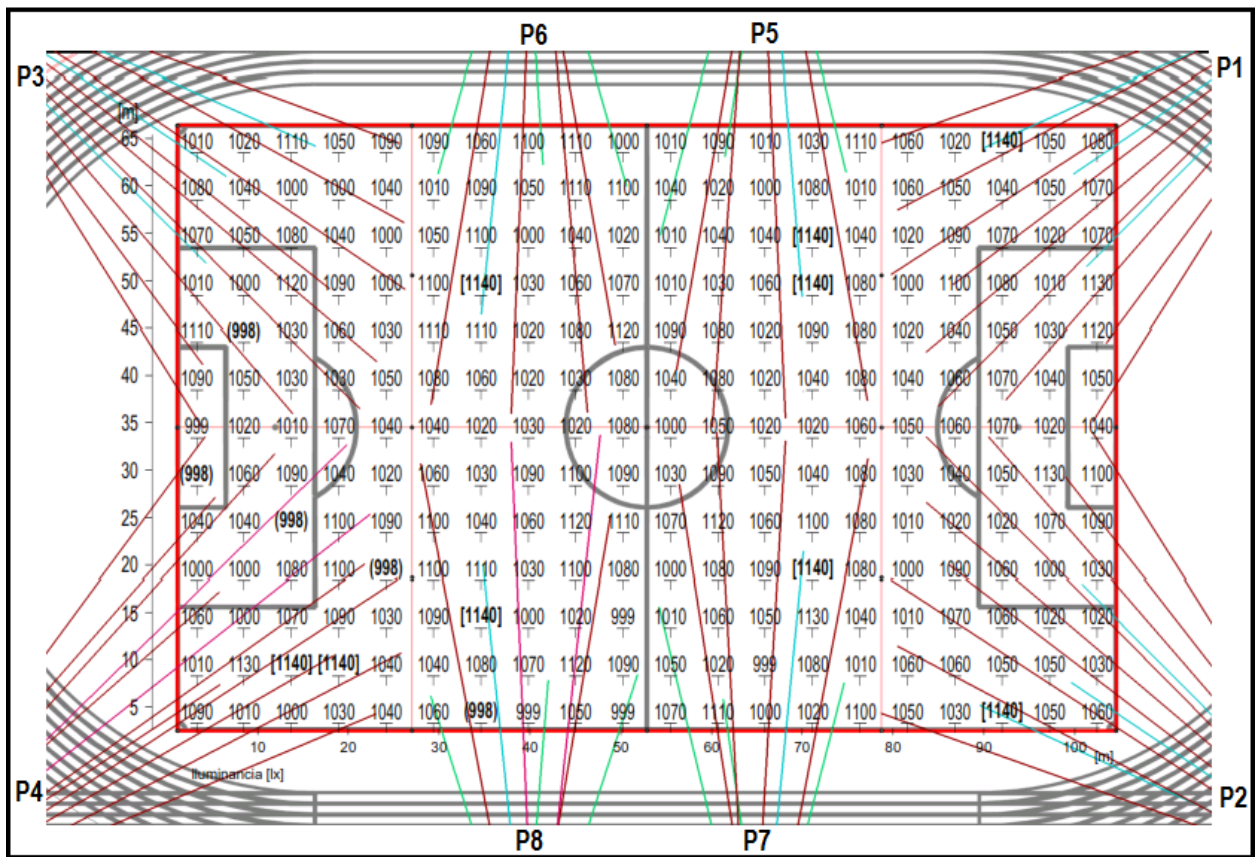


Fig. 47 Iluminancias y Orientación de los proyectores. Cancha 1° Marzo CLASE III. Competición.
Fuente: Autores.

Las posiciones, alturas y orientaciones de los proyectores están tabuladas en el archivo adjunto de Excel “**ESPECIFICACION DE POSICION Y TIPO DE LUMINARIAS**” en la pestaña “**CANCHA 1° MARZO CLASE III**”. (Ver Anexo F).

Calculando los parámetros lumínicos con la disposición de los proyectores propuesta tenemos:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 1060 \text{ [Lx]} \quad ; \quad U_1 = \frac{998}{1140} = 0,87 \quad ; \quad U_2 = \frac{998}{1060} = 0,94$$

Las mediciones del deslumbramiento para cada una de las posiciones definidas del observador en el capítulo 3 son:

Posición del Observador	GR	Posición del Observador	GR
1	48,9	11	37,7
2	47,7	12	47,8
3	49,1	13	48,9
4	43,2	14	44,6
5	35,5	15	33,4
6	32,5	16	43,9
7	44,7	17	49
8	49,4	18	44,7
9	40,9	19	33,1
10	36,4		

Tabla 14 Valoración del Deslumbramiento. Cancha 1° Marzo Clase III. Competición.
Fuente: Autores.

Como se puede apreciar, el diseño cumple con los valores que exigen las diferentes normativas, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario con el diseño propuesto (**Ver Anexo G**).

3.7.2 CANCHA 1RO DE MARZO (CLASE III): ENTRENAMIENTO

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 280 [Lx] ; U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,25 ; U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,5 ; \text{Observador } GR_{max} = 55$$

Utilizando la metodología descrita tenemos los siguientes resultados, que pueden visualizarse fácilmente en el archivo adjunto "**CANCHA 1RO DE MARZO CLASE III Entrenamiento**" de la carpeta "**Diseños Lumínicos / CANCHA 1RO DE MARZO CLASE III**":

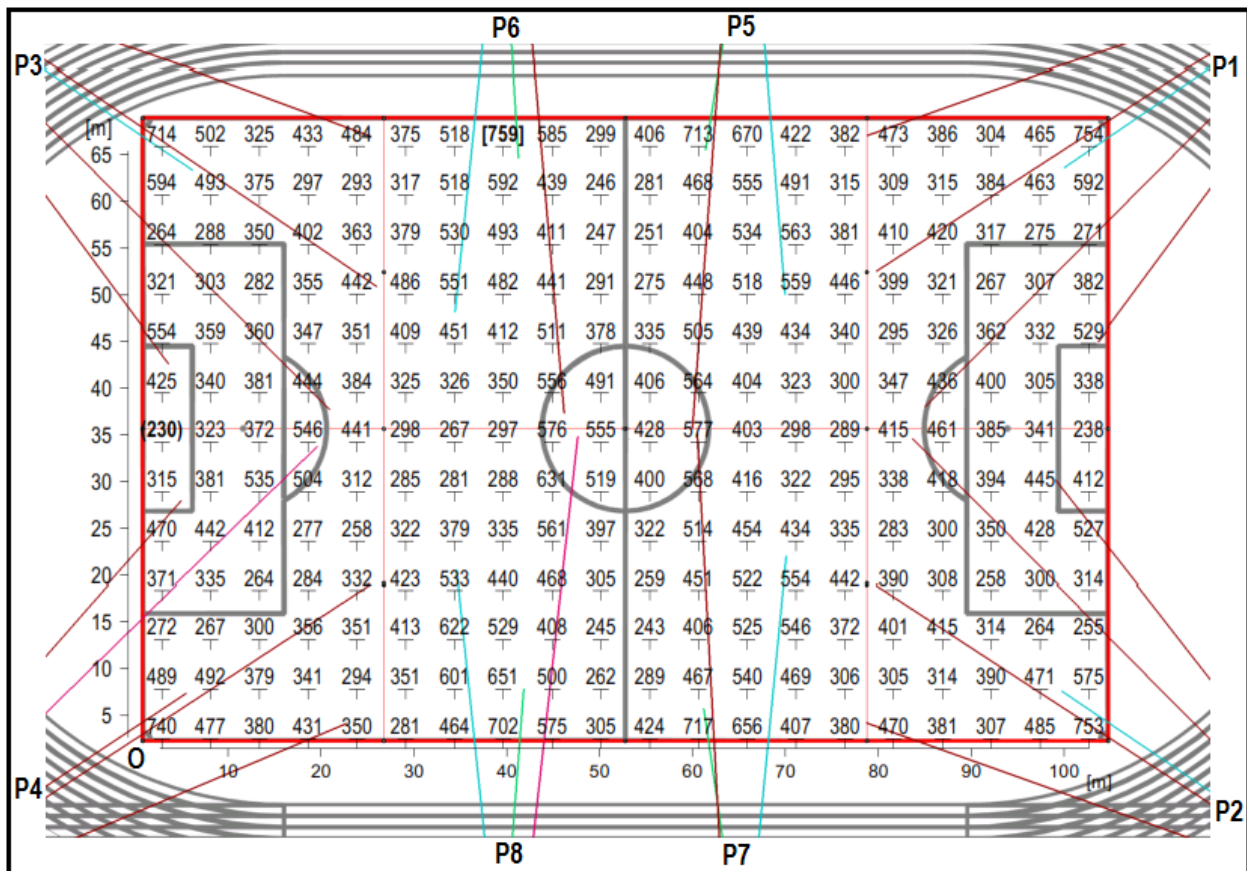


Fig. 48 Iluminancias Medias Horizontales de la Cancha 1° Marzo (CLASE III). Entrenamiento
Fuente: Autores.

Para este diseño se omitió la luz que brindaban 48 proyectores que se ubicaban en los diferentes postes, por lo que se utilizarán solamente 32 de los 80 que se tenía inicialmente. No se pudo prescindir de la luz de más luminarias debido a que valores como la uniformidad dejaban de satisfacer los requerimientos exigidos. El esquema de las luminarias será:

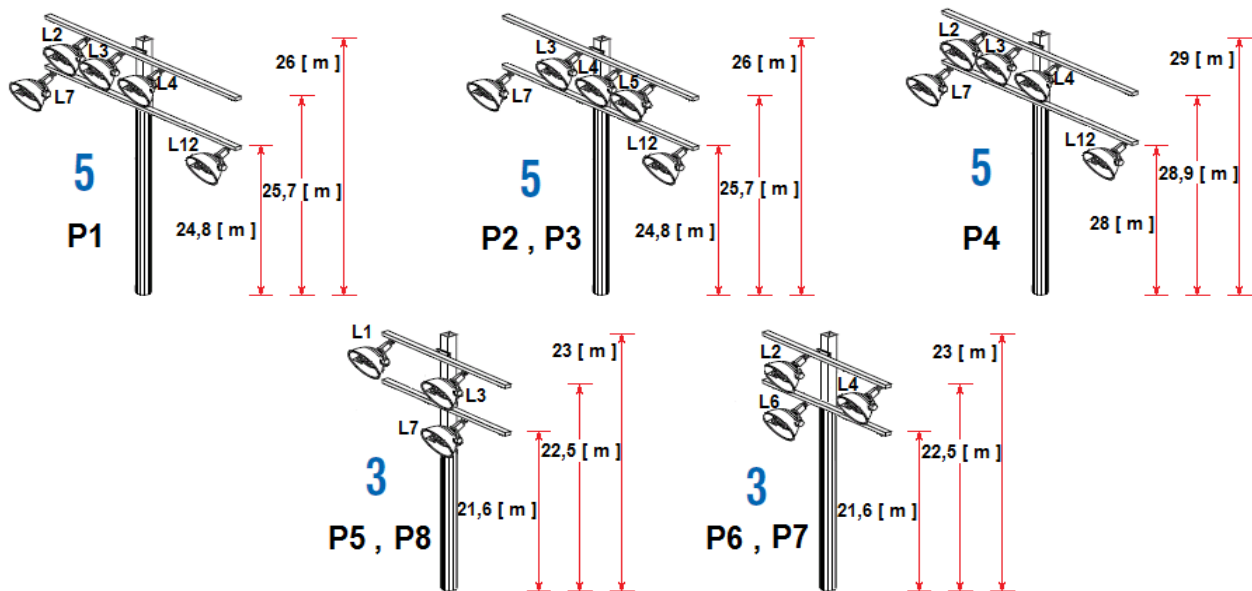


Fig. 49 Esquema de las Luminarias en los Postes de la Cancha 1ro Marzo (Clase III). Entrenamiento

Fuente: Autores.

Finalmente los valores lumínicos que se han calculado con la disposición de los proyectores que definimos durante el diseño son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 409 [Lx] \quad ; \quad U_1 = \frac{230}{759} = 0,3 \quad ; \quad U_2 = \frac{230}{409} = 0,56$$

Las mediciones del deslumbramiento para cada una de las posiciones definidas del observador en el capítulo 3 son:

Posición del Observador	GR
1	49,6
2	48
3	51,3
4	49
5	37,9
6	37,8
7	37,9
8	48,9
9	44,5
10	37,5

Posición del Observador	GR
11	42,7
12	48,5
13	51,2
14	50,7
15	38,7
16	37,2
17	51,2
18	50,8
19	38,5

Tabla 15 Valoración del Deslumbramiento. Cancha 1º Marzo (Clase III). Entrenamiento.

Fuente: Autores.

Como se puede apreciar, el diseño cumple con los valores exigidos, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario con el diseño propuesto (**Ver Anexo H**).

3.7.3 PISTA ATLÉTICA CLASE III: COMPETICIÓN

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 200 \text{ [Lx]} ; U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,2 ; U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,3 ; \text{Observador } GR_{max} = 50$$

Primero que todo, sabemos que la disposición de las luminarias para la pista atlética está ligada a la altura de los proyectores utilizados en el campo de fútbol, y estos se colocarán a la misma elevación ó por debajo de éstos, debido a que la longitud de los postes se determinó mediante la ubicación de los proyectores para el escenario de fútbol.

Mediante el método del lúmen del haz se calcula el número estimado de luminarias para la pista atlética:

$$N_T = \frac{E_m \cdot A}{\Phi \cdot CBU \cdot F_m} = \frac{200 \times (7026,367)}{[(220.000) \times (0,6) \times (0,75)]} = 14,19$$

$$N/Poste = \frac{N_T}{\text{Número de Postes}} = \frac{14,19}{8} = 1,77 \cong 2 \text{ proyectores/poste}$$

Como el número de proyectores a utilizar (inicialmente si el cálculo es satisfactorio) es 16, se deben ubicar 2 luminarias por poste, así que éstas se ubicarán a la misma altura de la línea de lámparas más altas que se usaron para la **cancha 1° de marzo** pero distanciadas 0,9 metros.

Siguiendo la metodología descrita, vemos que el número de lámparas calculado por el método del lúmen del haz no es suficiente, debido a que los valores de uniformidad no satisfacen los requerimientos técnicos. Luego de varios cálculos, se insertaron luminarias únicamente en los postes de las esquinas, ya que las áreas que éstos debían iluminar presentaban deficiencias lumínicas, obteniendo finalmente un total de 24 proyectores, situados de la siguiente manera:

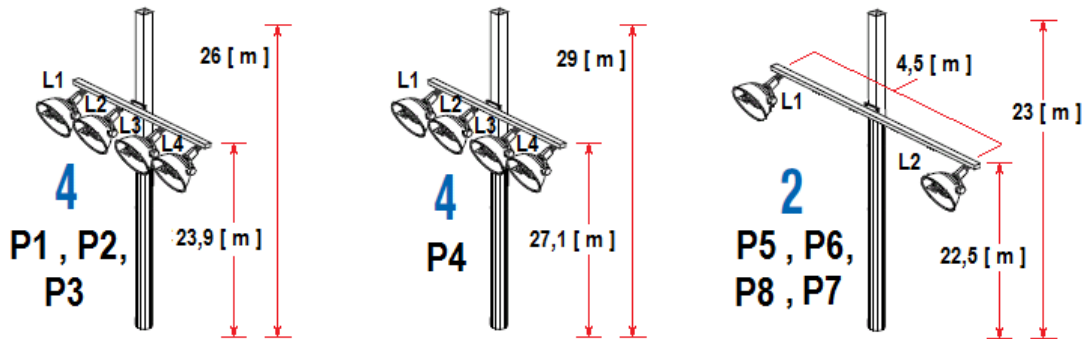


Fig. 50 Esquema de las Luminarias en los Postes de la Pista Atlética Clase III. Competición.

Fuente: Autores.

La orientación de los proyectores mostrados anteriormente y la iluminancia media en cada uno de los puntos de la malla de cálculo, es la que se visualiza en la siguiente figura:

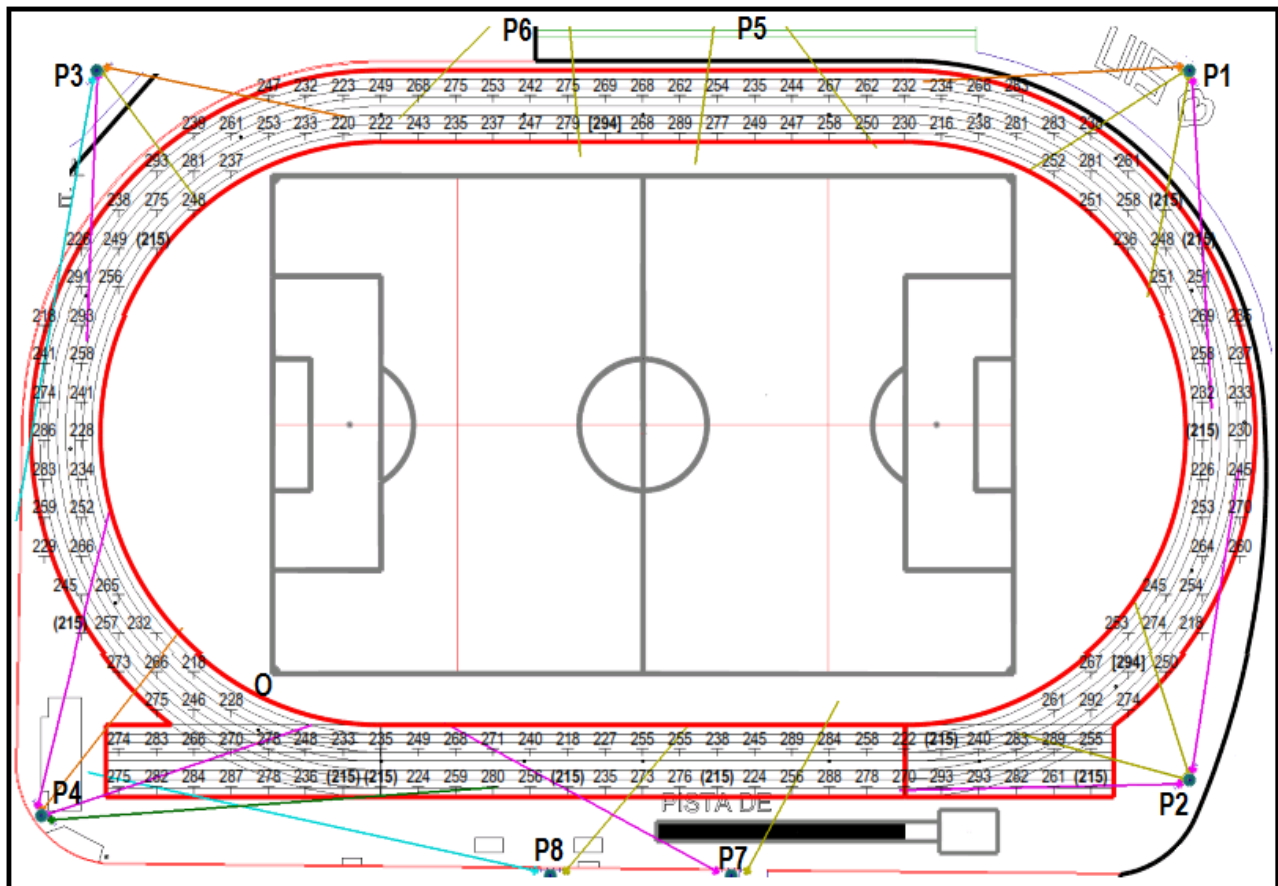


Fig. 51 Iluminancias Medias y Orientación de los Proyectores de la Pista Atlética Clase III. Competición.
Fuente: Autores.

El resultado anterior puede visualizarse fácilmente en el archivo adjunto “**PISTA ATLÉTICA CLASE III Competición**” de la carpeta “**Diseños Lumínicos / PISTA ATLETISMO CLASE III**”.

Las posiciones, alturas y orientaciones de los proyectores están tabuladas en el archivo adjunto de Excel “**ESPECIFICACION DE POSICION Y TIPO DE LUMINARIAS**” en la pestaña “**PISTA ATLÉTICA CLASE III**”. (Ver Anexo I).

Calculando los parámetros lumínicos con la disposición de los proyectores propuesta tenemos:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 253 [Lx] \quad ; \quad U_1 = \frac{215}{294} = 0,73 \quad ; \quad U_2 = \frac{215}{253} = 0,85$$

Las mediciones del deslumbramiento para las posiciones definidas del observador son:

Posición del Observador	GR
1	37,1
2	43,2
3	43,7
4	40,3
5	40,7
6	38,6
7	30,1
8	38,7
9	42,3
10	38,2

Posición del Observador	GR
11	23,6
12	36,7
13	36,4
14	29,1
15	30,9
16	35,9
17	30,4
18	40,6
19	49,4
20	34,5

Tabla 16 Valoración del Deslumbramiento. Pista Atlética Clase III. Competición.
Fuente: Autores.

Como se puede apreciar, el diseño cumple con los valores que exigen las diferentes normativas, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario con el diseño propuesto (**Ver Anexo J**).

3.7.4 PISTA ATLÉTICA (CLASE III): ENTRENAMIENTO

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 75 [Lx] ; U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,2 ; U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,3 ; \text{Observador } GR_{max} = 55$$

Utilizando la metodología descrita tenemos los resultados que pueden visualizarse en el archivo adjunto "**PISTA ATLETICA CLASE III Entrenamiento**":

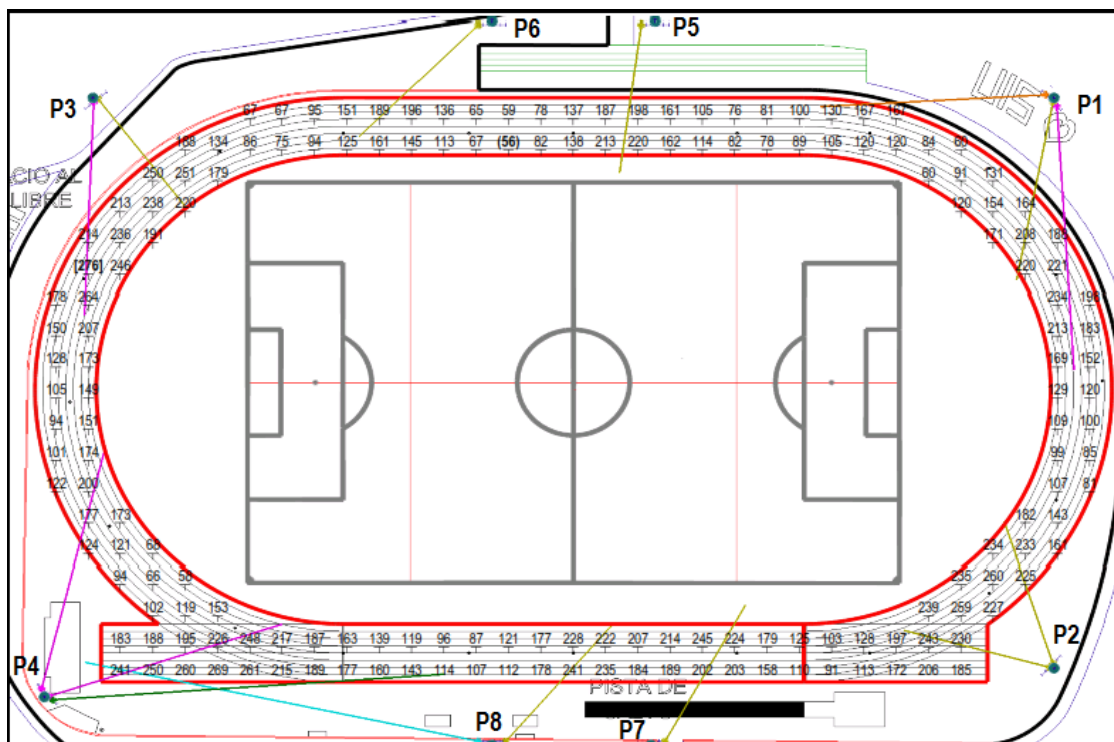


Fig. 52 Iluminancias Medias Horizontales de la Pista Atlética (Clase III) Entrenamiento.
Fuente: Autores.

Para este diseño se omitió la luz que brindaban 9 proyectores que se ubicaban en los diferentes postes, por lo que se utilizarán solamente 15 de los 24 que se tenía inicialmente. No se pudo prescindir de la luz de más luminarias debido a que valores como la uniformidad dejaban de satisfacer los requerimientos exigidos. El esquema de las luminarias será:

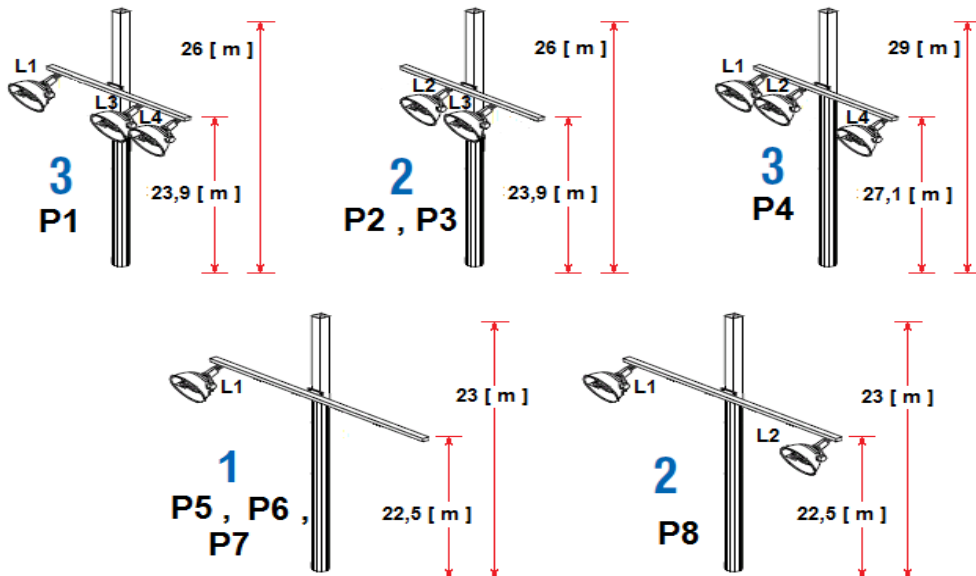


Fig. 53 Esquema de las Luminarias en los Postes de Pista Atlética (Clase III). Entrenamiento
Fuente: Autores.

Finalmente los valores lumínicos que se han calculado con la disposición de los proyectores que definimos durante el diseño son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 160 [Lx] \quad ; \quad U_1 = \frac{56}{276} = 0,2 \quad ; \quad U_2 = \frac{56}{160} = 0,35$$

Las mediciones del deslumbramiento para cada una de las posiciones definidas del observador en el capítulo 3 son:

Posición del Observador	GR	Posición del Observador	GR
1	40,3	11	19,5
2	47,4	12	36,2
3	48	13	39,3
4	44,6	14	32,5
5	40,9	15	30,1
6	38	16	36,2
7	34,2	17	28,5
8	42,9	18	44,4
9	46,5	19	41,3
10	42	20	34

Tabla 17 Valoración del Deslumbramiento. Pista Atlética (Clase III). Entrenamiento.
Fuente: Autores.

El diseño cumple con los valores exigidos y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario con el diseño propuesto (**Ver Anexo K**).

3.8 DISEÑO DE ILUMINACIÓN: CANCHA 1RO DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II

Como se mencionó en los incisos **4.2.2.1**, las alturas en las que se posicionen los proyectores para la cancha de fútbol serán mayores a las utilizadas para el atletismo, pero al ser éste un segundo diseño para los mismos escenarios, se tomarán los valores encontrados en el inciso **4.2.2.2** para posicionar las luminarias más elevadas, y el esquema de la ubicación de éstas en el poste se hará combinando la de los dos deportes, una vez se estime el número necesario de lámparas para ambos escenarios mediante el método del lúmen del haz, con el cual tenemos:

$$N_T = \frac{E_m \cdot A}{\Phi \cdot CBU \cdot F_m} \quad , \quad N/Poste = \frac{N_T}{\text{Número de Postes}}$$

PROYECTORES PARA FÚTBOL

$$N_T = \frac{700 \times (105,35 \times 68,05)}{[(220.000) \times (0,6) \times (0,75)]} = 50,69$$

$$N/Poste = \frac{50,69}{6} = 8,44 \cong 10 \text{ proyectores/poste}$$

PROYECTORES PARA LA PISTA ATLÉTICA

$$N_T = \frac{100 \times (7026,367)}{[(220.000) \times (0,6) \times (0,75)]} = 7,09$$

$$N/Poste = \frac{7,09}{6} = 1,18 \cong 2 \text{ proyectores/poste}$$

Con estos cálculos necesitaríamos 60 proyectores para el campo de fútbol y 12 para la pista atlética, los cuales se ubicarán en tres (3) líneas de cuatro (4) luminarias por cada poste. Partiendo del posicionamiento predefinido en el inciso **4.4**, y tomando los valores deducidos en el inciso **4.2.2.2**, las siguientes dos líneas de luminarias estarán a una altura de:

- $H_{L-altas_P1, P2, P5} = 27,9 [m] \rightarrow H_{L-altas-1} = 27,9 - 0,9 = 27 [m] \rightarrow H_{L-altas-2} = 26,1 [m]$
- $H_{L-altas_P4} = 28,9 [m] \rightarrow H_{L-altas-1} = 28,9 - 0,9 = 28 [m] \rightarrow H_{L-altas-2} = 27,1 [m]$
- $H_{L-altas_P3, P6} = 22,8 [m] \rightarrow H_{L-altas-1} = 22,8 - 0,9 = 21,9 [m] \rightarrow H_{L-altas-2} = 21 [m]$

Con ésta disposición de proyectores en cada uno de los postes, se realizó el diseño del sistema de iluminación para estos escenarios deportivos, el cual con el transcurso de los cálculos arrojó finalmente que debieron ser utilizadas un total de 64 luminarias para el fútbol y 19 para la pista atlética distribuidos de la siguiente manera, además de que a causa del deslumbramiento se debió aumentar la altura de los postes **P3** y **P6** a 28 metros:

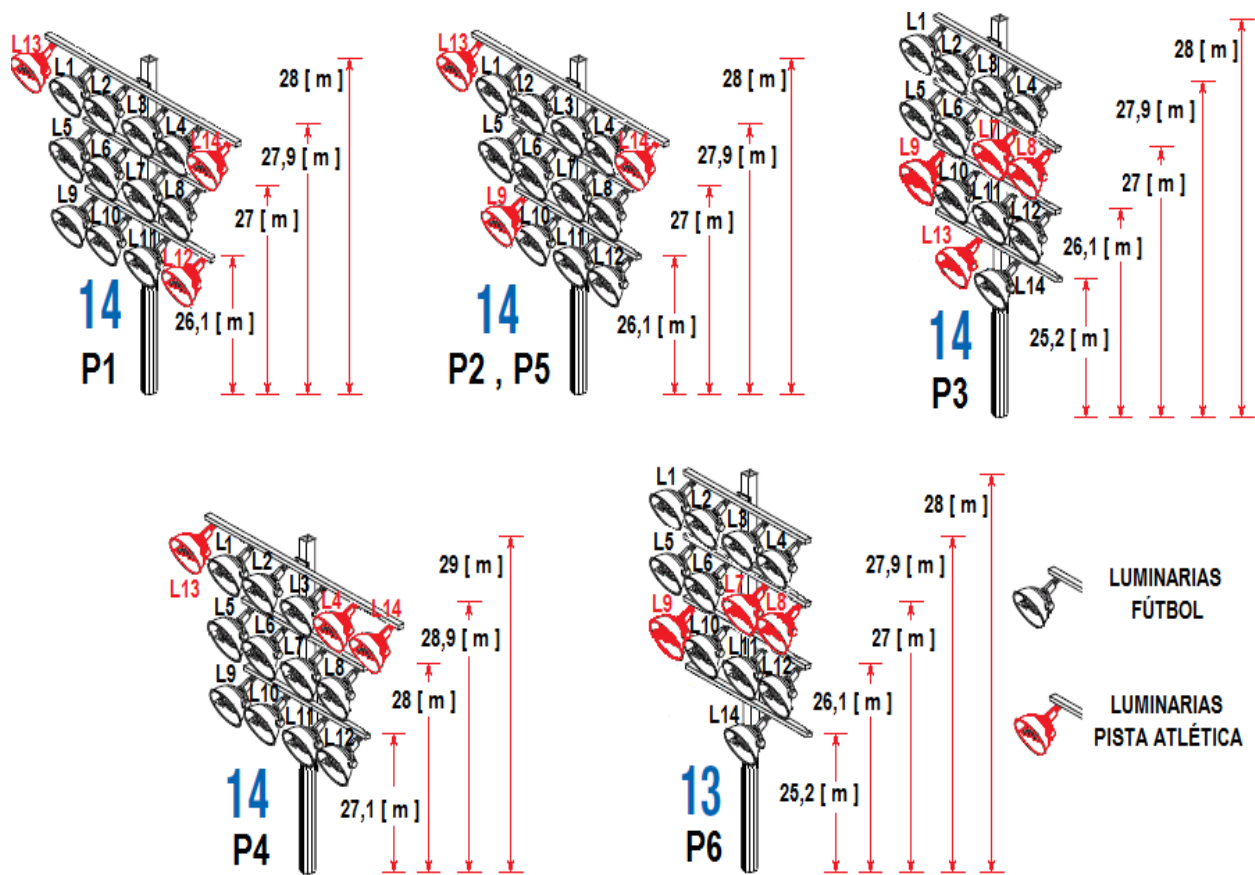


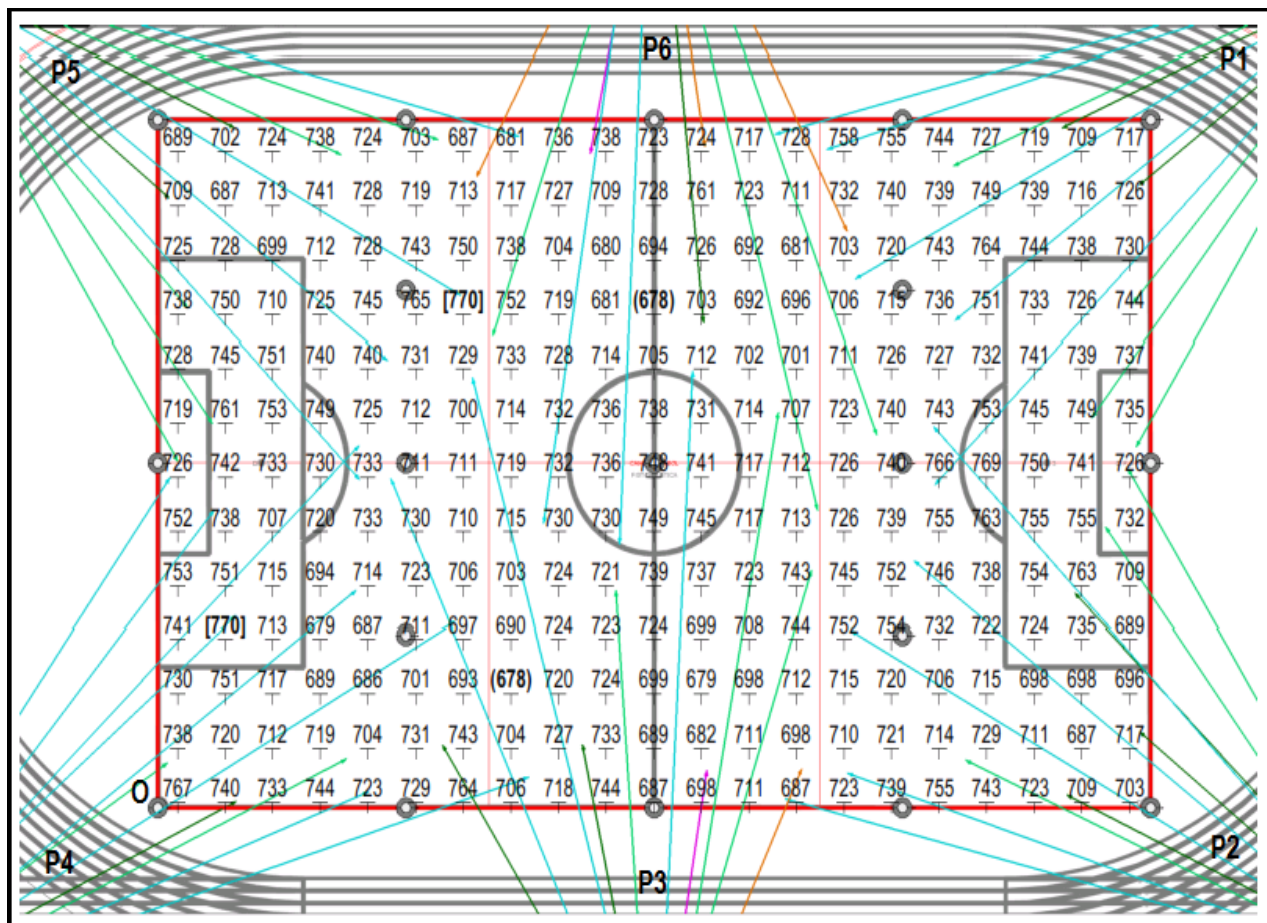
Fig. 54 Esquema de Luminarias para las Canchas 1ro Marzo y Atletismo Clase II. Competición
Fuente: Autores.

3.8.1 CANCHA 1RO DE MARZO CLASE II: COMPETICION

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 700 \text{ [Lx]} ; U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,33 ; U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,6 ; \text{Observador } GR_{max} = 50$$

Utilizando la metodología descrita tenemos los siguientes resultados, que pueden visualizarse fácilmente en el archivo adjunto "**CANCHA 1RO DE MARZO CLASE II_Competicion**" de la carpeta "**Diseños Lumínicos / CANCHA 1RO DE MARZO CLASE II**":



**Fig. 55 Iluminancias Horizontales y Orientación de los Proyectores. Cancha 1°
Marzo CLASE II. Competición.
Fuente: Autores.**

Las posiciones, alturas y orientaciones de los proyectores están tabuladas en el archivo adjunto de Excel “**ESPECIFICACION DE POSICION Y TIPO DE LUMINARIAS**” en la pestaña “**CANCHA 1° MARZO CLASE II**”. (Ver Anexo L).

Calculando los parámetros lumínicos con la disposición de los proyectores propuesta tenemos:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 724 [Lx] \quad ; \quad U_1 = \frac{678}{770} = 0,88 \quad ; \quad U_2 = \frac{678}{724} = 0,94$$

Como se puede apreciar, el diseño cumple con los valores que exigen las diferentes normativas, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario con el diseño planteado (Ver Anexo M). En la tabla que se muestra a continuación se visualizan los valores del deslumbramiento para las diferentes posiciones del observador, los cuales están por debajo del valor máximo de 50 exigido por la CIE.

Las mediciones del deslumbramiento para cada una de las posiciones definidas del observador en el capítulo 3 son:

Posición del Observador	GR
1	47,2
2	46
3	49,1
4	47,8
5	38,1
6	35,5
7	45,5
8	49,8
9	49
10	36,7

Posición del Observador	GR
11	42,7
12	46,4
13	48,2
14	49,1
15	35,3
16	43,3
17	49,2
18	48,9
19	35,4

Tabla 18 Valoración del Deslumbramiento. Cancha 1° Marzo Clase II. Competición.
Fuente: Autores.

3.8.2 CANCHA 1RO DE MARZO (CLASE II): ENTRENAMIENTO

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 280 [Lx] ; U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,25 ; U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,5 ; \text{Observador } GR_{max} = 55$$

Utilizando la metodología descrita tenemos los resultados, que pueden visualizarse en el archivo adjunto “CANCHA 1RO DE MARZO CLASE II_Entrenamiento” de la carpeta “Diseños Lumínicos / CANCHA 1RO DE MARZO CLASE II”:

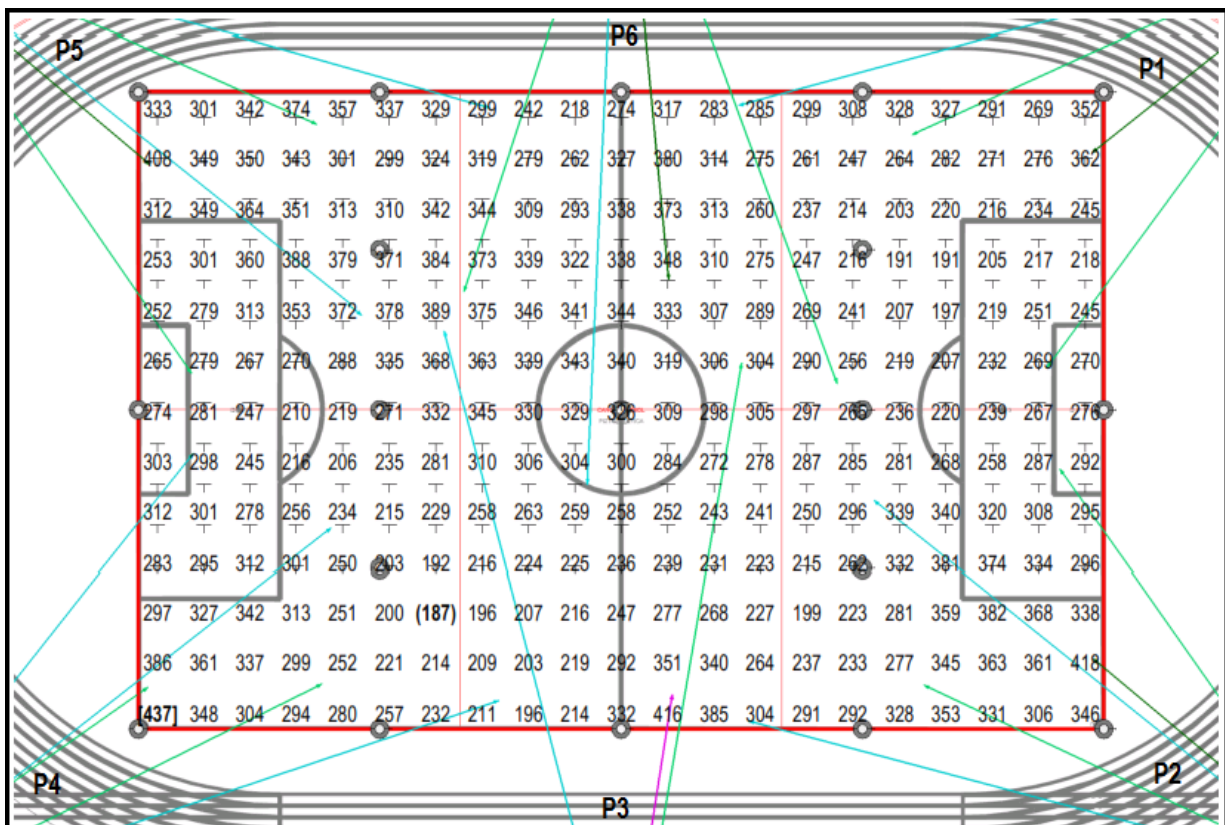


Fig. 56 Iluminancias Medias Horizontales. Cancha 1° Marzo (Clase II) Entrenamiento
Fuente: Autores.

Para este diseño se omitió la luz que brindaban 38 proyectores que se ubicaban en los diferentes postes, por lo que se utilizaron solamente 26 de los 64 que se tenían inicialmente. No se pudo prescindir de la luz de más luminarias debido a que valores como la uniformidad dejaban de satisfacer los requerimientos exigidos. El esquema de las luminarias será:

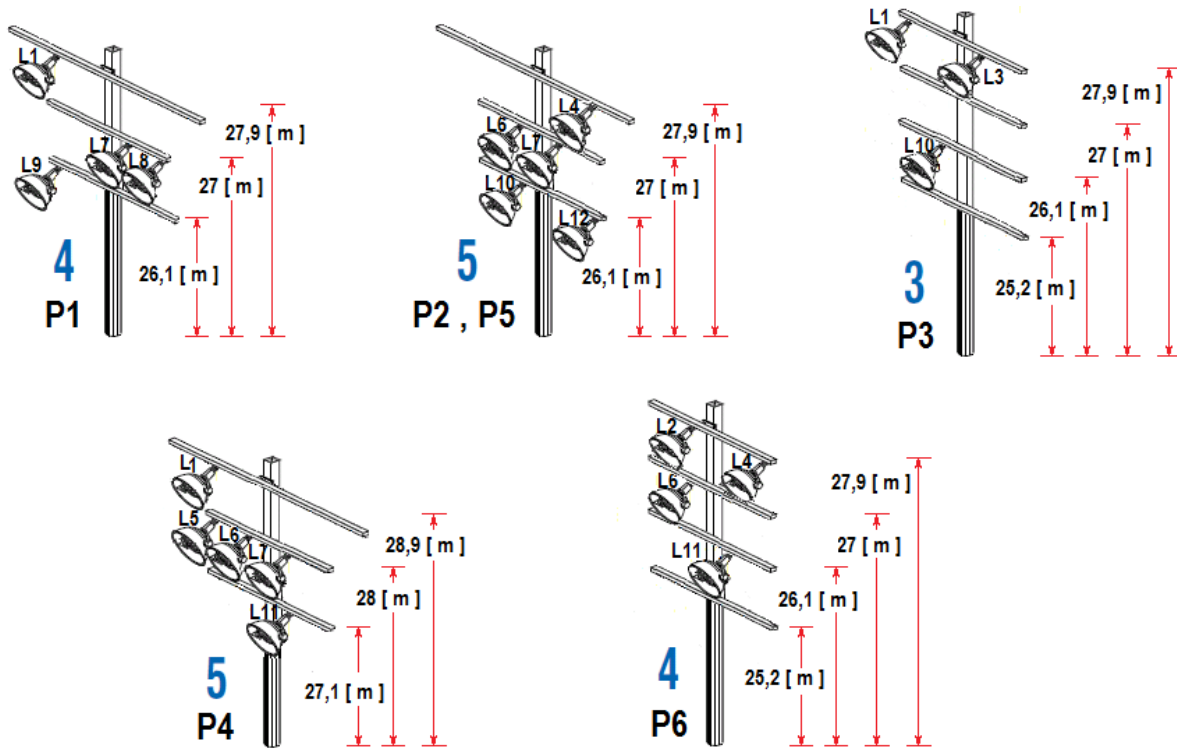


Fig. 57 Posición de Luminarias en los Postes Cancha 1ro Marzo (Clase II). Entrenamiento
Fuente: Autores.

Finalmente los valores lumínicos que se han calculado con la disposición de los proyectores que definimos durante el diseño son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 290 \text{ [Lx]} \quad ; \quad U_1 = \frac{187}{437} = 0,43 \quad ; \quad U_2 = \frac{187}{290} = 0,65$$

Las mediciones del deslumbramiento para cada una de las posiciones definidas del observador en el capítulo 3 son:

Posición del Observador	GR
1	51,3
2	43,7
3	48,6
4	50,4
5	41,8
6	35,7
7	42,9
8	49,3
9	50,9
10	41,3

Posición del Observador	GR
11	45,4
12	44,8
13	38,2
14	50
15	36,1
16	42
17	49,1
18	49,8
19	36

Tabla 19 Valoración del Deslumbramiento. Cancha 1° Marzo (Clase II). Entrenamiento.
Fuente: Autores.

Como se puede apreciar, el diseño cumple con los valores exigidos, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario con el diseño propuesto (**Ver Anexo N**).

3.8.3 PISTA ATLÉTICA CLASE II: COMPETICIÓN

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 100 \text{ [Lx]} ; U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,2 ; U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,3 ; \text{Observador } GR_{max} = 50$$

La disposición de las luminarias para la pista atlética es la que se mostró en la **figura 54**, y realizando el diseño lumínico con la metodología descrita, obtenemos:

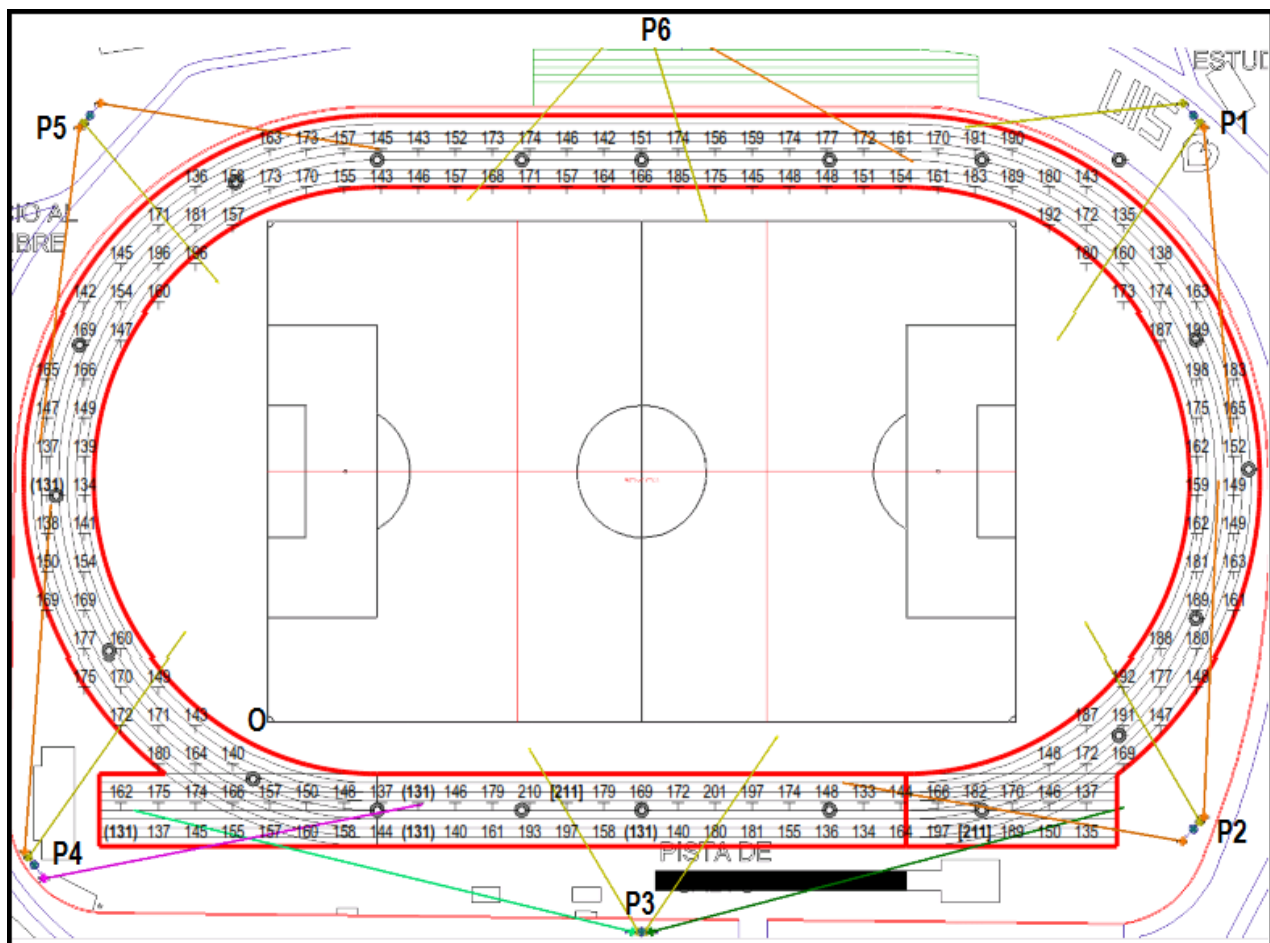


Fig. 58 Iluminancias Medias y Orientación de los Proyectores de la Pista Atlética Clase II. Competición.

Fuente: Autores.

El resultado anterior puede visualizarse fácilmente en el archivo adjunto "**PISTA ATLÉTICA CLASE II Competición**" de la carpeta "**Diseños Lumínicos / PISTA ATLETISMO CLASE II**".

Las posiciones, alturas y orientaciones de los proyectores están tabuladas en el archivo adjunto de Excel “**ESPECIFICACION DE POSICION Y TIPO DE LUMINARIAS**” en la pestaña “**PISTA ATLÉTICA CLASE II**”. (Ver Anexo O).

Calculando los parámetros lumínicos con la disposición de los proyectores propuesta tenemos:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 163 \text{ [Lx]} \quad ; \quad U_1 = \frac{131}{211} = 0,62 \quad ; \quad U_2 = \frac{131}{163} = 0,8$$

Las mediciones del deslumbramiento para las posiciones definidas del observador son:

Posición del Observador	GR	Posición del Observador	GR
1	46	11	34
2	43,2	12	40
3	43	13	37,9
4	38,3	14	32
5	38,7	15	37,1
6	46,5	16	38,8
7	46,2	17	29,8
8	37	18	38,5
9	39,6	19	39,4
10	39,3	20	39,3

Tabla 20 Valoración del Deslumbramiento. Pista Atlética Clase II. Competición.
Fuente: Autores.

Como se puede apreciar, el diseño cumple con los valores que exigen las diferentes normativas, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario con el diseño propuesto (Ver Anexo P).

3.8.4 PISTA ATLÉTICA (CLASE II): ENTRENAMIENTO

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 75 \text{ [Lx]} \quad ; \quad U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,2 \quad ; \quad U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,3 \quad ; \quad \text{Observador } GR_{max} = 55$$

Utilizando la metodología descrita tenemos los siguientes resultados, que pueden visualizarse fácilmente en el archivo adjunto “**PISTA ATLETICA CLASE II Entrenamiento**” de la carpeta “**Diseños Lumínicos / PISTA ATLETISMO CLASE II**”:

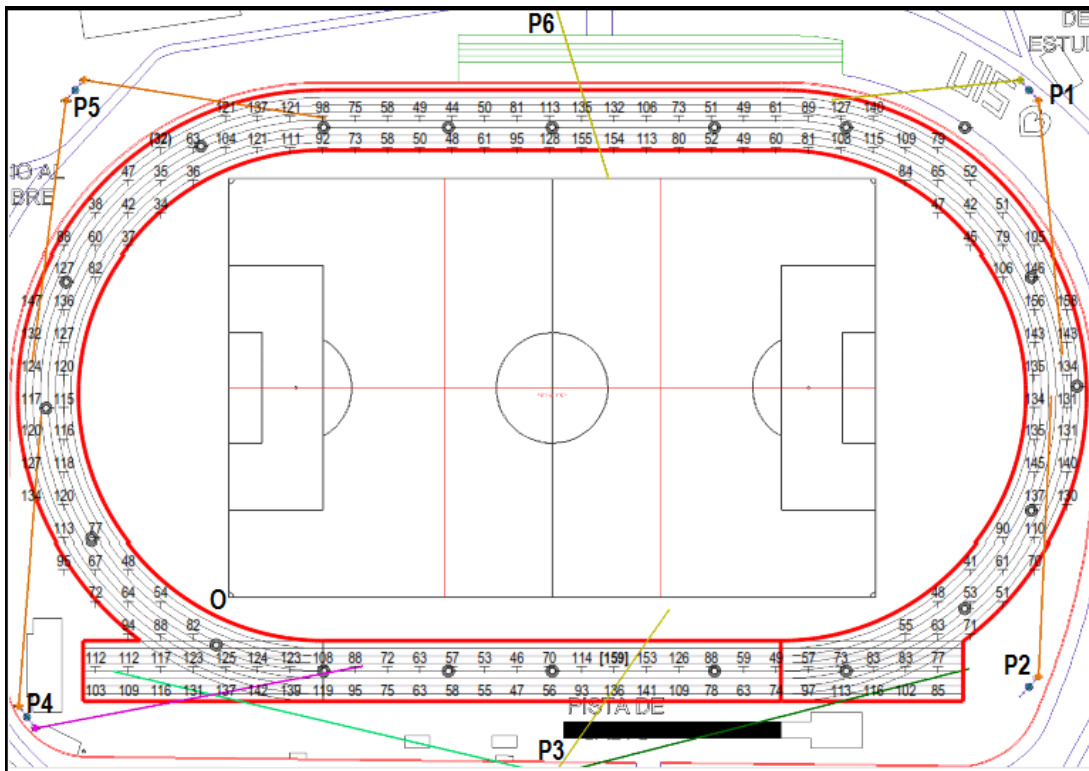


Fig. 59 Iluminancias Medias Horizontales de la Pista Atlética (Clase II) Entrenamiento.
Fuente: Autores.

Para este diseño se omitió la luz que brindaban 8 proyectores que se ubicaban en los diferentes postes, por lo que se utilizarán solamente 11 de los 19 que se tenían inicialmente. No se pudo prescindir de la luz de más luminarias debido a que valores como la uniformidad dejaban de satisfacer los requerimientos exigidos.

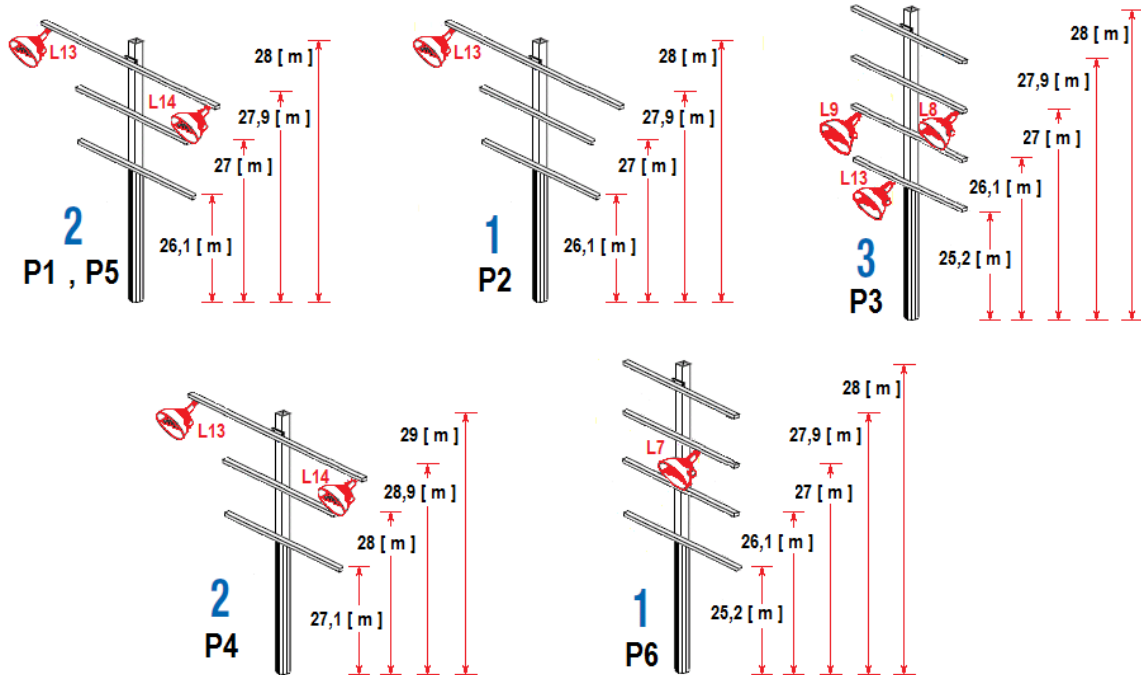


Fig. 60 Esquema de las Luminarias en los Postes Pista Atlética (Clase II). Entrenamiento
Fuente: Autores.

Finalmente los valores lumínicos que se han calculado con la disposición de los proyectores que definimos durante el diseño son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 93 \text{ [Lx]} \quad ; \quad U_1 = \frac{32}{159} = 0,2 \quad ; \quad U_2 = \frac{32}{93} = 0,34$$

Las mediciones del deslumbramiento para cada una de las posiciones definidas del observador en el capítulo 3 son:

Posición del Observador	GR	Posición del Observador	GR
1	50	11	35,4
2	48	12	37,3
3	48,2	13	34,5
4	43,4	14	37
5	41,4	15	42,1
6	51,8	16	42,9
7	51,5	17	31,7
8	40,4	18	42,3
9	43,5	19	43,6
10	43,3	20	43,1

Tabla 21 Valoración del Deslumbramiento. Pista Atlética (Clase II). Entrenamiento.
Fuente: Autores.

El diseño cumple con los valores exigidos y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario con el diseño propuesto (**Ver Anexo Q**).

3.9 DISEÑO DE ILUMINACIÓN: CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)

Del inciso 4.2.3.1 conocemos las posibles longitudes de los postes y los proyectores para ambos campos deportivos, que serán tomadas como:

ALTURAS SOFTBALL

- $H_i P2 = 80,72 \cdot [\tan(20)] = 29,38 \cong 29,4 \text{ [m]}$
- $H_i P3 = 72,87 \cdot [\tan(20)] = 26,52 \cong 26,6 \text{ [m]}$
- $H_i P4 = 59,16 \cdot [\tan(20)] = 21,53 \cong 21,6 \text{ [m]}$
- $H_i P5 = 56,96 \cdot [\tan(20)] = 20,73 \cong 20,8 \text{ [m]}$
- $H_i P6 = 51,36 \cdot [\tan(20)] = 18,69 \cong 18,7 \text{ [m]}$

ALTURAS RUGBY

- $H_i P1 = 62,83 \cdot [\tan(20)] = 22,87 \cong 22,9 \text{ [m]}$
- $H_i P2 = 61,39 \cdot [\tan(20)] = 22,34 \cong 22,4 \text{ [m]}$
- $H_i P3 = 65,38 \cdot [\tan(20)] = 23,79 \cong 23,8 \text{ [m]}$
- $H_i P4 = 65,50 \cdot [\tan(20)] = 23,84 \cong 23,9 \text{ [m]}$
- $H_i P5 = 84,59 \cdot [\tan(20)] = 30,78 \cong 30,8 \text{ [m]}$
- $H_i P6 = 69,76 \cdot [\tan(20)] = 25,39 \cong 25,4 \text{ [m]}$

- | | | |
|---------------------------------------|---|--------------------------------|
| • $H_{L-altas} P1 = 22,9 \text{ [m]}$ | → | • $H_{Poste} = 23 \text{ [m]}$ |
| • $H_{L-altas} P2 = 29,4 \text{ [m]}$ | → | • $H_{Poste} = 30 \text{ [m]}$ |
| • $H_{L-altas} P3 = 26,6 \text{ [m]}$ | → | • $H_{Poste} = 27 \text{ [m]}$ |
| • $H_{L-altas} P4 = 23,9 \text{ [m]}$ | → | • $H_{Poste} = 24 \text{ [m]}$ |
| • $H_{L-altas} P5 = 30,8 \text{ [m]}$ | → | • $H_{Poste} = 31 \text{ [m]}$ |
| • $H_{L-altas} P6 = 25,4 \text{ [m]}$ | → | • $H_{Poste} = 26 \text{ [m]}$ |

Estas serán las alturas de los postes y de las luminarias más elevadas con las que se realizará el diseño de iluminación. La ubicación de las siguientes líneas de proyectores estará por debajo de los valores consignados anteriormente, de acuerdo al deporte con el que fueron calculadas, por ejemplo, la altura del mástil **P2** se eligió de 30 metros debido a que el sub-área que debe iluminar en la cancha de **Softball** está más alejada que el sub-área de la cancha de **Rugby**, así que las lámparas de este último deporte se posicionaran 0,9 metros por debajo de las más bajas utilizadas para el **Softball**, logrando con esto mitigar un poco más las molestias visuales causadas por el deslumbramiento.

Debido a que la ubicación de las luminarias para ambos deportes estará como se mencionó anteriormente, estimamos el número necesario de lámparas para ambos escenarios mediante el método del lúmen del haz, con el cual tenemos:

$$N_T = \frac{E_m \cdot A}{\Phi \cdot CBU \cdot F_m} \quad , \quad N/Poste = \frac{N_T}{\text{Número de Postes}}$$

PROYECTORES PARA SOFTBALL

$$N_T = \frac{1000 \left[\frac{\pi(76,2^2 - 28,96^2)}{4} \right] + 700 \left[\frac{\pi(28,96^2)}{4} \right]}{[(220.000) \times (0,6) \times (0,75)]} = 44,068$$

$$N/Poste = \frac{44,068}{5} = 8,81 \cong 10 \text{ proyectores/poste}$$

PROYECTORES PARA RUGBY

$$N_T = \frac{500 \times (70 \times 100)}{[(220.000) \times (0,6) \times (0,75)]} = 35,35$$

$$N/Poste = \frac{35,35}{6} = 5,89 \cong 6 \text{ proyectores/poste}$$

Con estos cálculos necesitaríamos 50 proyectores para la cancha de softball y 36 para la de rugby, los cuales se ubicarán uniformemente en líneas con un máximo de seis (6) proyectores. Partiendo del posicionamiento predefinido en el inciso **4.4** y tomando los valores de las alturas anteriores deducidos en el inciso **4.2.3.1**, las siguientes líneas de luminarias estarán:

- $H_{L-altas_P1} = 22,9 [m] \rightarrow H_{L_{altas-1}} = 22,9 - 0,9 = 22 [m] \rightarrow H_{L_{altas-2}} = 21,1 [m]$
- $H_{L-altas_P2} = 29,4 [m] \rightarrow H_{L_{altas-1}} = 29,4 - 0,9 = 28,5 [m] \rightarrow H_{L_{altas-2}} = 27,6 [m]$
- $H_{L-altas_P3} = 26,6 [m] \rightarrow H_{L_{altas-1}} = 26,6 - 0,9 = 25,7 [m] \rightarrow H_{L_{altas-2}} = 24,8 [m]$
- $H_{L-altas_P4} = 23,9 [m] \rightarrow H_{L_{altas-1}} = 23,9 - 0,9 = 23 [m] \rightarrow H_{L_{altas-2}} = 22,1 [m]$
- $H_{L-altas_P5} = 30,8 [m] \rightarrow H_{L_{altas-1}} = 30,8 - 0,9 = 29,9 [m] \rightarrow H_{L_{altas-2}} = 29 [m]$
- $H_{L-altas_P6} = 25,4 [m] \rightarrow H_{L_{altas-1}} = 25,4 - 0,9 = 24,5 [m] \rightarrow H_{L_{altas-2}} = 23,6 [m]$

Con ésta disposición de proyectores en cada uno de los postes, se realizó el diseño del sistema de iluminación para estos escenarios deportivos, el cual con el transcurso de

los cálculos arrojó finalmente que debieron ser utilizadas un total de 48 luminarias para el softball y 41 para el rugby distribuidos de la siguiente manera, además de que a causa del deslumbramiento se debió aumentar la altura del poste **P1** a 27 metros:

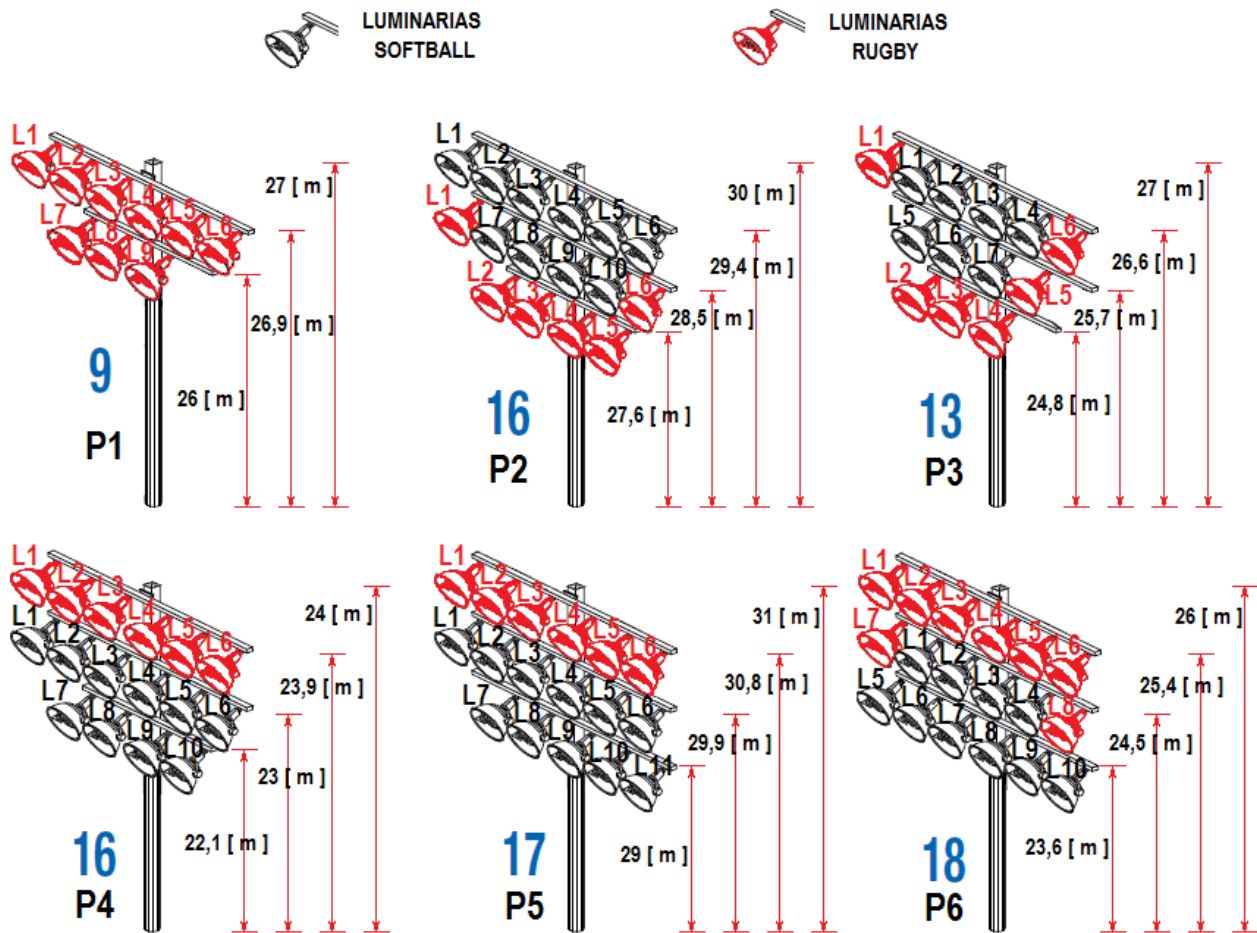


Fig. 61 Esquema de Luminarias para las Canchas Softball y Rugby (Original).
Competición
Fuente: Autores.

3.9.1 CANCHA DE SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL): COMPETICIÓN

Como se explicó en el inciso 4.2.3, el diseño para estos escenarios será con un nivel de competición **Clase II**, y los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} \text{Infield} = 1000 \text{ [Lx]} \quad ; \quad E_{m \text{ horizontal}} \text{Outfield} = 700 \text{ [Lx]}$$

$$U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,4 \quad ; \quad U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,6 \quad ; \quad \text{Observador } GR_{max} = 50$$

Utilizando la metodología descrita y la disposición de las luminarias mostrada anteriormente tenemos los siguientes resultados, que pueden visualizarse fácilmente en el archivo adjunto “**SOFTBALL_Competicion**” de la carpeta “**Diseños Lumínicos / SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)**”:

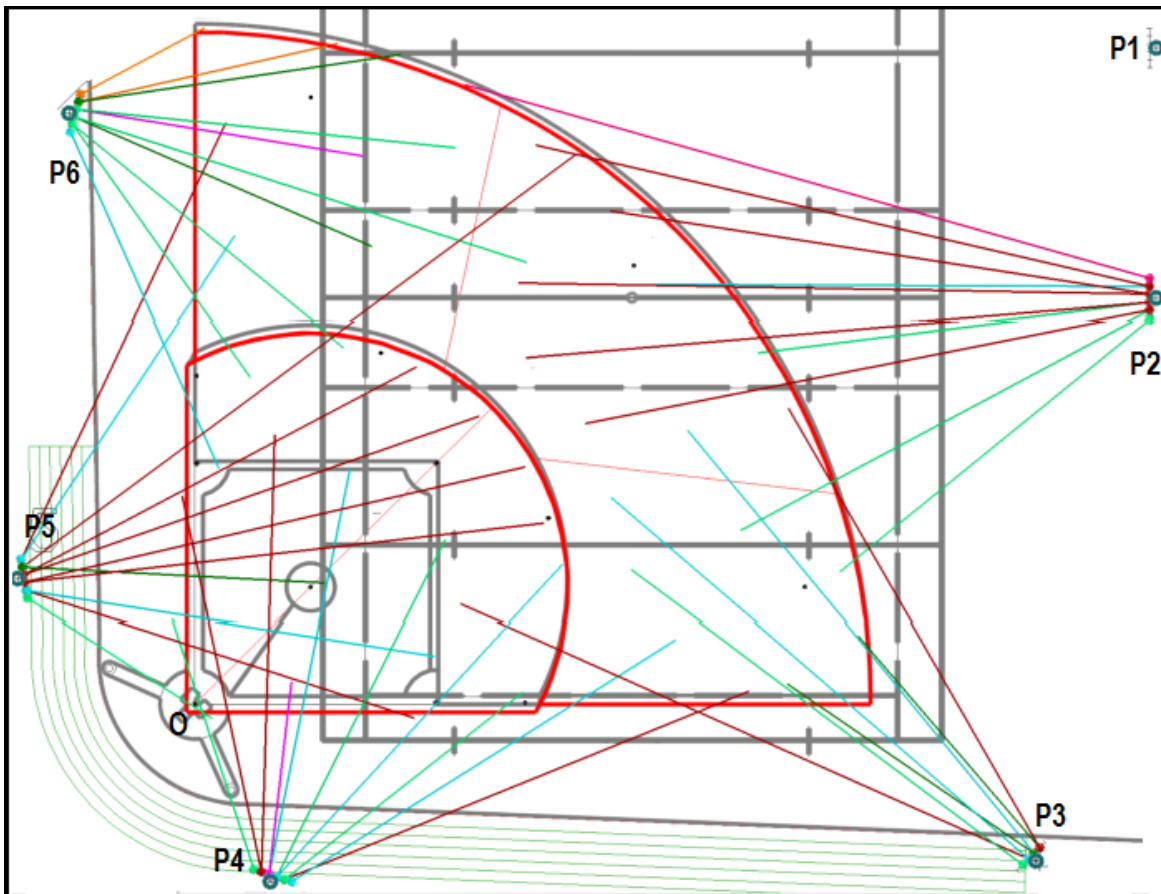


Fig. 62 Orientación de los Proyectoros Cancha de Softball (R. Original). Competición.
Fuente: Autores.

Las posiciones, alturas y orientaciones de los proyectores están tabuladas en el archivo adjunto de Excel “**ESPECIFICACION DE POSICION Y TIPO DE LUMINARIAS**” en la pestaña “**SOFTBALL N.**”. (Ver Anexo R).

Calculando los parámetros lumínicos con la disposición de los proyectores propuesta tenemos:

- **Infield:** $E_{m\ horizontal} = 1000 [Lx]$; $U_1 = \frac{897}{1090} = 0,82$; $U_2 = \frac{897}{1000} = 0,9$
- **Outfield:** $E_{m\ horizontal} = 800 [Lx]$; $U_1 = \frac{750}{907} = 0,83$; $U_2 = \frac{750}{800} = 0,94$

Las mediciones del deslumbramiento para las posiciones definidas del observador son:

Posición del Observador	GR
1 HOME	25,3
2 PRIMERA	39,7
3 JUEZ	41
4 A SEGUNDA	44,3
5 SHORT STOP	39,4
6 JUEZ	38,1

Posición del Observador	GR
7 SEGUNDA	43,3
8 TERCERA	41,2
9 PITCHER	36,6
10 CENTER FIELD	49,8
11 RIGHT FIELD	38,9
16 LEFT FIELD	38,8

Tabla 22 Valoración del Deslumbramiento. Cancha Softball (R. Original). Competición.
Fuente: Autores.

Como se puede apreciar, el diseño cumple con los valores que exigen las diferentes normativas, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario con el diseño propuesto (**Ver Anexo S**).

3.9.2 CANCHA DE SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL): ENTRENAMIENTO

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} \text{Infield} = 300 \text{ [Lx]} \quad ; \quad E_{m \text{ horizontal}} \text{Outfield} = 200 \text{ [Lx]}$$

$$U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,25 \quad ; \quad U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,4 \quad ; \quad \text{Observador } GR_{max} = 55$$

Utilizando la metodología descrita tenemos los siguientes resultados, que pueden visualizarse fácilmente en el archivo adjunto "**SOFTBALL_Entrenamiento**" de la carpeta "**Diseños Lumínicos / SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)**":

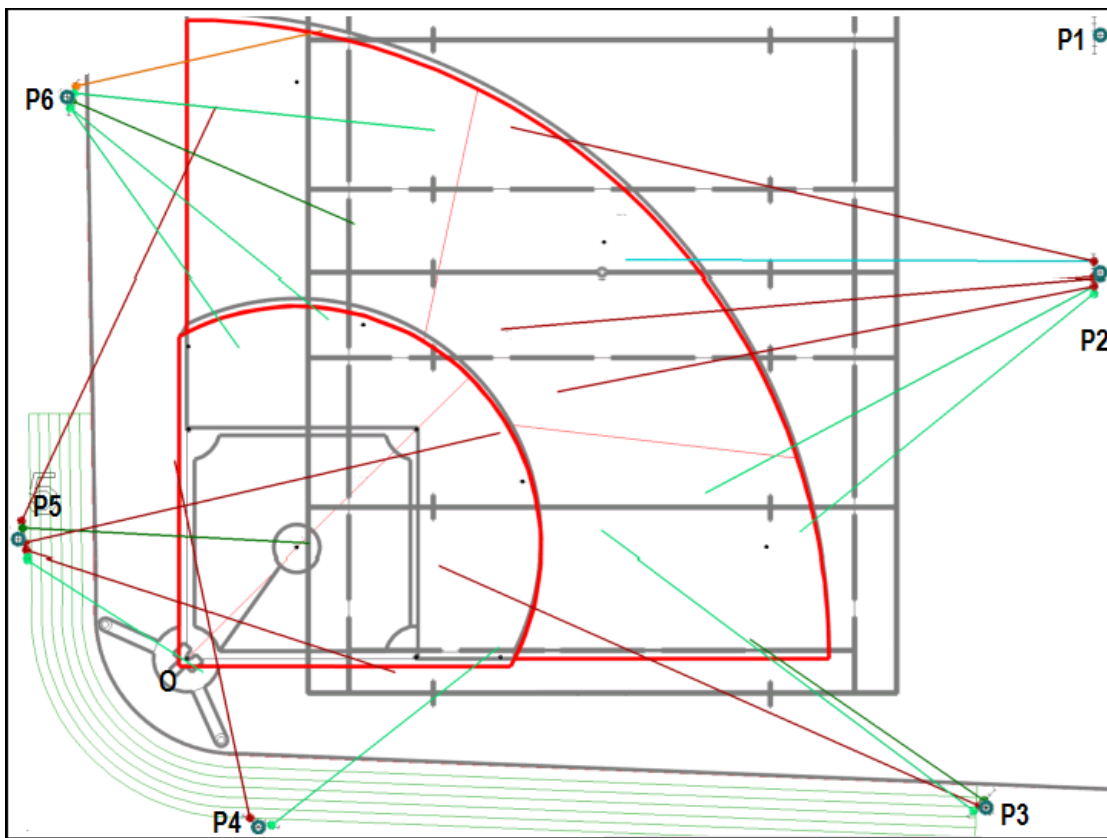


Fig. 63 Orientación de los Proyectores Cancha de Softball (R. Original). Entrenamiento.
Fuente: Autores.

Para este diseño se omitió la luz que brindaban 27 proyectores que se ubicaban en los diferentes postes, por lo que se utilizarán solamente 21 de los 48 que se tenían inicialmente. No se pudo prescindir de la luz de más luminarias debido a que valores como la uniformidad dejaban de satisfacer los requerimientos exigidos. El esquema de las luminarias será:

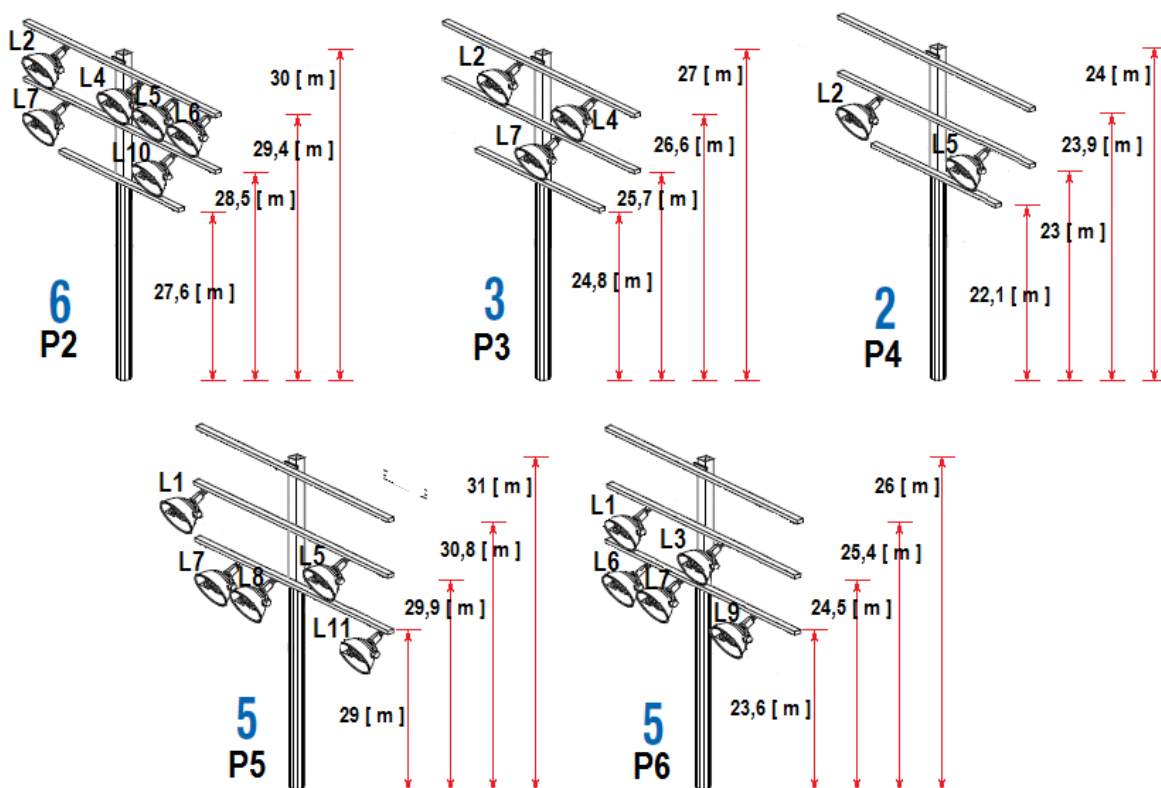


Fig. 64 Esquema de las Luminarias en los Postes de la Cancha de Softball (R. Original). Entrenamiento.

Fuente: Autores.

Finalmente los valores lumínicos que se han calculado con la disposición de los proyectores que definimos anteriormente son:

- **Infield:** $E_{m\ horizontal} = 408 [Lx]$; $U_1 = \frac{236}{765} = 0,31$; $U_2 = \frac{236}{408} = 0,58$
- **Outfield:** $E_{m\ horizontal} = 363 [Lx]$; $U_1 = \frac{182}{641} = 0,28$; $U_2 = \frac{182}{363} = 0,5$

Las mediciones del deslumbramiento para cada una de las posiciones definidas del observador en el capítulo 3 son:

Posición del Observador	GR
1 HOME	33
2 PRIMERA	43,2
3 JUEZ	44,8
4 A SEGUNDA	41,9
5 SHORT STOP	43,6
6 JUEZ	40,4

Posición del Observador	GR
7 SEGUNDA	42,1
8 TERCERA	45,9
9 PITCHER	39,9
10 CENTER FIELD	48,1
11 RIGHT FIELD	44,3
16 LEFT FIELD	35,5

Tabla 23 Valoración del Deslumbramiento. Cancha Softball (R. Original). Entrenamiento.

Fuente: Autores.

El diseño cumple con los valores exigidos y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario con el diseño propuesto (**Ver Anexo T**).

3.9.3 CANCHA DE RUGBY (ORIGINAL): COMPETICION

Como se explicó en el inciso 4.2.3, el diseño para estos escenarios será con un nivel de competición **Clase II**, y los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 500 \text{ [Lx]} ; U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,4 ; U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,6 ; \text{Observador } GR_{max} = 50$$

Utilizando la metodología descrita y la disposición de las luminarias mostrada en la **figura 61** tenemos los siguientes resultados, que pueden visualizarse fácilmente en el archivo adjunto "**RUGBY_Competicion**" de la carpeta "**Diseños Lumínicos / SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)**":

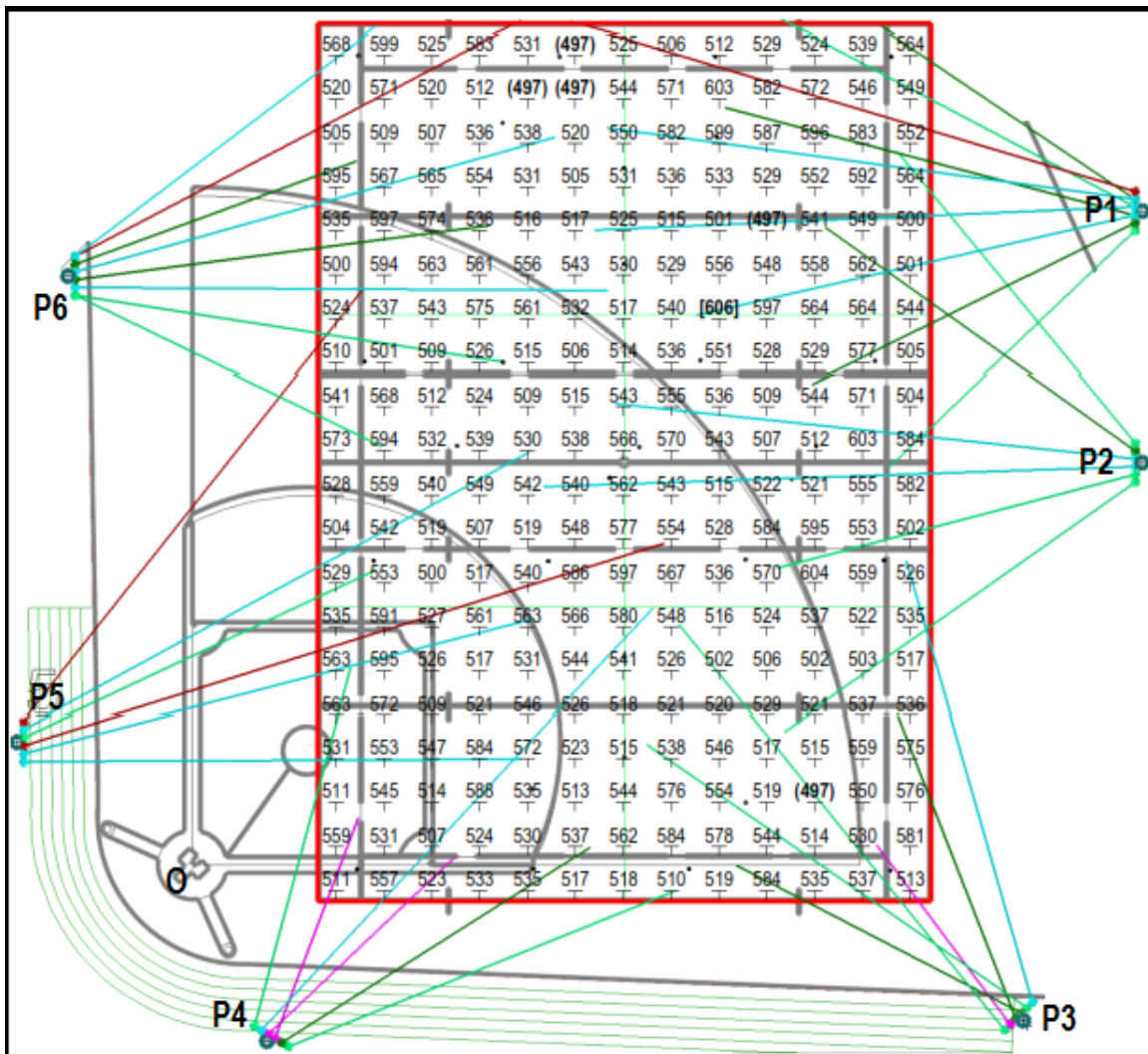


Fig. 65 Iluminancias Horizontales y Orientación de los Projectores. Cancha Rugby (Original). Competición
Fuente: Autores.

Las posiciones, alturas y orientaciones de los proyectores están tabuladas en el archivo adjunto de Excel "**ESPECIFICACION DE POSICION Y TIPO DE LUMINARIAS**" en la pestaña "**RUGBY NORMAL**". (Ver Anexo U).

Calculando los parámetros lumínicos con la disposición de los proyectores propuesta tenemos:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 541 [Lx] \quad ; \quad U_1 = \frac{497}{606} = 0,82 \quad ; \quad U_2 = \frac{497}{541} = 0,92$$

Las mediciones del deslumbramiento para las posiciones definidas del observador son:

Posición del Observador	GR	Posición del Observador	GR
1	47,9	16	48,4
2	41,1	17	41,6
3	41,1	18	39,1
4	40,5	19	37,8
5	47,6	20	44,8
6	43,9	21	46
7	44,3	22	39,1
8	48,6	23	47,4
9	44,7	24	49,8
10	41,9	25	48,9
11	40,7	26	48,9
12	32,2	27	40,1
13	42,2	28	49,6
14	44,2	29	49,9
15	30,4	30	46,7

Tabla 24 Valoración del Deslumbramiento. Cancha Rugby (Original). Competición.
Fuente: Autores.

El diseño cumple con los valores que exigidos, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario (**Ver Anexo V**).

3.9.4 CANCHA DE RUGBY (ORIGINAL): ENTRENAMIENTO.

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 200 [Lx] \quad ; \quad U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,25 \quad ; \quad U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,4 \quad ; \quad \text{Observador } GR_{max} = 55$$

Utilizando la metodología descrita tenemos los siguientes resultados de la **figura 67**, que pueden visualizarse fácilmente en el archivo adjunto "**RUGBY Entrenamiento**" de la carpeta "**Diseños Lumínicos / SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)**".

Para este diseño se omitió la luz que brindaban 21 proyectores, por lo que se utilizarán solamente 20 de los 41 que se tenían inicialmente. No se pudo prescindir de la luz de más luminarias debido a que valores como la uniformidad dejaban de satisfacer los requerimientos exigidos. El esquema de las luminarias será:

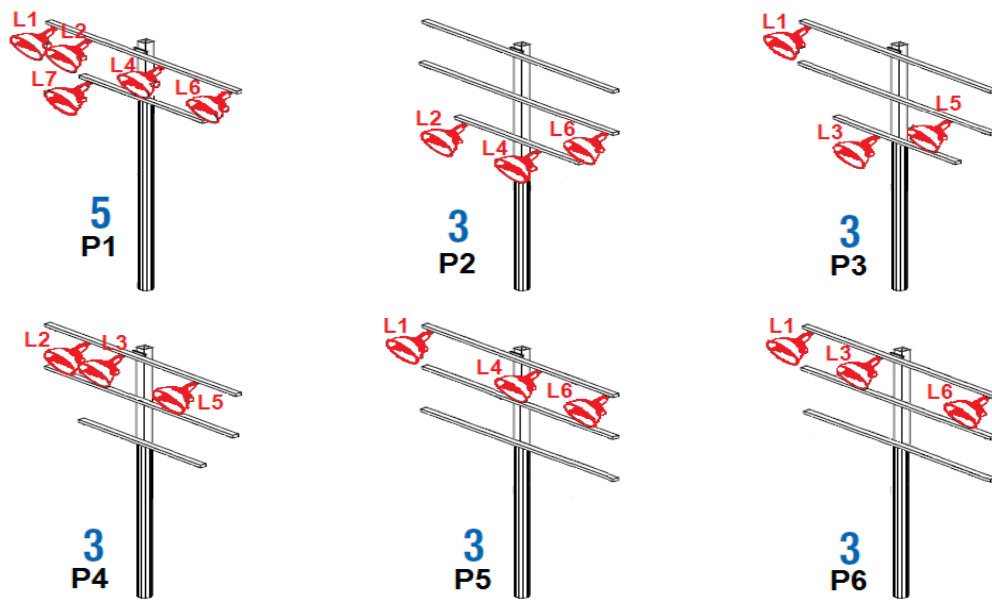


Fig. 66 Esquema de las Luminarias en los Postes de la Cancha de Rugby (Original). Entrenamiento.

Fuente: Autores.

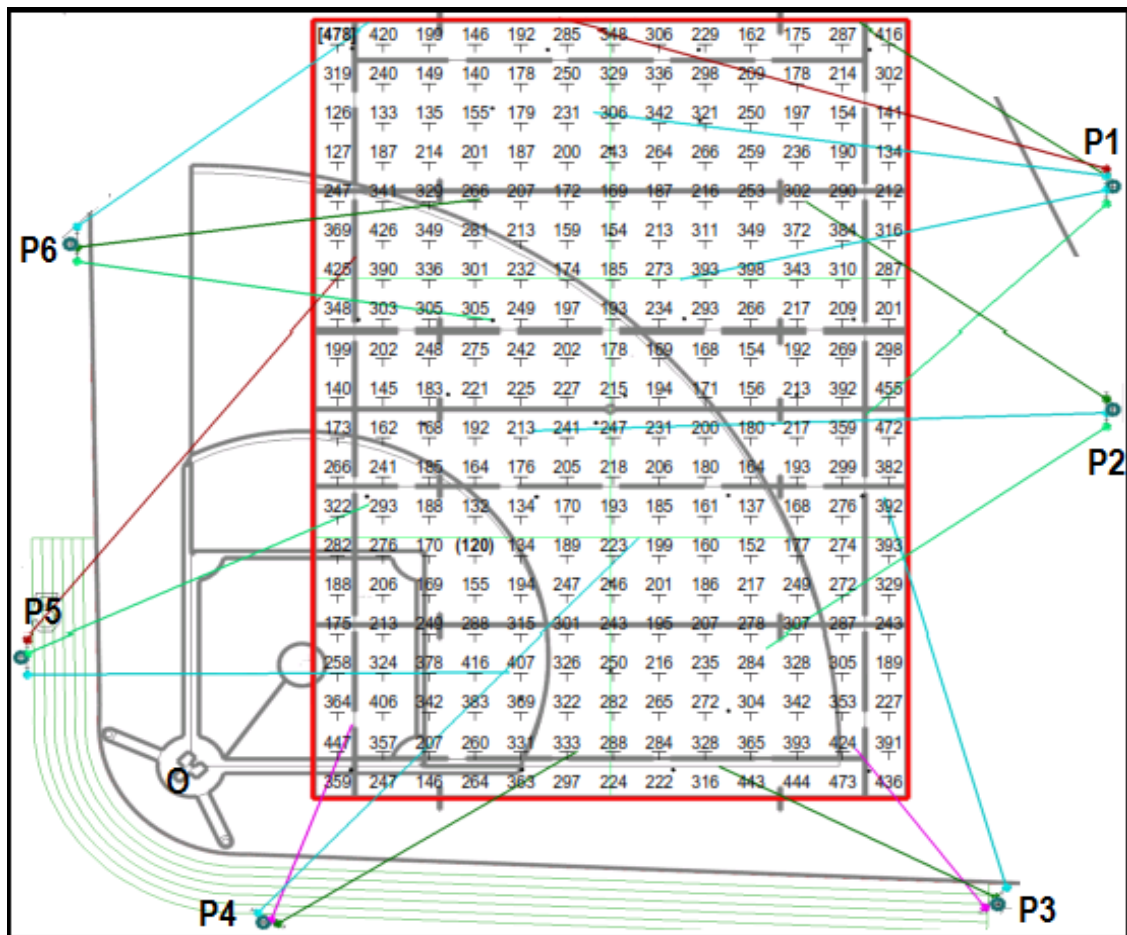


Fig. 67 Iluminancias Horizontales y Orientación de los Proyector. Cancha Rugby (Original). Entrenamiento.

Fuente: Autores.

Calculando los parámetros lumínicos con la disposición de los proyectores propuesta tenemos:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 257 [Lx] \quad ; \quad U_1 = \frac{120}{478} = 0,25 \quad ; \quad U_2 = \frac{120}{257} = 0,47$$

Las mediciones del deslumbramiento para las posiciones definidas del observador son:

Posición del Observador	GR	Posición del Observador	GR
1	50,3	16	46,8
2	44,4	17	44
3	44,9	18	42,8
4	42,6	19	38,7
5	43,6	20	46,3
6	47,5	21	48,6
7	49,1	22	44,8
8	54,2	23	40,7
9	46,3	24	50,4
10	46,7	25	49,7
11	39,5	26	47,2
12	35,7	27	42,1
13	45	28	49,6
14	41,4	29	54,4
15	36,1	30	51,1

Tabla 25 Valoración del Deslumbramiento. Cancha Rugby (Original). Entrenamiento.
Fuente: Autores.

El diseño cumple con los valores que exigidos, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario (**Ver Anexo W**).

3.10 DISEÑO DE ILUMINACIÓN: CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)

Del inciso 4.2.3.2 conocemos las posibles longitudes de los postes y los proyectores para ambos campos deportivos, que serán tomadas como:

- $H_{L-altas} P1 = 19 [m]$ → $H_{Poste} = 20 [m]$
- $H_{L-altas} P2 = 18,8 [m]$ → $H_{Poste} = 19 [m]$
- $H_{L-altas} P3 = 24,9 [m]$ → $H_{Poste} = 25 [m]$
- $H_{L-altas} P4 = 20,2 [m]$ → $H_{Poste} = 21 [m]$
- $H_{L-altas} P5 = 17,4 [m]$ → $H_{Poste} = 18 [m]$
- $H_{L-altas} P6 = 26,9 [m]$ → $H_{Poste} = 27 [m]$

Estas serán las alturas de los postes y de las luminarias más elevadas con las que se realizará el diseño de iluminación. La ubicación de las siguientes líneas de proyectores estará por debajo de los valores consignados anteriormente y la distribución de los proyectores se combinará para ambos deportes, y al ser un segundo diseño para los mismos campos, algunos proyectores serán compartidos para la iluminación de los dos escenarios.

El número de proyectores para los dos deportes es el mismo que se calculó en el ítem anterior, ya que las exigencias lumínicas y las áreas de juego son totalmente iguales, la única diferencia es la rotación de la cancha de **Rugby** 45°, entonces necesitaríamos 50 proyectores para la cancha de softball y 36 para la de rugby, los cuales se ubicarán uniformemente en líneas con un máximo de cuatro (4) proyectores.

Partiendo del posicionamiento predefinido en el inciso **4.4** y tomando los valores de las alturas anteriores deducidos en el inciso **4.2.3.2**, las siguientes líneas de luminarias estarán:

- $H_{L-altas_P1} = 19[m] \rightarrow H_{L_{altas-1}} = 18,1[m] \rightarrow H_{L_{altas-2}} = 17,2[m] \rightarrow H_{L_{altas-3}} = 16,3[m]$
- $H_{L-altas_P2} = 18,8[m] \rightarrow H_{L_{altas-1}} = 17,9[m] \rightarrow H_{L_{altas-2}} = 17[m] \rightarrow H_{L_{altas-3}} = 16,1[m]$
- $H_{L-altas_P3} = 24,9[m] \rightarrow H_{L_{altas-1}} = 24[m] \rightarrow H_{L_{altas-2}} = 23,1[m] \rightarrow H_{L_{altas-3}} = 22,2[m]$
- $H_{altas_P4} = 20,2[m] \rightarrow H_{L_{altas-1}} = 19,3[m] \rightarrow H_{L_{altas-2}} = 18,4[m] \rightarrow H_{L_{altas-3}} = 17,5[m]$
- $H_{altas_P5} = 17,4[m] \rightarrow H_{L_{altas-1}} = 16,5[m] \rightarrow H_{L_{altas-2}} = 15,6[m] \rightarrow H_{L_{altas-3}} = 14,7[m]$
- $H_{L-altas_P6} = 26,9[m] \rightarrow H_{L_{altas-1}} = 26[m] \rightarrow H_{L_{altas-2}} = 25,1[m] \rightarrow H_{L_{altas-3}} = 24,2[m]$

Como se puede apreciar, los postes **P1**, **P2**, **P4** y **P5** están por debajo de la longitud mínima para la iluminación de escenarios deportivos de 18 metros, por lo que el diseño se empezó colocando las luminarias más bajas de estos mástiles a ésta altura.

Con ésta disposición de proyectores en cada uno de los postes, se realizó el diseño del sistema de iluminación para ambos escenarios deportivos, el cual con el transcurso de los cálculos arrojó finalmente que debieron ser utilizadas un total de 56 luminarias para el softball y 43 para el rugby de las cuales 22 son compartidas, distribuidos de la siguiente manera, además de que a causa del deslumbramiento se debió aumentar la altura del poste **P1** a 24 metros, **P2** a 24 metros, **P4** a 26 metros y **P5** a 22 metros:

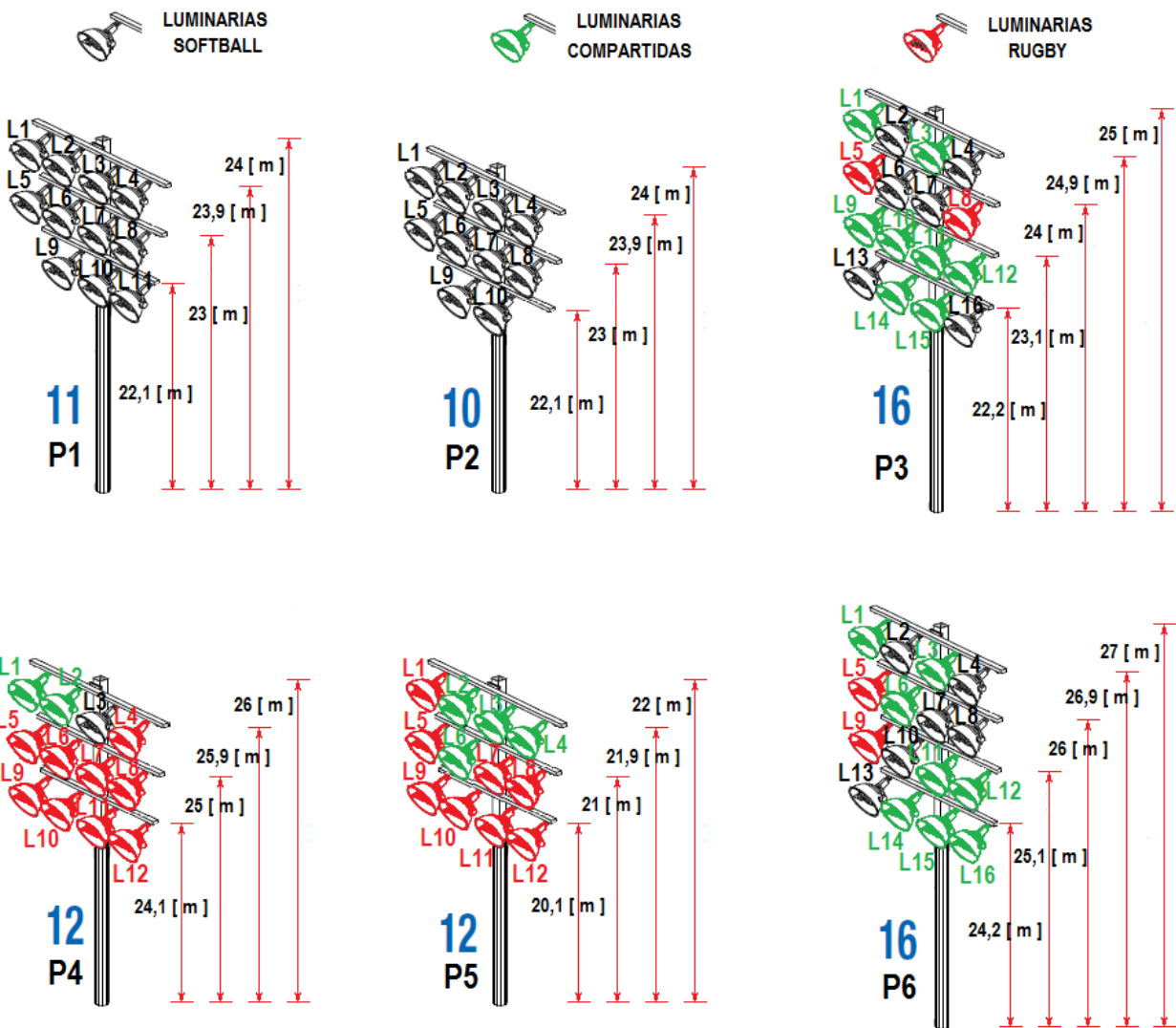


Fig. 68 Esquema de Luminarias en las Canchas Softball y Rugby (Corrida). Competición
Fuente: Autores.

3.10.1 CANCHA DE SOFTBALL (RUGBY CORRIDA): COMPETICIÓN

Como se explicó en el inciso 4.2.3, el diseño para estos escenarios será con un nivel de competición **Clase II**, y los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} \text{Infield} = 1000 \text{ [Lx]} \quad ; \quad E_{m \text{ horizontal}} \text{Outfield} = 700 \text{ [Lx]}$$

$$U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,4 \quad ; \quad U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,6 \quad ; \quad \text{Observador } GR_{max} = 50$$

Utilizando la metodología descrita y la disposición de las luminarias mostrada anteriormente tenemos los resultados, que pueden visualizarse en el archivo adjunto "**SOFTBALL (R. CORRIDA) _Competición**" de la carpeta "**Diseños Lumínicos / SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)**":

Las posiciones, alturas y orientaciones de los proyectores están tabuladas en el archivo adjunto de Excel “**ESPECIFICACION DE POSICION Y TIPO DE LUMINARIAS**” en la pestaña “**SOFTBALL R.C**”. (Ver Anexo X).

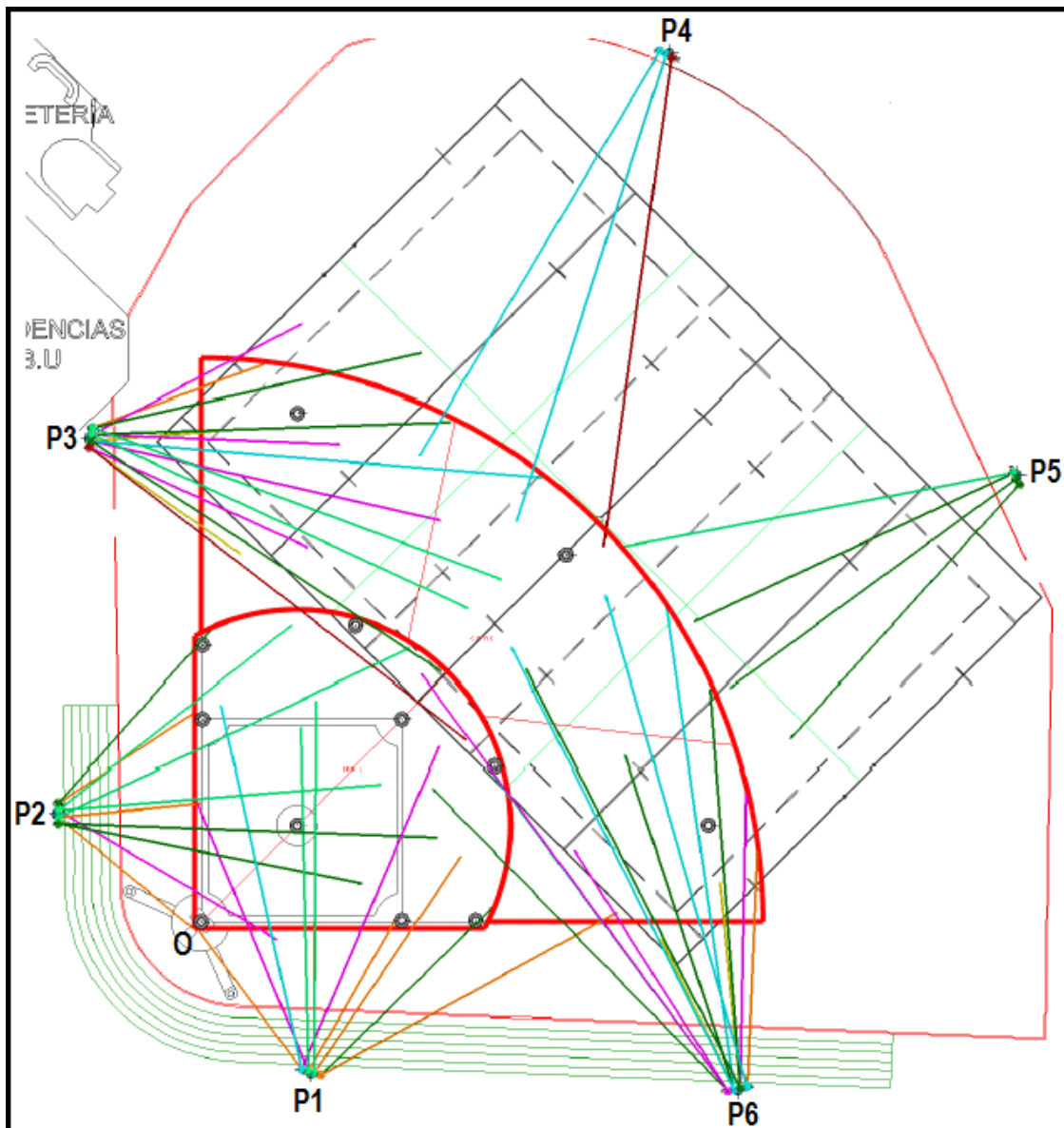


Fig. 69 Orientación de los Proyectores Cancha de Softball (R. Corrida). Competición.
Fuente: Autores.

Calculando los parámetros lumínicos con la disposición de los proyectores propuesta tenemos:

- **Infield:** $E_{m\ horizontal} = 1020 [Lx]$; $U_1 = \frac{962}{1090} = 0,88$; $U_2 = \frac{962}{1020} = 0,94$
- **Outfield:** $E_{m\ horizontal} = 818 [Lx]$; $U_1 = \frac{690}{987} = 0,7$; $U_2 = \frac{690}{818} = 0,84$

Las mediciones del deslumbramiento para las posiciones definidas del observador son:

Posición del Observador	GR
1 HOME	23,9
2 PRIMERA	30,5
3 JUEZ	32
4 A SEGUNDA	39,6
5 SHORT STOP	35,4
6 JUEZ	34,7

Posición del Observador	GR
7 SEGUNDA	38,4
8 TERCERA	38,4
9 PITCHER	30,3
10 CENTER FIELD	37,8
11 RIGHT FIELD	32,6
16 LEFT FIELD	30,5

Tabla 26 Valoración del Deslumbramiento. Cancha Softball (R. Corrida). Competición.
Fuente: Autores.

Como se puede apreciar, el diseño cumple con los valores que exigen las diferentes normativas, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario con el diseño propuesto (**Ver Anexo Y**).

3.10.2 CANCHA DE SOFTBALL (RUGBY CORRIDA): ENTRENAMIENTO

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} \text{Infield} = 300 \text{ [Lx]} \quad ; \quad E_{m \text{ horizontal}} \text{Outfield} = 200 \text{ [Lx]}$$

$$U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,25 \quad ; \quad U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,4 \quad ; \quad \text{Observador } GR_{max} = 55$$

Utilizando la metodología descrita tenemos los siguientes resultados, que pueden visualizarse en el archivo adjunto "**SOFTBALL (R. Corrida) _Entrenamiento**" de la carpeta "**Diseños Lumínicos / SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)**":

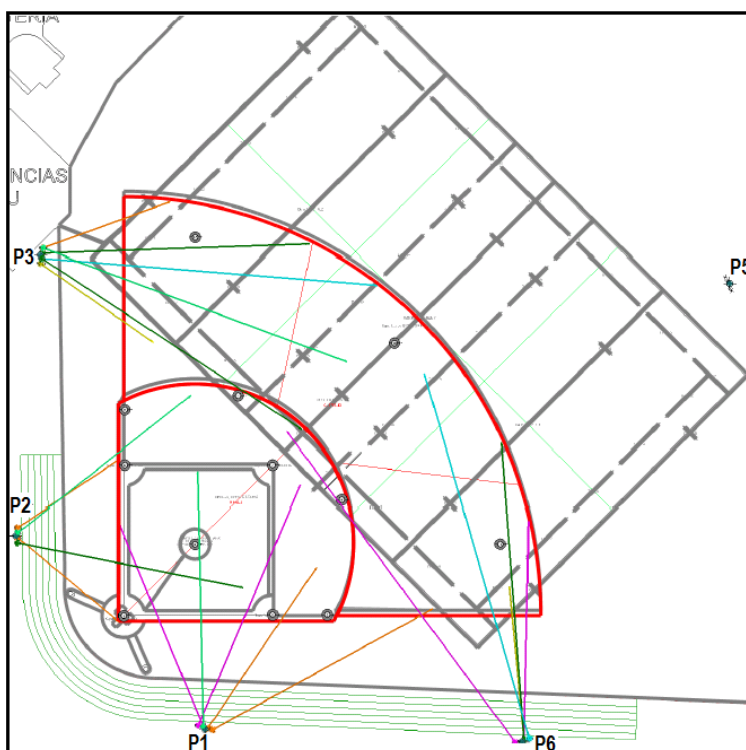


Fig. 70 Orientación de los Proyectores Cancha de Softball (R. Corrida). Entrenamiento.
Fuente: Autores.

Para este diseño se omitió la luz que brindaban 36 proyectores que se ubicaban en los diferentes postes, por lo que se utilizarán solamente 20 de los 56 que se tenían inicialmente. No se pudo prescindir de la luz de más luminarias debido a que valores como la uniformidad dejaban de satisfacer los requerimientos exigidos. El esquema de las luminarias será:

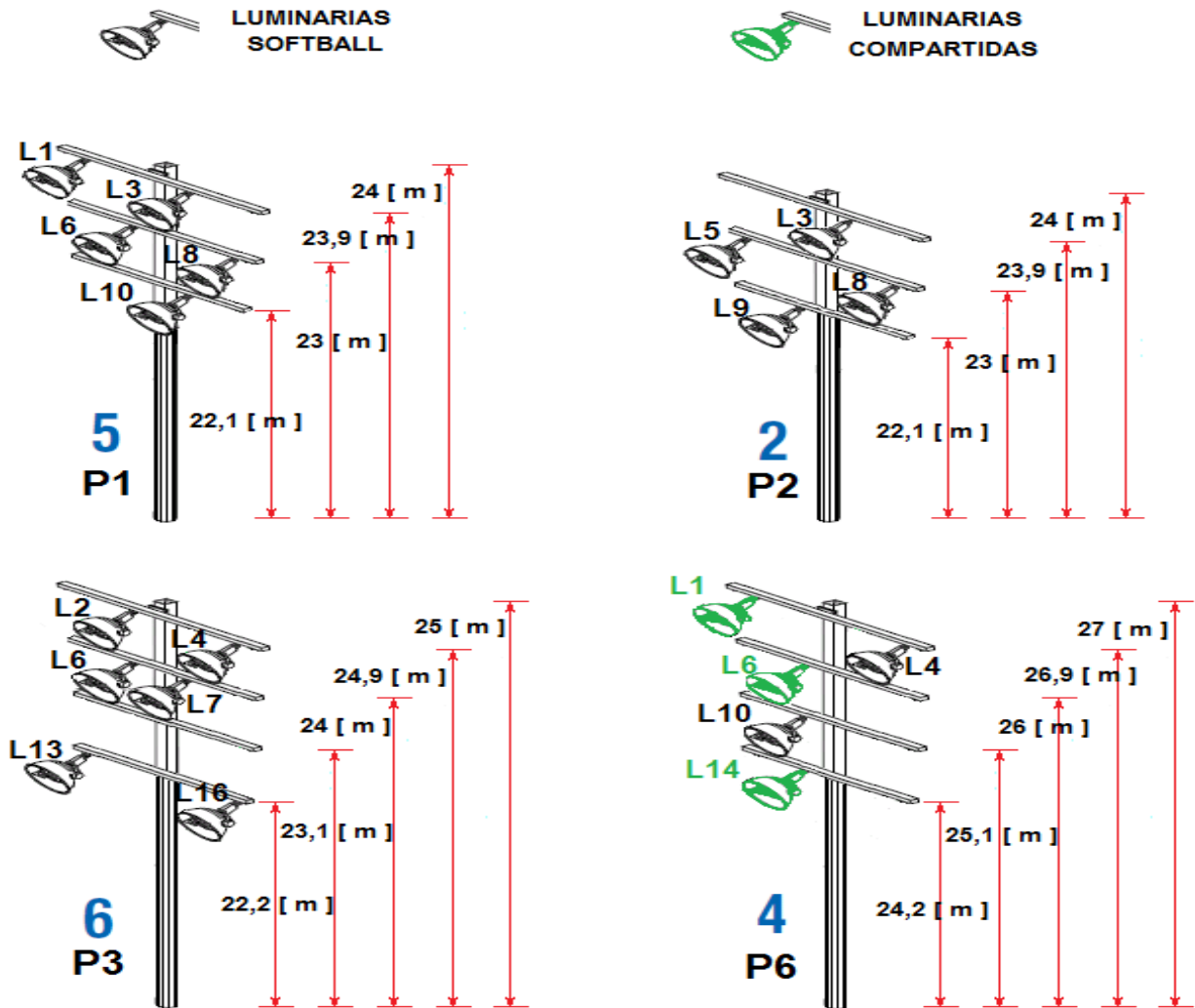


Fig. 71 Esquema de las Luminarias en los Postes de la Cancha de Softball (R. Corrida). Entrenamiento.

Fuente: Autores.

Finalmente los valores lumínicos que se han calculado con la disposición de los proyectores que definimos anteriormente son:

- **Infield:** $E_{m\ horizontal} = 382 [Lx]$; $U_1 = \frac{233}{609} = 0,38$; $U_2 = \frac{233}{382} = 0,61$

- **Outfield:** $E_{m\ horizontal} = 288 [Lx]$; $U_1 = \frac{188}{543} = 0,35$; $U_2 = \frac{188}{288} = 0,65$

Las mediciones del deslumbramiento para cada una de las posiciones definidas del observador en el capítulo 3 son:

Posición del Observador	GR
1 HOME	25,8
2 PRIMERA	33,1
3 JUEZ	30,8
4 A SEGUNDA	34,4
5 SHORT STOP	36
6 JUEZ	31,8

Posición del Observador	GR
7 SEGUNDA	36,3
8 TERCERA	35,8
9 PITCHER	30
10 CENTER FIELD	43
11 RIGHT FIELD	38,4
16 LEFT FIELD	31,9

Tabla 27 Valoración del Deslumbramiento. Cancha Softball (R. Corrida). Entrenamiento.
Fuente: Autores.

El diseño cumple con los valores exigidos y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario con el diseño propuesto (**Ver Anexo Z**).

3.10.3 CANCHA DE RUGBY (CORRIDA): COMPETICION

Como se explicó en el inciso 4.2.3, el diseño para estos escenarios será con un nivel de competición **Clase II**, y los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 500 \text{ [Lx]} ; U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,4 ; U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,6 ; \text{Observador } GR_{max} = 50$$

Utilizando la metodología descrita y la disposición de las luminarias mostrada en la **figura 68** tenemos los siguientes resultados, que están en el archivo "**RUGBY Corrida_Competicion**", "**Diseños Lumínicos / SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)**":

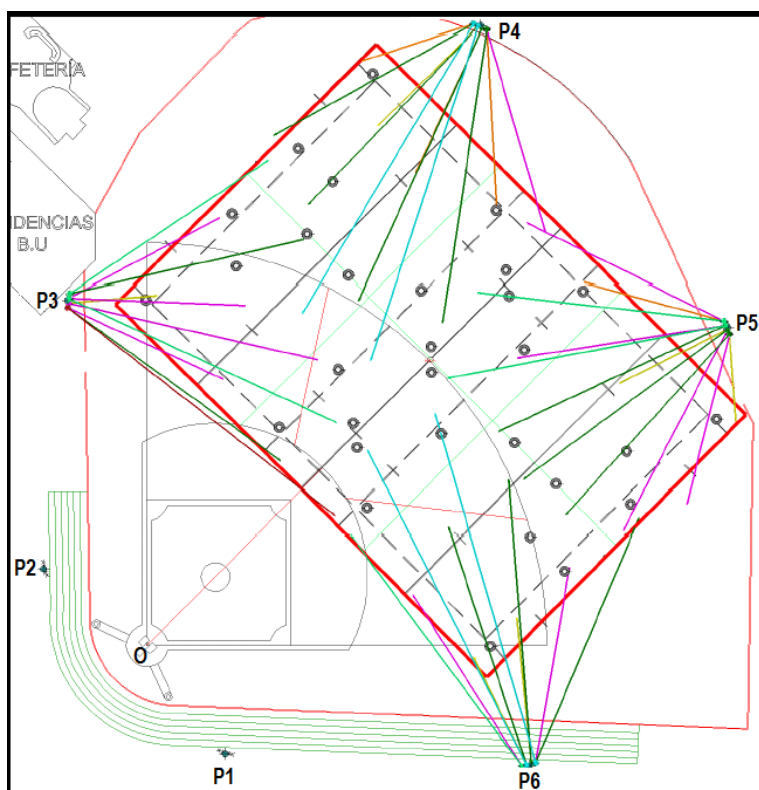


Fig. 72 Orientación de los Proyectores. Cancha Rugby (Corrida). Competición
Fuente: Autores.

Las posiciones, alturas y orientaciones de los proyectores están tabuladas en el archivo adjunto de Excel “**ESPECIFICACION DE POSICION Y TIPO DE LUMINARIAS**” en la pestaña “**RUGBY CORRIDA**”. (Ver Anexo AA).

Calculando los parámetros lumínicos con la disposición de los proyectores propuesta tenemos:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 537 [Lx] \quad ; \quad U_1 = \frac{490}{606} = 0,81 \quad ; \quad U_2 = \frac{490}{537} = 0,91$$

Las mediciones del deslumbramiento para las posiciones definidas del observador son:

Posición del Observador	GR	Posición del Observador	GR
1	43,1	16	42,4
2	41,1	17	40,3
3	42	18	40,8
4	42,9	19	36,1
5	43,4	20	40,5
6	41,3	21	42
7	32,9	22	41,6
8	42,1	23	43,5
9	41	24	38,3
10	38,5	25	36,3
11	35,5	26	34,5
12	31,2	27	25,2
13	37,1	28	35,6
14	37,9	29	36,4
15	23,8	30	23,2

Tabla 28 Valoración del Deslumbramiento. Cancha Rugby (Corrida). Competición.
Fuente: Autores.

El diseño cumple con los valores que exigidos, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario (Ver Anexo BB).

3.10.4 CANCHA DE RUGBY (CORRIDA): ENTRENAMIENTO.

Los parámetros exigidos para esta clase de juego son:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 200 [Lx] \quad ; \quad U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = 0,25 \quad ; \quad U_2 = \frac{E_{min}}{E_m} = 0,4 \quad ; \quad \text{Observador } GR_{max} = 55$$

Utilizando la metodología descrita tenemos los siguientes resultados de la figura 74, que pueden visualizarse fácilmente en el archivo adjunto “**RUGBY Corrida Entrenamiento**” de la carpeta “**Diseños Lumínicos / SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)**”.

Para este diseño se omitió la luz que brindaban 17 proyectores, por lo que se utilizarán solamente 26 de los 43 que se tenían inicialmente. No se pudo prescindir de la luz de más luminarias debido a que valores como la uniformidad dejaban de satisfacer los requerimientos exigidos. El esquema de las luminarias será:

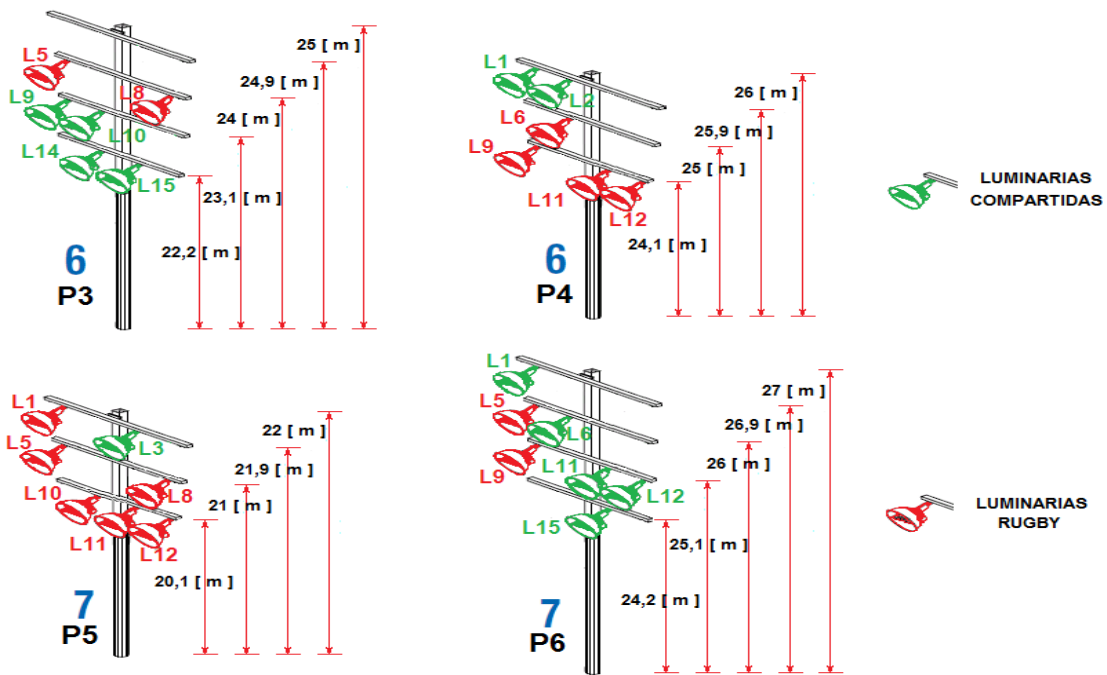


Fig. 73 Esquema de Luminarias en Postes, Cancha de Rugby (Corrida). Entrenamiento.
Fuente: Autores.

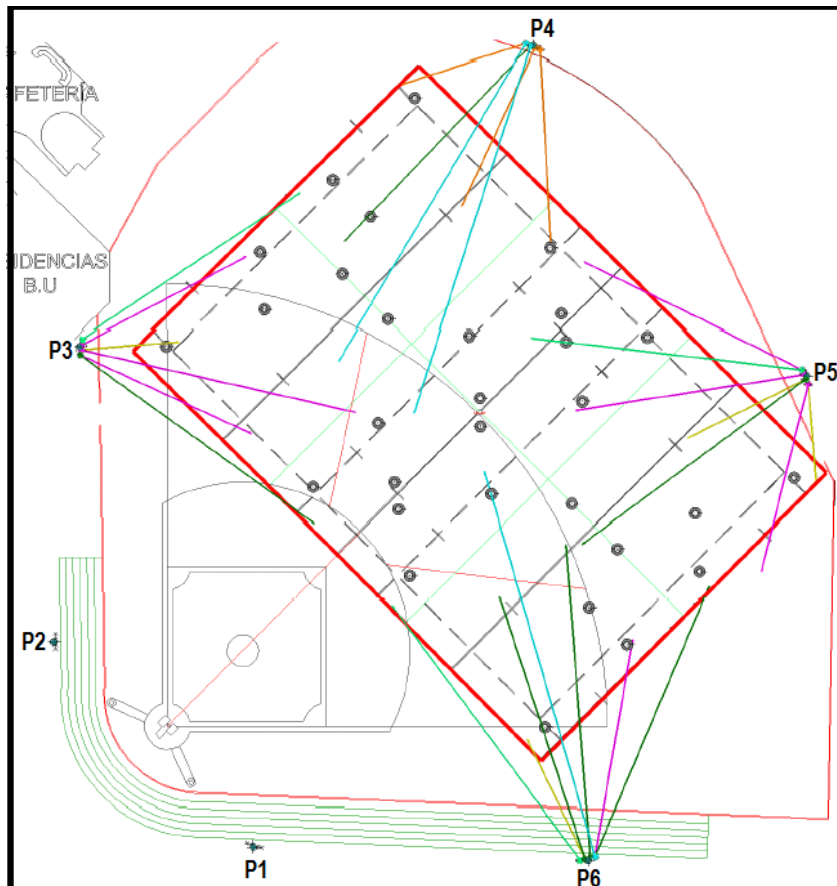


Fig. 74 Iluminancias Horizontales y Orientación de los Proyectors. Cancha Rugby (Corrida). Entrenamiento.
Fuente: Autores.

Calculando los parámetros lumínicos con la disposición de los proyectores propuesta tenemos:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 315 [Lx] \quad ; \quad U_1 = \frac{176}{498} = 0,35 \quad ; \quad U_2 = \frac{176}{315} = 0,56$$

Las mediciones del deslumbramiento para las posiciones definidas del observador son:

Posición del Observador	GR	Posición del Observador	GR
1	42,8	16	40,4
2	43,6	17	39,8
3	37,5	18	43,1
4	40	19	38,8
5	46,9	20	39,5
6	41,1	21	42,9
7	30,5	22	40,1
8	39,6	23	44,4
9	38,7	24	41,2
10	38,9	25	38,9
11	34	26	34,4
12	26	27	26,2
13	36,2	28	39,7
14	38,2	29	38,9
15	28,1	30	23,6

Tabla 29 Valoración del Deslumbramiento. Cancha Rugby (Corrida). Entrenamiento.

Fuente: Autores.

El diseño cumple con los valores que exigidos, y mediante una simulación del software, podemos visualizar como sería la iluminación de éste escenario (**Ver Anexo CC**).

3.11 AJUSTES FINALES Y RESUMEN DE LOS DISEÑOS DE ILUMINACIÓN

Los diseños de iluminación presentados anteriormente cumplen con todos los requerimientos técnicos exigidos por las diferentes normativas que abarcan la iluminación de exteriores y espacios deportivos. Las posiciones de los proyectores en los postes y la ubicación de estos en los diferentes escenarios, se realizó teniendo en cuenta las zonas de deslumbramiento que tienen las disciplinas deportivas, y las alturas que fueron calculadas y consignadas son referenciadas al nivel del terreno de juego, pero algunos de los postes que se ubicaron se encuentran en zonas que están elevadas respecto a este, por lo que dichos mástiles tendrán una menor longitud y representarán un menor costo económico.

Los postes que se encuentran ubicados en zonas elevadas respecto al terreno de juego son:

- **Cancha 1Ro de Marzo y Pista Atlética Clase III:** Postes **P1**, **P5** y **P6**, a una altura de 3 metros sobre el nivel del terreno de juego.

- **Cancha 1Ro de Marzo y Pista Atlética Clase II:** Postes **P1** y **P6**, a una altura de 3 metros sobre el nivel del terreno de juego.
- **Cancha Softball y Rugby (Original):** Postes **P3**, **P4** y **P5**, a una altura de 3 metros sobre el nivel del terreno de juego.
- **Cancha Softball y Rugby (Corrida):** Postes **P1**, **P2** y **P6**, a una altura de 3 metros sobre el nivel del terreno de juego.

Entonces las alturas totales de estos postes serían finalmente la calculadas inicialmente en los incisos anteriores, menos los 3 metros de elevación que tiene el terreno donde se ubicarán, y el esquema del posicionamiento de los proyectores es exactamente el mismo que se presentó, pero teniendo en cuenta que dichos esquemas se encuentran referenciados respecto a la altura del nivel del terreno de juego.

El resumen de los diseños con la altura real de los postes es:

CANCHA	E_m [Lx]	$U_1 = \frac{E_{min}}{E_{max}}$	$U_2 = \frac{E_{min}}{E_m}$	Valor Máx. de G_R	Total Luminaria s	Altura Postes [m]								
						P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
SUR	C	722	0,82	0,91	40,7	40	25	25	25	25	--	--	--	--
	E	430	0,34	54	44,2	23								
1° de Marzo (Clase III)	C	1060	0,87	0,94	49,4	80	23	26	26	29	20	20	23	23
	E	409	0,3	0,56	51,3	32								
Pista Atlética (Clase III)	C	253	0,73	0,85	49,4	24	25	28	28	29	28	25	--	--
	E	160	0,2	0,35	47,4	15								
1° de Marzo (Clase II)	C	724	0,88	0,94	49,8	64	27	30	24	21	28	26	--	--
	E	290	0,43	0,65	51,3	26								
Pista Atlética (Clase II)	C	163	0,62	0,8	46,5	19	21	21	25	26	22	24	--	--
	E	93	0,2	0,34	51,8	11								
Softball (R. Original)	C	*1000 (800)	*0,82 (0,83)	*0,9 (0,94)	*47,7 (49,8)	48	21	43	43,5	46,9	43,5	46,9	43	26
	E	*408 (363)	*0,31 (0,28)	*0,58 (0,5)	*44,8 (48,1)	21								
Rugby (Original)	C	541	0,82	0,92	49,9	41	21	21	25	26	22	24	--	--
	E	257	0,25	0,47	54,4	20								
Softball (R. Corrida)	C	*1020 (818)	*0,88 (0,7)	*0,94 (0,84)	*39,6 (41,7)	56	21	21	25	26	22	24	--	--
	E	*382 (288)	*0,38 (0,35)	*0,61 (0,65)	*40,4 (43,0)	20								
Rugby (Corrida)	C	537	0,81	0,91	43,5	43	21	21	25	26	22	24	--	--
	E	315	0,35	0,56	46,9	26								

Tabla 30 Resumen de los Diseños Lumínicos.

Fuente: Autores.

* *Infield (Outfield)*; **C: Competición**, **E: Entrenamiento**.

Las cargas que soportarán los postes que se utilizarán para los diseños de iluminación, debidas al peso de los proyectores son las que se muestran a continuación, utilizando

la hoja de datos de la luminaria Arena Vision MVF 404 de Philips suministrada por el fabricante, podemos conocer los kg de cada proyector:

- Arena Vision MVF404 MHN-SE 200W **B1** a **B7**: 19,15 [kg]
- Arena Vision MVF404 MHN-SE 200W **B8**: 19,21 [kg]

CANCHA	Postes y su Altura [m]	Clase y Número de Luminarias								Carga del Poste [kg]	Total Luminarias
		B 1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8		
SUR	P1=25	0	1	0	1	2	3	1	2	191,62	40
	P2=25	0	1	0	1	2	3	1	2	191,62	
	P3=25	0	1	0	1	2	3	1	2	191,62	
	P4=25	0	1	0	1	2	3	1	2	191,62	
1° de Marzo Y Pista Atlética (Clase III)	P1=23	0	9	3	0	0	1	1	2	306,52	104
	P2=26	0	9	3	0	0	2	0	2	306,52	
	P3=26	0	9	4	0	0	1	1	1	306,46	
	P4=29	2	10	0	0	1	2	1	0	306,4	
	P5=20	0	4	1	3	0	0	0	2	191,62	
	P6=20	0	4	1	3	0	0	0	2	191,62	
	P7=23	0	4	1	3	0	1	0	1	191,56	
	P8=23	2	2	2	3	0	0	0	1	191,56	
1° de Marzo Y Pista Atlética (Clase II)	P1=25	0	0	5	4	2	0	1	2	268,22	83
	P2=28	0	0	5	3	3	0	2	1	268,16	
	P3=28	0	0	3	4	3	1	1	2	268,22	
	P4=29	0	0	8	2	1	1	1	1	268,16	
	P5=28	0	0	4	5	2	0	2	1	268,16	
	P6=25	0	0	2	3	1	1	4	2	249,07	
Softball Y Rugby (Original)	P1=27	0	1	3	2	3	0	0	0	172,35	89
	P2=30	1	5	3	6	1	0	0	0	306,4	
	P3=24	0	2	3	3	4	1	0	0	248,95	
	P4=21	0	3	4	5	1	3	0	0	306,4	
	P5=28	0	9	5	2	1	0	0	0	325,55	
	P6=26	0	1	4	6	4	1	2	0	344,7	
Softball Y Rugby (Corrida)	P1=21	0	0	1	2	1	2	5	0	210,65	77
	P2=21	0	0	0	3	3	1	3	0	191,5	
	P3=25	0	1	1	3	4	4	1	2	306,52	
	P4=26	0	1	2	0	4	1	3	1	229,86	
	P5=22	0	0	0	2	3	4	1	2	229,92	
	P6=24	0	0	3	1	5	4	1	2	311,42	

Tabla 31 Cargas en kg que Soportarán los Postes Debido al Peso de los Proyectores.

Fuente: Autores.

4. LEVANTAMIENTO DE LAS REDES ELECTRICAS EXISTENTES EN LAS ZONAS DEPORTIVAS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS.

Se establecieron las rutas y especificaciones de los circuitos existentes para que las nuevas redes eléctricas que alimentarán los aparatos de alumbrado de los diseños de iluminación, interfieran en lo más mínimo y estén por canalizaciones diferentes a las que hay actualmente.

Con este orden de ideas, el levantamiento se llevo a cabo en el mes de diciembre del año 2012 en el sector que comprende los campos deportivos de la universidad que fueron objeto de la realización de los diseños de los sistemas de iluminación. Estas redes eléctricas existentes son alimentadas por una subestación de 400 kVA, de los cuales sólo se utilizan aproximadamente el 25% (100 kVA). Esta potencia es consumida por el edificio de la escuela de deportes, las residencias universitarias, la cafetería deportiva y el alumbrado público y de seguridad que se encuentra en algunas áreas. Estos datos técnicos fueron suministrados por la división de planta física y la tesis de grado del ingeniero Sergio Andrei Ramírez: ***“Levantamiento de las Redes Eléctricas Externas de Media Tensión del Campus Central de la Universidad Industrial de Santander”*** realizada en el año 2007.

También, se realizó este levantamiento debido a que la universidad no tiene entre sus archivos arquitectónicos y eléctricos las canalizaciones de las redes que existen en éstas zonas, y aunque no haga parte de los objetivos de éste proyecto es muy necesario en el momento en que sean ejecutados los diseños de iluminación, ya que no se generarán inconvenientes entre los circuitos nuevos y existentes, además de entregarle a nuestra alma mater datos técnicos que no tiene actualmente.

4.1 RED DE MEDIA TENSIÓN: ALIMENTACIÓN DE LA SUBESTACIÓN DEL COLISEO, Tramos 1 - 5.

Los elementos que componen la red de alimentación de la subestación de 400 kVA del coliseo son:

- Línea trifásica de Media Tensión de 13,2 kV en conductores de cu 2 AWG XLPE 15 kV monopolar y tubería PVC de 3”.
- Poste **PE1** de 12 metros y una carga de rotura de 750 kg.
- Caja de inspección **CIP1**.
- Caja de inspección **CIP2**.
- Subestación de 400 kVA, 13200 V / 214-123,6 +/- 2 x 2.5% V.

A continuación, se presentan las imágenes de los elementos descritos anteriormente.

Poste PE1: Retención



Fuente: Autores.

- **Descripción:** Poste de concreto de 12 metros de longitud con una carga de rotura de 750 kg. La línea trifásica de media tensión va hacia la caja de inspección **CIP1** a través del bajante de tubo galvanizado de 3”.

Caja de Inspección CIP1



Caja de Inspección CIP2



Fuente: Autores.

- **Descripción CIP1:** Caja de inspección ubicada por la entrada de la carrera 30, en la que entran y salen los 3 conductores 2 AWG XLPE de media tensión hacia la caja de inspección **CIP2**. Como observación, la tapa de esta caja es metálica (hierro) y podría ser potencialmente peligrosa si el aislamiento de alguno de los conductores se dañara.
- **Descripción CIP2:** Caja de inspección ubicada en la entrada de la subestación, en la que entran y salen los 3 conductores 2 AWG XLPE de media tensión hacia esta.

Subestación de 400 kVA



Fuente: Autores.

La descripción de los componentes de ésta subestación son:

- **Potencia:** 400 [kVA]
- **Código SIG:** 0119
- **Tensión c.c.:** 4,2 %
- **Fabricante:** Magnetrón
- **Clase:** Tipo Jardín
- **Año:** 2005
- **Tipo Fusible:** De Expulsión
- **In Fusible:** 40 [A]
- **Tensión Fusible:** 15,5 [kV]
- **In Primario:** 17,5 [A]
- **Relación:** 13200 / (214-123,6) [V]
- **Refrigeración:** ONAN
- **Corriente c.c.:** 25,7 [kA]
- **Dimensiones Gabinete:** 1,8x1,4x1,1 [m]
- **Conexión:** Dy-5
- **Tipo de Seccionador:** Giratorio en Aceite
- **Tipo Pararrayo:** ZnO
- **Tensión Pararrayo:** 12 [kV]
- **Id:** 10 [kA]
- **In Secundario:** 1079 [A]

Los pararrayos se encuentran en el poste **PE1**.

Los atributos del tablero general de baja tensión son:

- **In Barraje:** 1210 [A]
- **In Totalizador:** (500-1250) [A]
- **N° Barras:** 5
- **Dimensiones:** 1,4x0,5x2,2 [m]
- **Acometida:** (3#250 MCM THHN + 1# 4/0 THHN + 1#2 desnudo) Cu AWG
- **lc.c. Totalizador:** 50k
- **Barraje:** Cu 2*(2"x1/4")

El barraje tiene 2 barras por fase.

4.2 CIRCUITO GENERAL DE BAJA TENSIÓN: CAJAS DE INSPECCIÓN PRINCIPAL, Tramos 6 – 32, 32 – 33.

Los elementos que componen el circuito general de alimentación y sus imágenes son:

- Líneas de alimentación por tres ductos diferentes, los cuales transportan los siguientes conductores: El primer ducto 4#6 y 6#8 cu THW, el segundo 4#4 cu THW y el tercero 4#2 cu THW y 1#2 AWG desnudo de cu.
- Cajas de inspección **CIBT**, **CIBT2** y **CIR**.

CI B.T



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe los conductores de baja tensión del transformador por los tres ductos mencionados. Estos conductores se dirigen a **CIB.T2**, excepto los 4#6 y 3#8 que van a **CI_GP**.

CIB.T2



CIR



Fuente: Autores.

Descripción CI B.T2: Recibe los conductores provenientes de **CIB.T** por tres ductos, por el primero 3#8, por el segundo 4#4 y por el tercero 4#2 y 1#2 desnudo, y se dirigen a **CIR**.

Descripción CI R: Recibe los conductores provenientes de **CIB.T2** por tres ductos, por el primero 3#8, por el segundo 4#4 y por el tercero 4#2 y 1#2 desnudo. Los 4#4 van hacia residencias universitarias, los 4#2 y el #2 desnudo se dirigen hacia **CI_C** pero cambiando a un calibre #4, y antes del cambio de calibre se derivan de estos 3#6 que van hacia el poste **PC7** para la alimentación de las canchas de tenis y parte del alumbrado público junto con los 3#8.

4.3 CIRCUITO 1: ALIMENTACIÓN CANCHAS DE TENIS Y ALUMBRADO PÚBLICO, Tramos 34 – 41, 41– 40, 34 – 49, 49 – 53.

Los elementos que componen este circuito de alimentación y sus imágenes son:

- Líneas de alimentación aérea con conductores: 3#6 y 3#8 cu THW.
- Cajas de inspección **CI_1**, **CI_2**, **CI_3**, **CI1**, **CI2** y **CI3**.
- 8 postes de concreto de 8 metros con una carga de rotura de 510 kg.
- 3 proyectores circulares bifásicos de 250 W.
- 9 lámparas circulares de sodio para alumbrado público de 70 W bifásicas.
- 2 proyectores rectangulares de 250 W bifásicos.
- 3 lámparas tipo hongo bifásicas de mercurio de 150 W.

Poste PC7: Retención



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe los conductores 3#6 y 3#8 provenientes de **CIR**, los cuales se dirigen a **PC6**. De los 3#8, se derivan 2 #10 (1ª y 3ª línea) para la alimentación de la lámpara, y también se derivan hacia el poste **PC8** en el mismo calibre (#8).

Poste PC6: Retención



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe los conductores 3#6 y 3#8 provenientes de **PC7**, los cuales se dirigen a **PC5**. Se observó también, que uno de los conductores #3 (2ª línea) está rota y llega hasta este poste, y luego vuelve a estar en la red en el poste **PC5**, por lo que sería un cable muerto que no tiene importancia en el resto del circuito, ya que cuando se realizó la inspección visual de este funcionaba correctamente.

Poste PC5: Paso



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe los conductores 3#6 y 2#8 provenientes de **PC6**, los cuales se dirigen a **PC4**. Como se mencionó anteriormente, la 2ª línea esta desenergizada, y de los 2 conductores # 8 se derivan 2#10 para la alimentación de la lámpara.

Poste PC4: Paso



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe los conductores 3#6 y 2#8 provenientes de **PC5**, los cuales se dirigen a **PC3**. Como se mencionó anteriormente, la 2ª línea esta desenergizada, y de los 2 conductores # 8 se derivan 4#10 para la alimentación de las dos lámparas.

Poste PC3: Paso



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe los conductores 3#6 y 2#8 provenientes de **PC4**, los cuales se dirigen a **PC2**. Como se mencionó anteriormente, la 2ª línea está desenergizada, y de los 2 conductores # 8 se derivan 2#10 para la alimentación de la lámpara.

Poste PC2: Retención con templete



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe los conductores 3#6 y 2#8 provenientes de **PC3**. El proyector bifásico es alimentado de los conductores #8 de la 1ª y 3ª línea respectivamente con cables de calibre #10, también de estos dos conductores se derivan 4#10 para la alimentación de las dos lámparas. Así mismo, del poste bajan los 3#6 y los 2#8 (1ª y 3ª línea) a la caja de inspección **CI_2**.

Caja de Inspección CI_2



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe los conductores 3#6 y 2#8 provenientes de **PC2**. Los 2#8 se dividen en el mismo calibre para dirigirse hacia las cajas **CI_1** y **CI_T5** por dos ductos diferentes y así alimentar los aparatos bifásicos de alumbrado público de los postes **PC1**, **PT5** y **PT6**. Los 3#6 se dirigen al tablero de distribución de las canchas de tenis **TD_T** por un tercer ducto, y por este mismo se devuelven 4#6 que se dirigen hacia **CI_T5** por el mismo ducto de los #8.

Caja de Inspección CI_1



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe los 2 conductores #8 provenientes de **CI_2**, los cuales suben al poste **PC1**.

Poste PC1: Terminal



Fuente: Autores.

Descripción: Poste que se encuentra al final del circuito en el que están 3 proyectores circulares y una rectangular, que funcionan como alumbrado público y de seguridad.

Poste PC8: Retención con templete.



Fuente: Autores.

Descripción: Poste que recibe los 3 conductores #8 de **PC7**, y de estos se derivan 3#10 que bajan a la caja **CI_3**, y otros 4#10 para alimentar las 2 lámparas de alumbrado público.

Caja de Inspección CI_3



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes del poste **PC8** que se dirigen hacia **CI1**, para la alimentación de las lámparas tipo hongo de la cafetería. En la inspección visual se observó que uno de estos conductores está un poco dañado.

Caja de Inspección CI1



Lámpara tipo hongo PA1



Fuente: Autores.

Descripción CI1: Llegan 3 conductores #10 provenientes de **CI_3** y se dirigen a **CI2**, de ellos se derivan 2#12 para alimentar la lámpara **PA1**.

Caja de Inspección CI2



Lámpara tipo hongo PA2



Fuente: Autores.

Descripción CI2: Llegan 3 conductores #10 provenientes de **CI1**, de ellos se derivan 2#12 para alimentar la lámpara **PA2**, y siguen 2#10 a **CI3**.

Caja de Inspección CI3



Lámpara tipo hongo PA3



Fuente: Autores.

Descripción CI3: Llegan 2 conductores #10 provenientes de **CI2**, los cuales tienen cambio de calibre a 2#12 para alimentar la lámpara **PA3**.

4.3.1 CIRCUITO 1.1: CANCHAS DE TENIS Y ALUMBRADO PUBLICO, Tramos 41 – 44, 41– 48.

Los elementos que componen este circuito de alimentación y sus imágenes son:

- Líneas de alimentación subterránea: 3#6 y 2#8 cu THW.
- Cajas de inspección **CI_2**, **CI_T1**, **CI_T2**, **CI_T3**, **CI_T4**, **CI_T5**, **CI_T6** y **CI_T7**.
- 6 postes metálicos en base de concreto de 15 metros.
- 16 proyectores circulares bifásicos de 250 W.
- 1 tablero de distribución trifásico **TD_T**.

Caja de Inspección CI_2



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe los conductores 3#6 y 2#8 provenientes de **PC2**. Los 2#8 se dividen en el mismo calibre para dirigirse hacia las cajas **CI_1** y **CI_T5** por dos ductos diferentes y así alimentar los aparatos bifásicos de alumbrado público de los postes **PC1**, **PT5** y **PT6**. Los 3#6 se dirigen al tablero de distribución de las canchas de tenis **TD_T** por un tercer ducto, y por este mismo se devuelven 4#6 que se dirigen hacia **CI_T5** por el mismo ducto de los #8.

Tablero de Distribución TD_T



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores #6 de **CI_2** por el ducto de la derecha, pasan al breaker trifásico de 30 A de la izquierda, del que salen 5#6, también, de los 3#6 que llegaron se derivan igual número de conductores y pasan al segundo breaker de 30 A, del que salen 5#6. De estos 10#6, salen 6 por el ducto de la izquierda hacia **CI_T1** y los otros 4 se devuelven por el ducto por donde llegaron las 3 fases de alimentación, dirigiéndose hacia **CI_2** para llegar finalmente a **CI_T5**.

Caja de Inspección CI_T1



Poste metálico PT1



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 6 conductores #6 del tablero de distribución de los que se derivan 2 #10 al poste **PT1**, y siguen con un cambio de calibre hacia **CI_T2** 5 conductores #8.

Caja de Inspección CI_T2



Poste metálico PT2



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 5 conductores #8 de **CI_T1** de los cuales siguen 3 hacia **CI_T3**, y los otros 2 hacen cambio de calibre a #10 para subir al poste **PT2** y alimentar los proyectores.

Caja de Inspección CI_T3



Poste metálico PT3



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores #8 de **CI_T2** de los cuales siguen 2 hacia **CI_T4**, uno de los que llega hace cambio de calibre a #10 y de uno de los que sigue, se deriva otro #10 para subir al poste **PT3** y alimentar los proyectores.

Caja de Inspección CI_T4



Poste metálico PT4



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 2 conductores #8 de **CI_T3**, los cuales hacen cambio de calibre a #10 y suben al poste **PT4** y alimentar los proyectores.

Caja de inspección CI_T5



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 6 conductores #8 de CI_2, los cuales se dirigen hacia CI_T6.

Caja de Inspección CI_T6



Poste metálico PT5



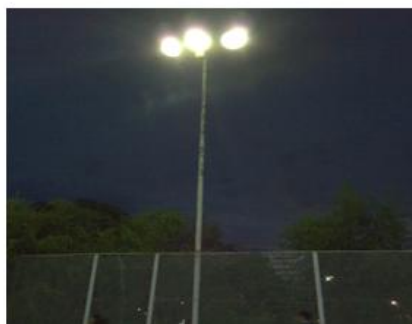
Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 6 conductores #8 de CI_T5, de los cuales se deriva 2#10 para alimentar los proyectores circulares, y suben directamente 2#8 para alimentar el proyector rectangular de alumbrado público que se encuentran en el poste PT5. Siguen hacia CI_T7 4#8.

Caja de Inspección CI_T7



Poste metálico PT6



Fuente: Autores.

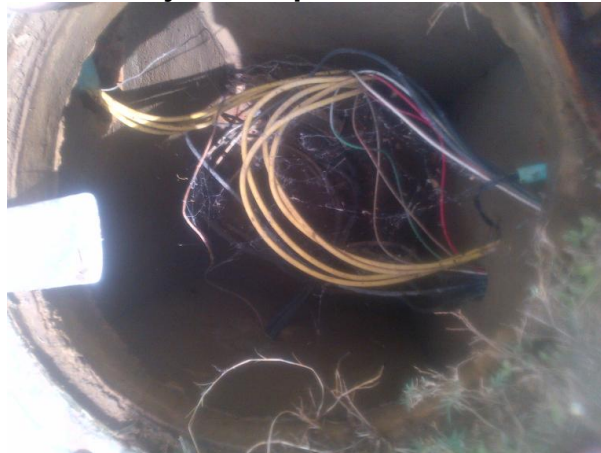
Descripción: Llegan 4 conductores #8 de CI_T6, de los cuales suben directamente a PT6 2#8 para alimentar el proyector rectangular de alumbrado público, y los otros 2 hacen cambio de calibre a #10 para alimentar los proyectores circulares, finalizando éste circuito.

4.4 CIRCUITO 2: ALIMENTACIÓN CAFETERÍA Y CANCHAS MICRO-BASQUET, Tramos 33 – 54 – TD_CM

Los elementos que componen este circuito de alimentación y sus imágenes son:

- Líneas de alimentación subterránea: 4#4 cu THW y 1#2 cu AWG desnudo.
- Cajas de inspección **CIR**, **CI_C**, **CI_C1** y **CI_C2**.
- 2 tableros de distribución trifásicos **TD_C** y **TD_CM**.

Caja de Inspección CI R



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe los conductores provenientes de **CIB.T2** por tres ductos, por el primero 3#8, por el segundo 4#4 y por el tercero 4#2 y 1#2 desnudo. Los 4#4 van hacia residencias universitarias, los 4#2 y el #2 desnudo se dirigen hacia **CI_C** pero cambiando a un calibre #4, y antes del cambio de calibre se derivan de estos 3#6 que van hacia el poste **PC7** para la alimentación de las canchas de tenis y parte del alumbrado público junto con los 3#8.

Caja de Inspección CI_C



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 4 conductores #4 THW cu 60°C y 1#2 AWG cu desnudo provenientes de **CI R**, los cuales se dirigen hacia el tablero de distribución ubicado en cafetería **TD_C**.

Tablero de Distribución TD_C



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 4 conductores #4 THW cu 60°C y el #2 AWG desnudo de **CI_C** por el ducto de la derecha. El conductor #2 desnudo (tierra) pasa directamente hacia **CI_C1** por el otro ducto, y los 4#4 llegan a los barrajes, el primero es el correspondiente al neutro y los otros 3 a las fases, el conductor neutro sale de la barra directamente hacia **CI_C1** por el ducto de la derecha, y las tres fases entran al totalizador de 80 A para irse por el mismo ducto hacia **CI_C1**. Para la alimentación de la cafetería, de la barra de neutro se deriva un conductor #10 y de dos de las barras de fase, se derivan también conductores #10 que pasan al breaker de 20 A para luego dirigirse al tablero de cafetería junto con el conductor neutro.

Caja de Inspección CI_C1



Caja de Inspección CI_C2



Fuente: Autores.

Descripción CI_C1: Llegan 4 conductores #4 THW cu 60°C y el #2 AWG desnudo del tablero **TD_C**, y se dirigen hacia la caja **CI_C2**.

Descripción CI_C2: Llegan 4 conductores #4 THW cu 60°C y el #2 AWG desnudo de **CI_C1**, y se dirigen al tablero **TD_CM** por un ducto, por el cual se devuelven desde el tablero 3 conductores #6 que se derivan en igual número y calibre para la alimentación de las canchas de microfútbol, básquet y voleibol por 2 ductos diferentes hacia **CI_F1** y **CI_F3**.

Tablero de Distribución TD_CM



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 4 conductores #4 THW cu 60°C y el #2 AWG desnudo de **CI_C2**. El #2 desnudo llega directamente a la barra de tierra, 1#4 (neutro) a la barra de neutro, y los otros 3#4 (fases) al totalizador de 80 A para luego ir a los barrajes. Del barraje de neutro y tierra, se derivan conductores para los tomacorrientes monofásicos que están en el mismo gabinete, y de los barrajes de fase, se derivan conductores para alimentar los tomacorrientes monofásicos y bifásicos, como también se derivan 9 conductores #6, de los cuales 3 se dirigen hacia **CI_C2** por el mismo ducto en que llegó la alimentación, y los otros 6#6 salen por el otro ducto hacia **CI_C3** para la alimentación del resto de canchas de microfútbol y el alumbrado público de la carretera.

4.4.1 CIRCUITO 2.1: CANCHAS DE MICROFÚTBOL, BASQUET Y VOLEIBOL, Tramos TD_CM – 56, 56 – 65, 56 - 64

Los elementos que componen este circuito de alimentación y sus imágenes son:

- Tablero de distribución trifásico **TD_CM**.
- Líneas de alimentación subterránea: 3#6 cu THW.
- Cajas de inspección **CI_C2**, **CI_F1**, **CI_F2**, **CI_F3**, **CI_F4**, **CI_B1**, **CI_B2**, **CI_B3**, **CI_B4** y **CI_V1**.
- 10 postes metálicos en base de concreto de 15 metros de altura.
- 28 proyectores circulares bifásicos de 250 W.
- 5 proyectores rectangulares bifásicos de 250 W.

Las especificaciones y descripción del tablero **TD_CM** son las que se muestran en la figura inmediatamente anterior.

Caja de Inspección CI_C2



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 4 conductores #4 THW cu 60°C y el #2 AWG desnudo de **CI_C1**, y se dirigen al tablero **TD_CM** por un ducto, por el cual se devuelven desde el tablero 3 conductores #6 que se derivan en igual número y calibre para la alimentación de las canchas de microfútbol, básquet y voleibol por 2 ductos diferentes hacia **CI_F1** y **CI_F3**.

Caja de Inspección CI_F1



Poste metálico PF1



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores #6 de **CI_C2**, de ellos se derivan 2#10 que suben al poste **PF1** para la alimentación de los proyectores, y salen los mismos 3#6 que llegaron hacia **CI_F2**.

Caja de Inspección CI_F2



Poste metálico PF2



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores #6 de **CI_F1**, uno de ellos hace cambio de calibre a #10 y de otro se deriva un conductor también #10 que suben al poste **PF2** para la alimentación de los proyectores, y salen los 2#6 restantes hacia **CI_B1**.

Caja de Inspección CI_B1



Poste metálico PB1



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 2 conductores #6 de **CI_F2**, de los cuales se derivan 2 #10 que suben al poste **PB1** para la alimentación de los proyectores, y salen los 2#6 hacia **CI_B2**.

Caja de Inspección CI_B2



Poste metálico PB2



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 2 conductores #6 de **CI_B1**, de los cuales se derivan 2 #10 que suben al poste **PB2** para la alimentación de los proyectores, y salen los 2#6 hacia la caja de inspección **CI_V1**, y de ellos se derivan 2#10 que suben al poste **PV1** para alimentar sus proyectores.

Caja de Inspección CI_V1



Poste metálico PV1, PV2



Fuente: Autores.

Descripción CI_V1: Llegan 2 conductores #6 desde la caja de inspección **CI_B2**, estos realizan cambio de calibre a #10 para subir al poste **PV2** y alimentar los proyectores circulares y rectangulares que se encuentran en el.

Descripción PV1: Llegan 2 conductores #10 que se derivan de los #6 provenientes de **CI_B2**, y suben al poste para la alimentación de los proyectores. Este poste no tiene caja de inspección visible y por esta razón no se muestra su imagen, pero tiene las mismas características de los postes **PV1**, **Pv3** y **PV4**.

Caja de Inspección CI_F3



Poste metálico PF3



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores #6 de **CI_C2**, uno sigue directamente hacia **CI_F4**, y de los otros dos, se derivan 2#10 que suben al poste **PF3** para la alimentación de los proyectores, y luego siguen hacia la caja de inspección **CI_F4** pero uno de ellos realiza cambio de calibre a # 8, por lo que a CI_F4 llegarán 2#6 y 1#8.

Caja de Inspección CI_F4



Poste metálico PF4



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores, 2 #6 y 1#8 de **CI_F3**, del #8 y 1#6 se derivan 2#10 que suben al poste **PF4** para la alimentación de los proyectores, y luego siguen hacia la caja de inspección **CI_B3** los mismos conductores que llegaron inicialmente.

Caja de Inspección CI_B3



Poste metálico PB3



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores, 2 #6 y 1#8 de **CI_F4**, el #8 realiza cambio de calibre a #10 y junto con otro #10 derivado de uno de los #6, suben al poste **PB3** para la alimentación de los proyectores, y luego siguen hacia la caja de inspección **CI_B4** los 2 conductores #6.

Caja de Inspección CI_B4



Poste metálico PB4



Fuente: Autores.

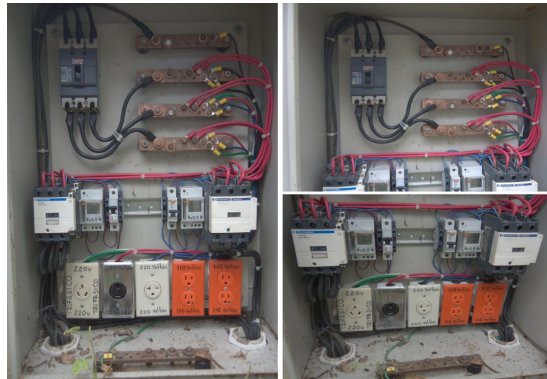
Descripción: Llegan 2 conductores #6 provenientes de **CI_B3**, cambian al calibre #10 y suben al poste PB4 para la alimentación de los proyectores.

4.4.2 CIRCUITO 2.2: CANCHAS DE MICROFÚTBOL Y VOLEIBOL, Tramos TD_CM – 66, 66 – 68, 69 – 72, 69 – 73

Los elementos que componen este circuito de alimentación y sus imágenes son:

- Tablero de distribución trifásico **TD_CM**.
- Líneas de alimentación subterránea: 6#6 cu THW.
- Cajas de inspección **CI_C3, CI_C4, CI_C5, CI_F5, CI_F6, CI_F7, CI_F8 y CI_F9**.
- 8 postes metálicos en base de concreto de 15 metros de altura.
- 21 proyectores circulares bifásicos de 250 W.
- 5 proyectores rectangulares bifásicos de 250 W.

Tablero de Distribución TD_CM



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 4 conductores #4 THW cu 60°C y el #2 AWG desnudo de **CI_C2**. El #2 desnudo llega directamente a la barra de tierra, 1#4 (neutro) a la barra de neutro, y los otros 3#4 (fases) al totalizador de 80 A para luego ir a los barrajes. Del barraje de neutro y tierra, se derivan conductores para los tomacorrientes monofásicos que están en el mismo gabinete, y de los barrajes de fase, se derivan conductores para alimentar los tomacorrientes monofásicos y bifásicos, como también se derivan 9 conductores #6, de los cuales 3 se dirigen hacia **CI_C2** por el mismo ducto en que llegó la alimentación, y los otros 3#6 salen por el otro ducto hacia **CI_C3** para la alimentación del resto de canchas de microfútbol y el alumbrado público de la carretera.

Caja de Inspección CI_C3



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 6 conductores #6 THW cu 60°C provenientes del tablero de distribución **TD_CM**, de ellos se derivan 3 conductores de igual calibre que salen por un ducto hacia **CI_F5**, y por otro ducto salen los 6#6 que llegaron inicialmente hacia **CI_C4**.

Caja de Inspección CI_F5



Poste metálico PF5



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores #6 provenientes de **CI_C3**, de ellos se derivan 2#10 que suben al poste **PF5**, y salen hacia **CI_F6** los mismos 3#6 que llegaron inicialmente.

Caja de Inspección CI_F6



Poste metálico PF6



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores #6 provenientes de **CI_F5**, uno de ellos hace cambio de calibre a #10 y de uno de los dos restantes, se deriva otro #10 para que finalmente suban al poste **PF6** y alimenten sus proyectores. Los 2#6 que llegaron hacen cambio de calibre a #8, para que finalmente vayan al poste **PV3**, 2 conductores #8.

Poste metálico PV3



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 2 conductores #8 provenientes de **CI_F6**, y al tener las mismas características que los postes **PV1** y **PV2**, los conductores deben hacer un cambio de calibre a #10 para alimentar los proyectores. No se encontró ninguna caja de inspección de este poste.

Caja de Inspección CI_C4



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 6 conductores #6 provenientes de **CI_C3**, 3 de ellos se dirigen hacia la caja de inspección **CI_F7** y de ellos se derivan 2#10 que van hacia la caja de inspección **CI_C5** junto con los otros 3#6, por un mismo ducto.

Caja de Inspección CI_F7



Poste metálico PF7



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores #6 provenientes de **CI_C4**, de 2 de ellos se derivan 2#10 que suben al poste **PF7** para alimentar sus proyectores, y siguen 3#6 hacia **CI_F8**.

Caja de Inspección CI_F8



Poste metálico PF8



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores #6 provenientes de **CI_F7**, de 2 de ellos se derivan 2#10 que suben al poste **PF8** para alimentar sus proyectores, y siguen 3#6 hacia **CI_F9**.

Caja de Inspección CI_F9



Poste metálico PF9



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores #6 provenientes de **CI_F8**, uno de ellos hace cambio de calibre a #10, y de uno de los 2 restantes, se deriva otro #10 para que finalmente suban al poste **PF9** y alimenten sus proyectores. Siguen hacia el poste **PV4** 2 conductores #6.

Poste metálico PV4



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 2 conductores #6 provenientes de **CI_F9**, y al tener las mismas características que los postes **PV1**, **PV2** y **PV3**, los conductores deben hacer un cambio de calibre a #10 para alimentar los proyectores. No se encontró ninguna caja de inspección de este poste.

Caja de Inspección CI_C5

Caja de Inspección CI_C5



Poste metálico PF10



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores #6 y 2#10 provenientes de **CI_C4**. Los 2 conductores #10 suben al poste **PF10**, y los 3#6 van hacia la caja de inspección **CI_C6** para la alimentación del alumbrado público de la carretera.

4.4.3 CIRCUITO 2.3: ALUMBRADO PÚBLICO CARRETERA, Tramos TD_CM – 66, 66 – 69, 69 – 73, 73 – 76, 76 – 86, 76 - 91

Los elementos que componen este circuito de alimentación y sus imágenes son:

- Tablero de distribución trifásico **TD_CM**.
- Líneas de alimentación subterránea: 3#6 cu THW.
- Cajas de inspección **CI_C3, CI_C4, CI_C5, CI_C6, CI_C7, CI4 y CI5**.
- 13 postes de concreto de 8 metros de altura, con una carga de rotura de 510 kg.
- 1 poste metálico en base de concreto de 15 metros de altura.
- 3 lámparas tipo hongo bifásicas de mercurio de 150 W.
- 14 lámparas bifásicas de sodio de 70 W.
- 3 proyectores circulares bifásicos de 250 W.
- 9 proyectores rectangulares bifásicos de 250 W.

Tablero de Distribución TD_CM



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 4 conductores #4 THW cu 60°C y el #2 AWG desnudo de **CI_C2**. El #2 desnudo llega directamente a la barra de tierra, 1#4 (neutro) a la barra de neutro, y los otros 3#4 (fases) al totalizador de 80 A para luego ir a los barrajes. Del barraje de neutro y tierra, se derivan conductores para los tomacorrientes monofásicos que están en el mismo gabinete, y de los barrajes de fase, se derivan conductores para alimentar los tomacorrientes monofásicos y bifásicos, como también se derivan 9 conductores #6, de los cuales 3 se dirigen hacia **CI_C2** por el mismo ducto en que llegó la alimentación, y los otros 3#6 salen por el otro ducto hacia **CI_C3** para la alimentación del resto de canchas de microfútbol y el alumbrado público de la carretera.

Caja de Inspección CI_C3



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 6 conductores #6 THW cu 60°C provenientes del tablero de distribución TD_CM, de ellos se derivan 3 conductores de igual calibre que salen por un ducto hacia CI_F5, y por otro ducto salen los 6#6 que llegaron inicialmente hacia CI_C4.

Caja de Inspección CI_C4



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 6 conductores #6 provenientes de CI_C3, 3 de ellos se dirigen hacia la caja de inspección CI_F7 y de ellos se derivan 2#10 que van hacia la caja de inspección CI_C5 junto con los otros 3#6, por un mismo ducto.

Caja de Inspección CI_C5



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores #6 y 2#10 provenientes de CI_C4. Los 2 conductores #10 suben al poste PF10, y los 3#6 van hacia la caja de inspección CI_C6 para la alimentación del alumbrado público de la carretera.

Caja de Inspección CI_C6



Caja de Inspección CI_C7



Fuente: Autores.

Descripción CI_C6: Llegan 3 conductores #6 provenientes de **CI_C5**, y salen hacia **CI_C7**.

Descripción CI_C7: Llegan 3 conductores #6 provenientes de **CI_C6**, y salen hacia **PC9**.

Poste de concreto 8 m PC9, Retención



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 3 conductores #6 de cu provenientes de **CI_C7**, y se distribuyen en tres líneas doble de alimentación para alumbrado público de aluminio en el mismo calibre, mediante los conectores bimetálicos, hacia los postes **PC10**, **PC11** y **PC18**. De las líneas se derivan 2 conductores #10 para la alimentación de la lámpara.

Todas las lámparas y proyectores de alumbrado público y de seguridad de la carretera que se muestran a continuación son alimentados por la línea doble de calibre #6 (cada conductor), en el poste **PC22** termina un extremo del circuito, al igual que en la lámpara tipo hongo **PA6**. En el poste **PC17**, la línea deja de ser aérea y llega a la caja de inspección **CI4** en 2 conductores #12 cu THW, para el posterior suministro eléctrico de las lámparas tipo hongo **PA4**, **PA5** y **PA6**.

Poste metálico PC10, Retención



Poste de concreto 8 m PC11, Retención



Poste de concreto 8 m PC12, Paso



Poste de concreto 8 m PC13, Retención con templete



Poste de concreto 8 m PC14, Retención



Poste de concreto 8 m PC15, Retención



Poste de concreto 8 m PC16, Paso



Poste de concreto 8 m PC17, Retención



Poste de concreto 8 m PC18, Paso



Poste de concreto 8 m PC19, Paso



Poste de concreto 8 m PC20, Paso



Poste de concreto 8 m PC21, Paso



Poste de concreto 8 m PC22, Retención



Fuente: Autores.

Caja de Inspección CI4



Lámpara tipo hongo PA4



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 2 conductores #12 provenientes del poste **PC17**, de ellos se derivan 2#12 para la lámpara **PA4** y continúan hacia **CI5** los 2#12 que llegaron inicialmente.

Caja de Inspección CI5



Lámpara tipo hongo PA5



Fuente: Autores.

Descripción: Llegan 2 conductores #12 provenientes de **CI4**, de ellos se derivan 2#12 para la lámpara **PA5**, y continúan hacia la lámpara **PA6** los 2#12 que llegaron inicialmente.

Lámpara tipo hongo PA6



Fuente: Autores.

4.5 ALIMENTACIÓN ALUMBRADO DEL PARQUEADERO Y DE LA CARRETERA DEL COSTADO SUR

Para la alimentación del alumbrado del parqueadero y parte de la carretera del costado sur, se utilizan conductores 4#6 y 3#8 que salen directamente del lado de baja del transformador a la caja de inspección **CI B.T** y de ella a la caja de inspección **CI_GP**, de la cual se derivan 3 circuitos por igual número de ductos.

4.5.1 CIRCUITO 3.1: ALIMENTACIÓN DE LAS LÁMPARA TIPO HONGO DEL PARQUEADERO, Tramos 7 – 22, 22 – 31, 22 – 24, 24 – 26, 24 – 17, 17 – 20.

Los elementos que componen este circuito de alimentación del alumbrado y sus imágenes son:

- Líneas de alimentación subterránea: 3#8 cu THW de los cuales se derivan 3#10.
- Cajas de inspección **CI B.T**, **CI_GP**, **CI 7**, **CI 8**, **CI 9**, **CI 11**, **CI 13**, **CI 16**, **CI 17**, **CI 18**, **CI 19**, **CI 21**, **CI 22**, **CI 23**, **CI 24** y **CI 25**.
- 1 poste de concreto de 8 metros de altura, con una carga de rotura de 510 kg.
- 19 lámparas tipo hongo bifásicas de mercurio de 150 W.
- 2 proyectores circulares bifásicos de 250 W.
- 2 lámparas bifásicas de mercurio de 150 W (de techo).



Fuente: Autores.

Descripción CI B.T: Recibe los conductores de baja tensión del transformador por tres ductos diferentes (4#6 cu THW y 6#8 cu THW, 4#4 cu THW, 4#2 cu THW y 1#2 AWG desnudo). Estos conductores se dirigen a **CI B.T**, excepto los 4#6 y 3#8 que van a **CI_GP**.

Descripción CI_GP: Recibe los conductores 4#6 y 3#8 provenientes de **CI B.T** por un mismo ducto, los 4#6 se dirigen hacia la caja **CI 23** por un ducto. De los 3#8 se derivan 2#12 que van hacia la lámpara **PA25** por otro ducto, también se derivan 3#10 que se dirigen a **CI 7** por un tercer ducto, y finalmente hacen cambio de calibre a #10 para que lleguen a la caja de inspección **CI 26** y alimentar posteriormente el alumbrado del costado sur de la carretera.

Descripción PA25: Recibe 2 conductores #12 de la caja **CI_GP** para su alimentación.

Caja de Inspección CI 7



Lámpara tipo hongo PA 7



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI_GP**, de ellos se derivan 2#12 para la lámpara **PA7**, y siguen hacia **CI 8** los 3#10 que llegaron inicialmente.

Caja de Inspección CI 8



Lámpara tipo hongo PA 8



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI 7**, de ellos se derivan 2#12 que van a la lámpara **PA8** por un ducto, también se derivan 3#10 que van hacia la caja **CI16** por un segundo ducto, y los 3#10 que llegaron inicialmente, se dirigen hacia la caja **CI 9**.

Caja de Inspección CI 9



Lámpara tipo hongo PA 9



Lámpara tipo hongo PA 10



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI 8**, de ellos se derivan 2#12 para las lámparas **PA9** y **PA10**, y siguen hacia **CI11** los 3#10 que llegaron inicialmente.

Caja de Inspección CI 11



Lámpara tipo hongo PA 11



Lámpara tipo hongo PA 12



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI 9**, de ellos se derivan 2#12 para las lámparas **PA11** y **PA12**, y siguen hacia **CI13** los 3#10 que llegaron inicialmente.

Caja de Inspección CI 13



Lámpara tipo hongo PA 13



Lámpara tipo hongo PA 14



Lámpara tipo hongo PA 15



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI 11**, uno de ellos hace cambio de calibre a #12, y de los 2 restantes se deriva otro #12 para la lámpara **PA13**, de los dos #10 restantes se derivan 2#12 para la lámpara **PA14**, y finalmente siguen hacia la última lámpara de este lado del circuito **PA15** (2#10).

Caja de Inspección CI 16



Lámpara tipo hongo PA 16



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI 8**, de ellos se derivan 2#12 para la lámpara **PA16**, y siguen hacia **CI17** los 3#10 que llegaron inicialmente.

Caja de Inspección CI 17



Lámpara tipo hongo PA 17



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI 16**, de ellos se derivan 2#12 que van a la lámpara **PA17** por un ducto, también se derivan 3#10 que van hacia la caja **CI18** por un segundo ducto, y los 3#10 que llegaron inicialmente, se dirigen hacia la caja **CI 21**.

Caja de Inspección CI 18



Lámpara tipo hongo PA 18



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI 17**, de ellos se derivan 2#12 para la lámpara **PA18**, y siguen hacia **CI19** los 3#10 que llegaron inicialmente.

Caja de Inspección CI 19



Lámpara tipo hongo PA 19



Lámpara tipo hongo PA 20



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI 18**, de ellos se derivan: 2#12 para la lámpara **PA19**, luego realizan cambio de calibre y salen 3 #12, de ellos uno se deriva en otro #12 y así, finalmente van hacia la lámpara **PA20** 2#12 y hacia el parqueadero de motocicletas los otros 2#12 para la iluminación de este.

Para la iluminación del parqueadero de motos, llegan 2 conductores #12 desde la caja de inspección **CI 19** a un interruptor sencillo, y de éste salen los conductores que alimentarán las dos lámparas bifásicas de mercurio de 150 W.



Fuente: Autores.

Caja de Inspección CI 21



Lámpara tipo hongo PA 21



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI 17**, de ellos se derivan 2#12 para la lámpara **PA21**, y siguen hacia **CI22** los 3#10 que llegaron inicialmente.

Caja de Inspección CI 22



Lámpara tipo hongo PA 22



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI 21**, de ellos se derivan 2#12 para la lámpara **PA22**, y siguen hacia **CI23** los 3#10 que llegaron inicialmente.

Caja de Inspección CI 23



Lámpara tipo hongo PA 23



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI 22**, y 4 conductores #6 provenientes de la caja de inspección **CI_GP**. De los 3#10 se derivan 2#12 para la lámpara **PA23** por un ducto, y siguen hacia la caja **CI24** los 3#10 y los 4#6 que llegaron inicialmente por un mismo ducto.

Caja de Inspección CI 24



Lámpara tipo hongo PA 24



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe conductores 3#10 y 4#6 provenientes de la caja **CI 23**. Uno de los 3#10, hace cambio de calibre a #12 y de uno de los dos restantes se deriva otro #12 para que alimenten la lámpara **PA24** por un ducto, y luego salen los 2#10 hacia la caja de inspección **CI25** por un segundo ducto. Los 4#6 se dirigen hacia la portería de la carrera 30 para su alimentación eléctrica.

Caja de Inspección CI 25



Poste de concreto 8 m PC 23, Retención



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 2 conductores #10 provenientes de la caja **CI 24**, los cuales hacen cambio de calibre a #12, y suben al poste **PC23** para la alimentación de sus dos proyectores.

4.5.2 CIRCUITO 3.2: ALIMENTACIÓN DE LA PORTERÍA CARRERA 30, Tramos 7 – 16, 16 – 17, 17 – 19.

Los elementos que componen este circuito de alimentación y sus imágenes son:

- Líneas de alimentación subterránea: 4#6 cu THW.
- Cajas de inspección **CI B.T**, **CI_GP**, **CI23**, **CI24** y **CI Garita**.

Caja de Inspección CI B.T



Caja de Inspección CI_GP



Fuente: Autores.

Descripción CI B.T: Recibe los conductores de baja tensión del transformador por tres ductos diferentes (4#6 cu THW y 6#8 cu THW, 4#4 cu THW, 4#2 cu THW y 1#2 AWG desnudo). Estos conductores se dirigen a **CIB.T**, excepto los 4#6 y 3#8 que van a **CI_GP**.

Descripción CI_GP: Recibe los conductores 4#6 y 3#8 provenientes de **CI B.T** por un mismo ducto, los 4#6 se dirigen hacia la caja **CI23** por un ducto. De los 3#8 se derivan 2#12 que van hacia la lámpara **PA25** por otro ducto, también se derivan 3#10 que se dirigen a **CI 7** por un tercer ducto, y finalmente hacen cambio de calibre a #10 para que lleguen a la caja de inspección **CI 26** y alimentar posteriormente el alumbrado del costado sur de la carretera.

Caja de Inspección CI 23



Caja de Inspección CI 24



Fuente: Autores.

Descripción CI 23: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI 22**, y 4 conductores #6 provenientes de la caja de inspección **CI_GP**. De los 3#10 se derivan 2#12 para la lámpara **PA23** por un ducto, y siguen hacia la caja **CI24** los 3#10 y los 4#6 que llegaron inicialmente.

Descripción CI 24: Recibe conductores 3#10 y 4#6 provenientes de la caja **CI 23**. Uno de los 3#10, hace cambio de calibre a #12 y de uno de los dos restantes se deriva otro #12 para que alimenten la lámpara **PA24** por un ducto, y luego salen los 2#10 hacia la caja de inspección **CI25** por un segundo ducto. Los 4#6 se dirigen hacia la portería de la carrera 30 para su alimentación eléctrica.

4.5.3 CIRCUITO 3.3: ALIMENTACIÓN DE LÁMPARAS TIPO HONGO Y ALUMBRADO PUBLICO DEL COSTADO DE LA CARRETERA SUR, Tramos 7 – 8, 8 – 10, 10 – 11, 10 – 15.

Los elementos que componen este circuito de alimentación del alumbrado y sus imágenes son:

- Líneas de alimentación subterránea: 3#8 cu THW de los cuales se derivan 3#10.
- Cajas de inspección **CI B.T**, **CI_GP**, **CI 26**, **CI 27**, **CI 28** y **CI F**.
- Postes de concreto de 8 metros de altura, con una carga de rotura de 510 kg.
- 1 poste metálico de 8 metros.
- 2 lámparas tipo hongo bifásicas de mercurio de 150 W.
- 8 proyectores circulares bifásicos de 250 W.

Caja de Inspección **CI B.T**



Caja de Inspección **CI_GP**



Fuente: Autores.

Descripción CI B.T: Recibe los conductores de baja tensión del transformador por tres ductos diferentes (4#6 cu THW y 6#8 cu THW, 4#4 cu THW, 4#2 cu THW y 1#2 AWG desnudo). Estos conductores se dirigen a **CI B.T**, excepto los 4#6 y 3#8 que van a **CI_GP**.

Descripción CI_GP: Recibe los conductores 4#6 y 3#8 provenientes de **CI B.T** por un mismo ducto, los 4#6 se dirigen hacia la caja **CI23** por un ducto. De los 3#8 se derivan 2#12 que van hacia la lámpara **PA25** por otro ducto, también se derivan 3#10 que se dirigen a **CI 7** por un tercer ducto, y finalmente hacen cambio de calibre a #10 para que lleguen a la caja de inspección **CI 26** y alimentar posteriormente el alumbrado del costado sur de la carretera.

Caja de Inspección CI 26



Lámpara tipo hongo PA26



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 3 conductores #10 provenientes de la caja **CI_GP**, de ellos se derivan 2#12 para la lámpara **PA26**, y siguen hacia **CI27** los 3#10 que llegaron inicialmente.

Caja de Inspección CI 27



Caja de Inspección CI 28



Fuente: Autores.

Descripción CI 27: Recibe 3 conductores #10 provenientes de **CI26**, y siguen hacia **CI28**.

Descripción CI 28: Recibe 3 conductores #10 provenientes de **CI27**, de ellos se derivan 2#10 a la caja **CIF**, y suben al poste **PC24** los 3#10 que llegaron inicialmente.

Caja de Inspección CIF



Lámpara tipo hongo PAF



Fuente: Autores.

Descripción: Recibe 2 conductores #10 provenientes de la caja **CI28**, los cuales suben a la lámpara **PAF**.

La alimentación de los proyectores de alumbrado público y de seguridad que están en el costado de la carretera sur, se realiza mediante los 3 conductores #10 que vienen de la caja de inspección **CI28**, los cuales se convierten en 3 líneas aéreas. El final de este circuito es el poste metálico **PS1**.

Poste de concreto de 8 m PC24, Retención



Poste de concreto de 8 m PC25, Paso



Poste de concreto de 8 m PC26, Retención



Poste de metálico de 8 m PS1, Retención con templete



Fuente: Autores.

Las imágenes mostradas anteriormente corresponden a todos los circuitos que existen actualmente en las zonas deportivas de la **Universidad Industrial de Santander-UIS**. Todos estos circuitos están plasmados en el plano "**Levantamiento Eléctrico**" que se encuentra en los archivos anexos a este trabajo.

Como observación, se recomienda a la división de planta física de la universidad, que realice un mantenimiento periódico de las diferentes cajas de inspección, ya que muchas de ellas se encuentran sin tapa de protección, y a causa de esto, están bastante sucias por residuos sólidos, tierra y maleza, además, que reemplacen los conductores de algunos circuitos ya que se encuentran corroídos y podrían afectar su correcto funcionamiento.

5. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS PARA LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN DEPORTIVA [8], [27]

Para el diseño de las redes de alimentación de cada uno de los sistemas de iluminación que se propusieron en el capítulo 4, se tendrán presentes los lineamientos expuestos en las diferentes normas como el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050, el RETIE, ó la Norma para el Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA.

Para la alimentación de la iluminación de cada uno de los campos deportivos, se analizará la posible utilización de la subestación trifásica de 400 kVA la cual tiene una disponibilidad de unos 300 kVA según datos suministrados por la división de planta física, además en los barrajes que existen en ella, hay disponibilidad para la conexión de la acometida y sus respectivos dispositivos de protección y control.

5.1 DEFINICIÓN DE LAS RUTAS DE ALIMENTACIÓN Y UBICACIÓN DE LAS CÁJAS DE INSPECCIÓN

Las rutas de los diferentes circuitos de alimentación se trazaron con el fin de interrumpir en lo más mínimo los senderos peatonales y las red eléctrica existentes, para no alterar el transito normal de los usuarios por éstos espacios cuando sea ejecutado el presente proyecto. Se diseñaron para que tuvieran la menor distancia posible hasta cada tablero de distribución de los escenarios deportivos, para aminorar los costos de construcción y materiales, pero manteniendo las condiciones técnicas que se requieren para ello.

La ubicación de las cajas de inspección se realizó acorde a lo estipulado en el inciso **4.5.1** de la Norma ESSA, la cual dictamina que deben instalarse en tramos rectos a distancias no mayores a 40 [m] , y cuando se realice una curva de 90°. También se ubicarán en los puntos que existan derivaciones de la red subterránea a red aérea, esto para facilitar el cableado y la revisión periódica de los circuitos y el estado de los conductores. El tamaño de éstas cajas se definirá de acuerdo a lo estipulado por la NTC 2050, sección **370-28.1** (pág. 301), cuando se conozca el tamaño de la ductería que transportará las líneas eléctricas, o mediante la tabla **4.2** de la Norma ESSA (pág. 58). (*Ver Anexo DD*)

Con base a lo expuesto anteriormente, tenemos los resultados que se muestran en el plano adjunto “**Rutas de los Circuitos de Alimentación**”, donde se pueden ver por donde fueron trazados los circuitos de alimentación para la iluminación de cada una de las canchas, con las distancias pertinentes, la ubicación de las cajas de inspección y de los tableros de distribución.

5.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

Para el diseño de las redes eléctricas se tendrán presente los siguientes lineamientos y definiciones, dictaminados por los diferentes reglamentos.

5.2.1 CALCULO DE LA DEMANDA

Para el cálculo de la demanda de potencia de cada uno de los escenarios deportivos presentados, se tomará la potencia nominal que requiere cada uno de los proyectores y se le aplicará el factor de potencia que suministra el balastro, obteniendo una potencia aparente. Para determinar si la subestación localizada en el costado del edificio de la escuela de deportes puede suministrar la totalidad de la demanda, sumaremos la potencia de cada una de las canchas, combinando todas las posibilidades de diseño que puede escoger la universidad.

5.2.2 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

Los tableros de distribución son aquellos que alimentan los circuitos ramales, y a su vez, estos tableros de distribución se alimentan del tablero general de servicios ubicado en el cuarto eléctrico, que en nuestro caso, será el sitio donde se ubican los barrajes y tableros generales de distribución existentes en la subestación del coliseo.

Los tableros de distribución son trifásicos con puerta y cerradura con el fin de garantizar la seguridad de la instalación y los usuarios de esta, y estos se ubicarán en las vías de acceso que tienen cada uno de los escenarios deportivos, para ello se puede visualizar el plano adjunto “**Rutas de los Circuitos de Alimentación**”.

5.2.3 SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE FASE, NEUTRO Y TIERRA

Para la selección del conductor, se determinará la intensidad de corriente que requiere el alimentador de cada uno de los circuitos que se propongan en este trabajo. Para el conductor desde el lado de baja tensión del transformador hasta cada uno de los tableros de distribución, se debe tener presente que los proyectores tendrán una alimentación bifásica trifilar (F-F-T), pero para evitar el efecto estroboscópico se alimentarán haciendo rotación de fases, entonces hasta el tablero de distribución irán 3 fases y el conductor de tierra, y hasta cada lámpara irán 2 fases y tierra.

El cálculo de capacidad amperimétrica para los conductores que llegan a cada tablero de distribución se hará mediante la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser cargas continuas, se sobredimensiona un 25% la corriente nominal:

$$I = \frac{S_{Total-carga}}{\sqrt{3} \cdot V_L} \cdot 1,25\% [A]$$

Y para los conductores de cada uno de los circuitos ramales:

$$I = \frac{S_{carga-circuito}}{\sqrt{3} V_L} \cdot 1,25\% [A]$$

Aunque las lámparas tengan alimentación bifásica, cada circuito ramal se compone de tres conductores de fase (trifásico), los cuales hacen rotación en cada proyector para

mitigar el efecto estroboscópico. También, si se utilizan conductores en paralelo, el calibre mínimo permitido es el #1/0 de acuerdo a la sección **310-4** de la NTC 2050 (pág. 167).

Una vez estipulado cada uno de estos valores, se procederá a seleccionar el conductor apropiado de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), para la posterior verificación de la regulación de tensión. El conductor de tierra se escogerá a partir de la protección seleccionada para cada circuito, mediante la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140). **(Ver Anexo DD)**

Para seleccionar el calibre del conductor neutro, se tomarán los lineamientos expuestos en la sección **220-22** de la NTC 2050 (pág. 60) de la siguiente forma:

- Igual al de la fase, en caso de acometidas monofásicas bifilares.
- El 70% del amperaje de las fases, en el caso de acometidas trifásicas de cuatro hilos. (Para cargas lineales).
- Igual al 140% del amperaje de la fase, en caso de acometidas trifilares de un sistema monofásico de fase partida de tres hilos (120/240 V).
- Para sistemas trifásicos de baja tensión con cargas no lineales, el conductor de neutro debe ser dimensionado con por lo menos el 173% del área respecto de las fases.

5.2.3.1 REGULACION DE TENSION EN LA RED

Uno de los parámetros a tener en cuenta en el momento de dimensionar los conductores que forman parte de una instalación eléctrica, después de la capacidad de conducción de corriente, es el porcentaje de regulación o caída de tensión.

La caída de tensión en el conductor se origina debido a la resistencia eléctrica del conductor al paso de corriente. Esta resistencia disipa energía en forma de calor debido al efecto Joule, y depende de la longitud del circuito, el material, el calibre y la temperatura de operación del conductor de alimentación, y la configuración del circuito.

La expresión matemática que nos permite establecer el porcentaje de regulación es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2}$$

Donde:

M_E : Momento Electrico = $S l$, S : Potencia aparente de la carga en [kVA], l : Longitud del circuito

V_L : Voltaje de línea.

K_G : Constante de regulación generalizada del conductor, a F_p de la carga. (Tabla 3.25 Norma ESSA). **(Ver Anexo DD)**

F_s : Factor de corrección para circuitos no trifásicos. (Tabla 3.26 Norma ESSA). **(Ver Anexo DD)**

El criterio de regulación expuesto en los incisos **210-19** y **215-2** de la NTC 2050 (pág. 41 y 51), establece que los conductores de los circuitos ramales deben evitar una caída de tensión superior al 3% en las salidas más lejanas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas, y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos del alimentador y ramal hasta la salida más lejana no supere al 5%. Esto podría ser un porcentaje del 3% hasta cada tablero de distribución desde el tablero general, y 2% desde los tableros de distribución hasta el aparato de potencia más distante, pero en cualquier caso el total debe ser del 5%.

Generalmente la regulación de tensión con el conductor escogido por el criterio de capacidad amperimétrica no cumplirá con la regulación exigida, por lo que se deberá calcular la constante de regulación generalizada de los conductores K_G . Hallado éste valor (teniendo presente el factor de potencia de la carga), se establece el conductor que cumpla con este valor o con un valor inmediatamente inferior.

Cuando se halla definido el calibre y número de conductores que serán transportados por un mismo ducto, se establecerá si se debe utilizar el factor de ajuste por número de transportadores de corriente, presentados en la **nota 8** de las tablas **310-16** a **310-19** de la NTC 2050 (pág. 188). También, la instalación será realizada en la ciudad de Bucaramanga, y de acuerdo al **IDEAM**, ésta tiene una temperatura ambiente promedio entre 25°C y 26°C, así que se tomará una temperatura de 26°C, con la que no es necesaria aplicar el factor de corrección por temperatura mostrado en la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182). Luego de éste proceso, si podremos determinar cuál es el calibre necesario para cada circuito. (**Ver Anexo DD**)

5.2.4 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES

La función de las protecciones es la de evitar o limitar los daños provocados por la circulación de sobrecorrientes a través de los circuitos, para determinar las protecciones de cada uno de los circuitos, consideramos lo expresado en la sección **240** de la NTC 2050 (pág. 91 a 105), y lo consignado en las secciones **210-3** y **210-23.d** de la NTC 2050 (pág. 35 y 45 respectivamente), en donde se dictamina que la protección de sobrecorriente máxima permitida en sistemas de alumbrado es de 50 A.

5.2.5 SELECCIÓN DE LAS DUCTERÍAS

Para determinar el tamaño de las ducterías de los diferentes circuitos, se tuvieron presente las siguientes premisas: (**Ver Anexo DD**)

- El **factor de relleno F_C** , es de 0,4 para todos los tramos de ductería que componen cada uno de las redes de alimentación, ya que siempre hay más de **dos (2)** conductores, conforme a lo establecido en la **tabla 1** del **capítulo 9**, **página 915** de la **NTC 2050**.
- Las áreas de los distintos conductores que componen el sistema, vienen dadas en la **tabla 5 (continuación)** del **capítulo 9**, **página 921** de la **NTC 2050**, de la

columna “**Sección aproximada Total [mm²]**”, considerando el área del cobre más su asilamiento.

- El tamaño del tubo a escoger, se tomó de la **tabla 4 (Final)**, del **capítulo 9, página 919** de la **NTC 2050**, considerando en la parte del “**Tubo Conduit de PVC Rígido, Schedule 80**”, la columna “**Sección Total 100%, mm²**”.

5.3 DISEÑOS ELÉCTRICOS

Como se realizaron varios diseños para que la universidad tenga una mayor disponibilidad de acuerdo a sus necesidades inmediatas, la carga total que deberá ser alimentada será la obtenida de cada una de las posibilidades que sea escogida.

En los siguientes cálculos, se determinará la carga máxima de cada una de las opciones de ejecución de los diseños lumínicos, tomando el número total de luminarias de cada escenario deportivo, y en aquellos que existen dos deportes en el mismo espacio, se eligió aquel que requiere una mayor cantidad de proyectores (como en la cancha de Softball y Rugby). En el caso de la pista atlética y la cancha 1° de marzo, se pueden practicar ambas disciplinas al mismo tiempo con las siguientes condiciones:

- Se puede competir en fútbol y entrenar en atletismo, ya que cualquier balón que ingrese a la pista atlética no afectará el desarrollo del entrenamiento.
- Se puede entrenar en ambos deportes, ya que ninguno afecta la práctica del otro.
- Mientras se esté compitiendo en la pista atlética no se puede utilizar la cancha de fútbol (tanto en competición como entrenamiento), ya que cualquier balón que ingrese a la pista podría afectar el correcto desempeño de un corredor.

También, la potencia que toma cada una de las lámparas de acuerdo al balastro que se utilizará (**Ver Anexo 1**), es de:

$$P_{Nominal-Lámpara} = 2000[W] \quad , \quad FP_{balastro} = 0,9 \quad , \quad I_{balastro} = 5,1 [A] \quad \rightarrow \quad V_{diseño} = 440 [V]$$

$$P_{TOTAL (Lámpara+Balastro)} = V_{diseño} \cdot I_{balastro} = 440 \cdot (5,1) = 2244 [VA]$$

Con este orden de ideas, tenemos las siguientes opciones de ejecución:

- **Opción 1:**

Cancha 1° de Marzo Clase III	: 80 luminarias x 2244 [VA] = 179,520 [kVA]
Softball (Rugby Normal)	: 48 luminarias x 2244 [VA] = 107,712 [kVA]
Cancha Sur	: 40 luminarias x 2244 [VA] = 89,760 [kVA]
Atletismo (Clase. III) Entre/to.	: 15 luminarias x 2244 [VA] = 33,660 [kVA]

Carga Máxima = 410,652 [kVA]

- **Opción 2:**

Cancha 1° de Marzo Clase III	: 80 luminarias x 2244 [VA] = 179,520 [kVA]
Softball (Rugby Corrida)	: 56 luminarias x 2244 [VA] = 125,664 [kVA]
Cancha Sur	: 40 luminarias x 2244 [VA] = 89,760 [kVA]
Atletismo (Clase. III) Entre/to.	: 15 luminarias x 2244 [VA] = 33,660 [kVA]

Carga Máxima = 428,604 [kVA]

- **Opción 3:**

Cancha 1° de Marzo Clase II	: 64 luminarias x 2244 [VA] = 143,616 [kVA]
Softball (Rugby Normal)	: 48 luminarias x 2244 [VA] = 107,712 [kVA]
Cancha Sur	: 40 luminarias x 2244 [VA] = 89,760 [kVA]
Atletismo (Clase. II) Entre/to.	: 11 luminarias x 2244 [VA] = 24,684 [kVA]

Carga Máxima = 365,772 [kVA]

- **Opción 4:**

Cancha 1° de Marzo Clase II	: 64 luminarias x 2244 [VA] = 143,616 [kVA]
Softball (Rugby Corrida)	: 56 luminarias x 2244 [VA] = 125,664 [kVA]
Cancha Sur	: 40 luminarias x 2244 [VA] = 89,760 [kVA]
Atletismo (Clase. II) Entre/to.	: 11 luminarias x 2244 [VA] = 24,684 [kVA]

Carga Máxima = 383,724 [kVA]

En cualquiera de las opciones que tendrá la universidad, la carga máxima que debe ser alimentada supera la disponibilidad de la subestación del coliseo, por lo que se implementará un nuevo transformador ubicado detrás de la cafetería de deportes junto al edificio de residencias, el cual será alimentado de la línea de media tensión de 13,2 kV que actualmente se sitúa por la carrera 30, con previa autorización de la electrificadora de Santander ESSA.

En la ubicación de éste nuevo transformador se tuvo en cuenta los proyectos de expansión de la universidad (ampliación y remodelación de residencias universitarias), y en carta escrita otorgada por la división de planta física, queda plasmado que no hay ningún inconveniente en utilizar dicho espacio para éste propósito, al igual que en el posicionamiento del tablero de distribución para la cancha 1° de marzo, arriba de las graderías existentes en este escenario. (***Ver plano de rutas de los circuitos de alimentación***).

La carga de la cancha 1° de Marzo será alimentada en su totalidad por el nuevo transformador, el cual será de 225 kVA, ya que sea cual sea la opción elegida por la universidad, ésta debe suministrar la carga requerida sin ningún inconveniente, y se dejará una disponibilidad mínima de 11,5 kVA (Opción clase III) y máxima de 56,5 kVA (Opción clase II), para abastecer futuras instalaciones.

La tensión de alimentación de la carga será de 440 V (F-F), para obtener calibres de conductores con menor sección transversal y disminuir los costos económicos, además se utilizarán conductores a 60 °C (#14 a #1) para corrientes nominales menores a 100 [A], y conductores a 75°C (> a #1/0) para corrientes nominales mayores a 100 [A].

En los diseños de las redes eléctricas que se mostrarán a continuación, se hizo rotación de fase en cada proyector, para mitigar el efecto estroboscópico, se balancearon las cargas para tener un desbalance bajo, y se analizó que ruta de alimentación era mejor tanto técnica como económicamente para los circuitos de entrenamiento y competición. El porcentaje de regulación se tomará inicialmente del 2,1% desde el tablero general de acometidas hasta el tablero de distribución de cada escenario deportivo, y del 2,9% desde el tablero de cada cancha hasta el proyector más lejano, para cumplir con el 5% exigido por la norma NTC 2050.

La profundidad de enterramiento de los conductores de las diferentes redes eléctricas en baja tensión, se tomó de 45 centímetros de acuerdo a la tabla **300-5** de la NTC 2050 (pág. 154), y la altura de los tableros de distribución será de 1,40 metros de acuerdo al inciso **3.1.4** de la Norma de la ESSA (pág. 32).

5.3.1 REDES ELECTRICAS: CANCHA SUR

La carga total de este escenario debida a los proyectores utilizados para su iluminación es:

$$S_{C-sur} = 40 \text{ proyectores} \times 2244 \text{ [VA]} = 89,760 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero general de acometidas hasta el tablero de distribución de este escenario serían:

$$I_{C-sur} = \frac{S_{C-sur}}{\sqrt{3} V_L} = \frac{89760}{\sqrt{3} \times 440} = 117,7794 \text{ [A]} \rightarrow I_{C-sur} \cdot 1,25\% = 147,2243 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #1/0 AWG cu THW a 75°C, el cual tiene una capacidad nominal de 150 [A], y un valor de K_G de 38,1696 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito de acometida se escoge de 3 x 150 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para este tramo se determinó que debía ser menor al 2,1%. La distancia desde el tablero general de acometidas hasta el tablero de distribución de esta cancha es: (**Ver plano Rutas de los circuitos de alimentación**).

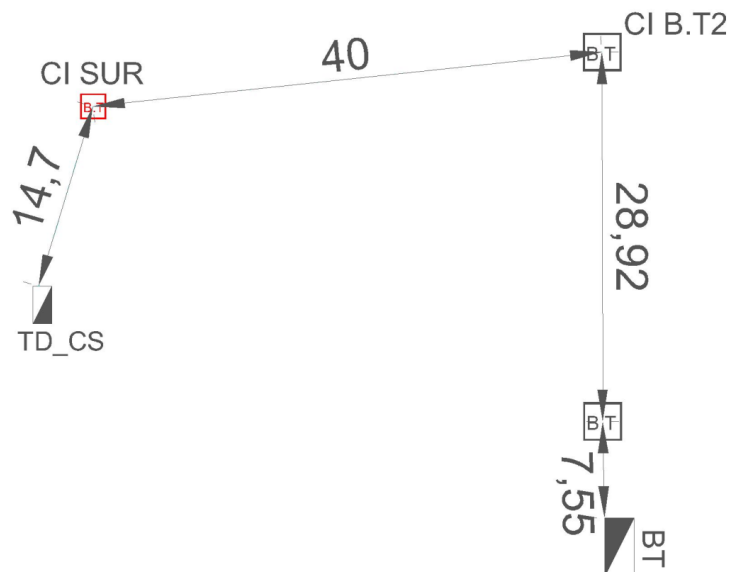


Fig. 75 Distancias y Canalización Para la Cancha Sur Desde la S.E. COLISEO.
Fuente: Autores.

$$distancia - total - CS = h_{T-D-G} + 2 \cdot h_{enterramiento} + l_{total\ cto} + h_{T-D-Cancha\ SUR}$$

Donde:

- h_{T-D-G} : Altura del tablero de distribución general = 1,4 [m]
- $h_{enterramiento}$: Profundidad de enterramiento de los conductores = 0,45 [m]
- $l_{total\ cto}$: Longitud total del circuito = 7,55 + 28,92 + 40 + 14,7 = 91,17 [m]
- $h_{T-D-Cancha\ SUR}$: Altura del tablero de distribución de la cancha sur = 1,4 [m]

$$distancia - total - CS = 1,4 + 0,45 + 91,17 + 0,45 + 1,4 = 94,87 [m]$$

Entonces el momento eléctrico M_E es:

$$M_E = S_{C-sur} \times distancia - total - CS = 89,760 \times 94,87 = 8515,5312 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser un circuito trifásico, el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{38,1696 \cdot (8515,5312) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,6789\%$$

Entonces por capacidad amperimétrica y regulación de tensión, se selecciona para las fases el conductor **#1/0 AWG cu THW a 75°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#6 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que se encuentra en los rangos de 100 y 200 [A] de los dispositivos de protección.

El ducto para este tramo (desde el tablero general hasta el tablero de la cancha sur), tomando el área total del conductor de la **tabla 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 921) será:

Conductor cu THW	1/0 AWG	6 AWG
Fases	3	---
Neutro	---	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	143,4	46,8

$$A_{Tubo} = \frac{3(143,4) + 1(46,8)}{0,4} = 1192,5 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 2"**, **(dos pulgadas)**.

Para el cálculo de los conductores de los circuitos de competición y entrenamiento, se tomaron dos rutas, para analizar cual ofrece menores calibres y costos económicos más bajos.

5.3.1.1 RUTA 1: "Ver plano Canalizaciones CANCHA SUR"

Con esta ruta se abastecen las luminarias destinadas a la competición y el entrenamiento, mediante cuatro circuitos diferentes. En la siguiente figura se observan las distancias desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta cada uno de los postes con esta ruta:

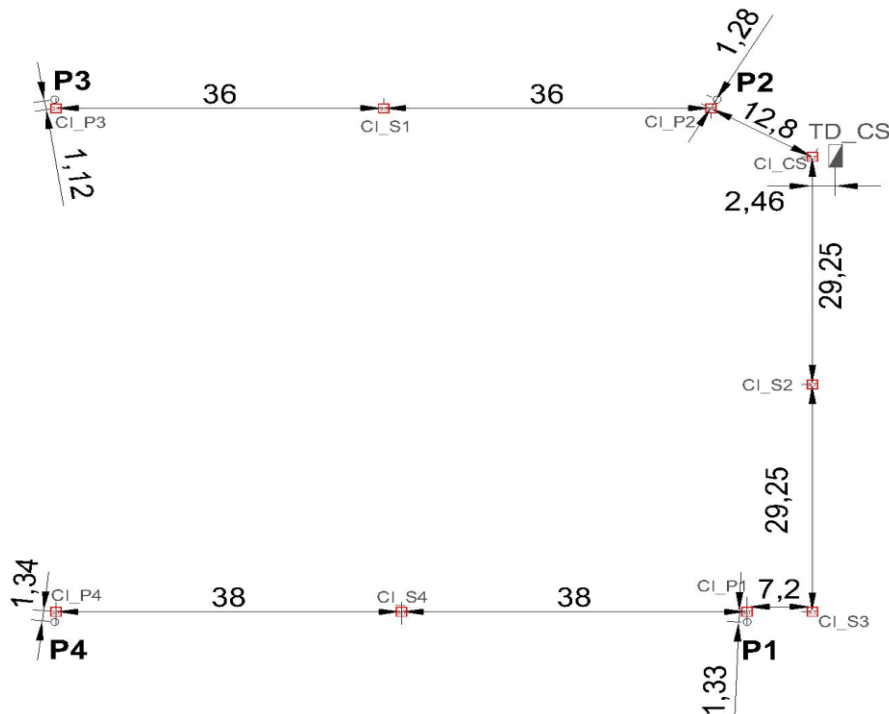


Fig. 76 Distancias Canalización Cancha Sur, Ruta 1

Fuente: Autores.

Tanto en el circuito de competición como en el de entrenamiento, la ruta es la que se muestra anteriormente, pero como del tablero de distribución se derivan los ramales para los cuatro postes por ductos diferentes, se tendrán cuatro ductos saliendo de éste a la caja de inspección **CI_CS** (dos para competición y dos para entrenamiento), los cuales transportan dos circuitos de competición y dos de entrenamiento, y de ésta caja se derivan cuatro ductos, dos hacia la caja **CI_P2** y dos hacia **CI_S2**, con un circuito de competición y entrenamiento respectivamente.

En los circuitos de competición se alimentarán un total de 17 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L1, P1L3, P1L5, P1L7, P1L9.
- **Poste 2:** P2L1, P2L4, P2L8, P2L10.
- **Poste 3:** P3L1, P3L3, P3L5, P3L7.
- **Poste 4:** P4L1, P4L4, P4L8, P4L10.

5.3.1.1.1 CIRCUITO 1, COMPETICIÓN CANCHA SUR: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P2 Y P3.

En el primer circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P2** y **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto1} = 8 \times 2244 = 17,952 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto1} = \frac{S_{cto1}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{17952}{\sqrt{3}(440)} = 23,5559 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto1} \cdot 1,25\% = 29,4449 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], y un valor de K_G de 337,154 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 30 [A], de acuerdo a la nota de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), y a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 1,68%, tenemos un valor máximo permitido de 3,3% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 1 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L1**) es:

$$M_E - Cto1 = [1x(0,9 + 0,9) + 2x(0,45) + 3x(0,9) + 4x(23,4 + 0,45 + 1,12 + 36 + 36) + 8x(12,8 + 2,46 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 1189,6790 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{337,154 \cdot (1189,6790) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,0718\%$$

Entonces por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#10 AWG cu TW a 75°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada fue de 30 [A].

El ducto para el circuito 1 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el poste **P3** de la cancha sur), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	10 AWG
Fases	3
Tierra	1
Área del Conductor	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(15,7) + 1(15,7)}{0,4} = 157 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 3/4"**, (tres cuartos de pulgada).

5.3.1.1.2 CIRCUITO 2, COMPETICIÓN CANCHA SUR: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P1 Y P4.

En el segundo circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P1** y **P4**) se consume una carga de:

$$S_{cto2} = 9 x 2244 = 20,196 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P4) serían:

$$I_{cto2} = \frac{S_{cto2}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{20196}{\sqrt{3}(440)} = 26,5004 [A] \rightarrow I_{cto2} \cdot 1,25\% = 33,1255 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad

nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 40 [A], de acuerdo a la nota de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 1,68%, tenemos un valor máximo permitido de 3,3% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 2 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P4**, la luminaria **L1**) es:

$$M_E - Cto2 = [1x(0,9 + 0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 4x(23,4 + 0,45 + 1,34 + 38 + 38) + 9x(7,2 + 29,25 + 29,25 + 2,46 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 2331,2916 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (2331,2916) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,6204\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección es de 40 [A].

El ducto para el circuito 2 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el poste **P4** de la cancha sur), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	8 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 250,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 3/4"**, (tres cuartos de pulgada).

En los circuitos de entrenamiento se alimentarán un total de 23 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L2, P1L4, P1L6, P1L8, P1L10.
- **Poste 2:** P2L2, P2L3, P2L5, P2L6, P2L7, P2L9.
- **Poste 3:** P3L2, P3L4, P3L6, P3L8, P3L9, P3L10.
- **Poste 4:** P4L2, P4L3, P4L5, P4L6, P4L7, P4L9.

5.3.1.1.3 CIRCUITO 3, ENTRENAMIENTO CANCHA SUR: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P2 Y P3.

En el primer circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P2** y **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto3} = 12 \times 2244 = 26,928 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto3} = \frac{S_{cto3}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{26928}{\sqrt{3}(440)} = 35,3338 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto3} \cdot 1,25\% = 44,1673 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito de acometida se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 1,68%, tenemos un valor máximo permitido de 3,3% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 3 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L6**) es:

$$M_E - Cto3 = [1x(0,9 + 0,9) + 2x(0,45) + 3x(0,9) + 6x(23,4 + 0,45 + 1,12 + 36 + 36) + 12x(12,8 + 2,46 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 1778,45976 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (1778,45976) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,2756\%$$

Entonces por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada fue de 50 [A].

El ducto para el circuito 3 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el poste **P3** de la cancha sur), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 390,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1", (una pulgada)**.

5.3.1.1.4 CIRCUITO 4, ENTRENAMIENTO CANCHA SUR: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P1 Y P4.

En el segundo circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P1** y **P4**) se consume una carga de:

$$S_{cto 4} = 11 \times 2244 = 24,684 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P4) serían:

$$I_{cto 4} = \frac{S_{cto 4}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{24684}{\sqrt{3} (440)} = 32,3893 [A] \rightarrow I_{cto 4} \cdot 1,25\% = 40,4867 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 1,68%, tenemos un valor máximo permitido de 3,3% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 4 (desde el tablero

de distribución **TD_CS** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P4**, la luminaria **L6**) es:

$$M_E - Cto4 = [1x(0,9) + 2x(0,9 + 0,45) + 4x(0,9) + 6x(23,4 + 0,45 + 1,34 + 38 + 38) + 11x(7,2 + 29,25 + 29,25 + 2,46 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 3107,94 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_s es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (3107,94) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,2291\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para el circuito 4 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el poste **P4** de la cancha sur), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 390,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1"**, **(una pulgada)**.

El cuadro de carga para esta red se presenta en el **Anexo EE**.

5.3.1.2 RUTA 2: "Ver plano Canalizaciones CANCHA SUR"

Con esta ruta se abastecen las luminarias destinadas a la competición y el entrenamiento, mediante cinco circuitos diferentes, con el fin de no superar la protección máxima permitida de 50 [A] que se logra alimentando hasta 13 lámparas. En la siguiente figura se observan las distancias desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta cada uno de los postes con esta ruta:

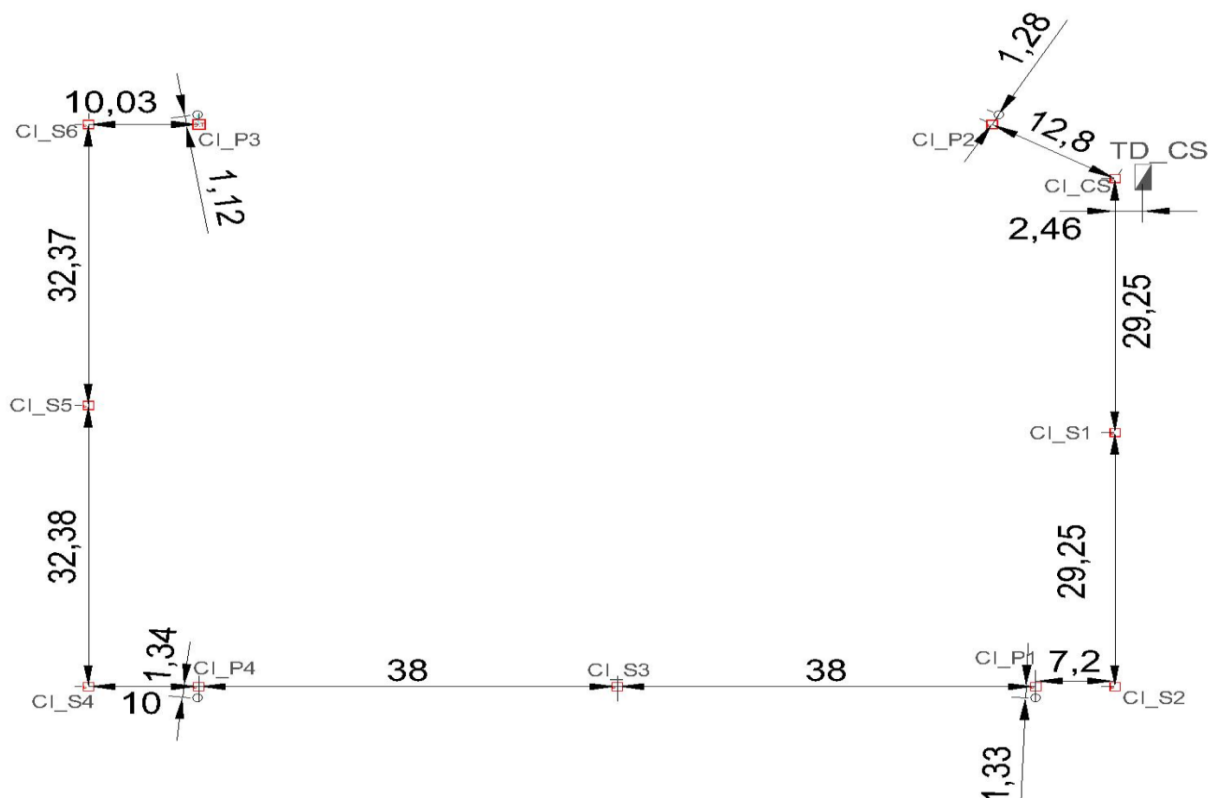


Fig. 77 Distancias Canalización Cancha Sur, Ruta 2
Fuente: Autores.

Tanto en el circuito de competición como en el de entrenamiento, la ruta es la que se muestra anteriormente, pero como del tablero de distribución se derivan los ramales para los cuatro postes, se tendrán cuatro ductos saliendo de éste a la caja de inspección **CI_CS**, los cuales transportan dos circuitos de competición y tres de entrenamiento, y de ésta caja se derivan cuatro ductos, uno hacia la caja **CI_P2** y tres hacia **CI_S1**, con los circuitos de competición y entrenamiento respectivamente.

En los circuitos de competición se alimentarán un total de 17 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L1, P1L3, P1L5, P1L7, P1L9.
- **Poste 2:** P2L1, P2L4, P2L8, P2L10.
- **Poste 3:** P3L1, P3L3, P3L5, P3L7.
- **Poste 4:** P4L1, P4L4, P4L8, P4L10.

5.3.1.2.1 CIRCUITO 1, COMPETICIÓN CANCHA SUR: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P2.

En el primer circuito de competición (alimentación de las luminarias del poste **P2**) se consume una carga de:

$$S_{cto1} = 4 \times 2244 = 8,976 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P2) serían:

$$I_{cto1} = \frac{S_{cto1}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{8976}{\sqrt{3}(440)} = 11,7779 [A] \rightarrow I_{cto1} \cdot 1,25\% = 14,7224 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], pero teniendo en cuenta que hasta el poste **P2** por el mismo ducto van 6 conductores (de los circuitos de competición y entrenamiento), se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#14} \times F_{C-\#} = 20 \times 0,8 = 16 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente es mayor a la calculada para el circuito, elegimos por ampacidad el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], y un valor de K_G de 842,141 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 15 [A], de acuerdo a la nota de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), y a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 1,68%, tenemos un valor máximo permitido de 3,3% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 1 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P2**, la luminaria **L1**) es:

$$M_E - Cto1 = [1x(0,9 + 0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 4x(23,4 + 0,45 + 1,28 + 12,8 + 2,46 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 388,2344 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (388,2344) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,6888\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#14 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#14 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 15 [A], y como este conductor será compartido, se utilizará el del circuito 3.

El ducto para el circuito 1 se calculará una vez se conozcan los conductores del circuito 3.

5.3.1.2.2 CIRCUITO 2, COMPETICIÓN CANCHA SUR: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P1, P4 Y P3.

En el segundo circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P1**, **P4** y **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto2} = 13 \times 22443 = 29,172 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto2} = \frac{S_{cto2}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{29,172}{\sqrt{3}(440)} = 38,2783 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto2} \cdot 1,25\% = 47,8479 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 1,68%, tenemos un valor máximo permitido de 3,3% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 2 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L1**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto2 &= [1x(0,9 + 0,9) + 2x(0,45) + 3x(0,9) \\ &+ 4x(23,4 + 0,45 + 1,12 + 10,03 + 32,37 + 32,38 + 10) + 8x(38 + 38) \\ &+ 13x(7,2 + 29,25 + 29,25 + 2,46 + 0,45 + 1,4)]x2244 \\ &= 4403,91732 \text{ [kVA - m]} \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_s es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (4403,91732) \cdot (1)}{(440)^2} = 3,1586\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para el circuito 2 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el poste **P3** de la cancha sur), tomando el área total del conductor de la **tabla 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 390,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1"**, (una pulgada).

En los circuitos de entrenamiento se alimentarán un total de 23 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L2, P1L4, P1L6, P1L8, P1L10.
- **Poste 2:** P2L2, P2L3, P2L5, P2L6, P2L7, P2L9.
- **Poste 3:** P3L2, P3L4, P3L6, P3L8, P3L9, P3L10.
- **Poste 4:** P4L2, P4L3, P4L5, P4L6, P4L7, P4L9.

5.3.1.2.3 CIRCUITO 3, ENTRENAMIENTO CANCHA SUR: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P2.

En el primer circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias del poste **P2**) se consume una carga de:

$$S_{cto3} = 6 \times 2244 = 13,464 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P2) serían:

$$I_{cto3} = \frac{S_{cto3}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{13464}{\sqrt{3}(440)} = 17,6669 [A] \rightarrow I_{cto3} \cdot 1,25\% = 22,0836 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #12 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 25 [A], pero teniendo en cuenta que hasta el poste **P2** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#12} \times F_{C-\#} = 25 \times 0,8 = 20 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#12 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#10} \times F_{C-\#} = 30 \times 0,8 = 24 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, pero como la protección comercial es de 25 [A], se debe escoger un conductor que tenga la capacidad de transportar una mayor cantidad de corriente, por lo que seleccionamos el #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 25 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 1,68%, tenemos un valor máximo permitido de 3,3% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 3 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P2**, la luminaria **L6**) es:

$$M_E - Cto3 = [1x(0,9) + 2x(0,9 + 0,45) + 4x(0,9) + 6x(23,4 + 0,45 + 1,28 + 12,8 + 2,46 + 0,45 + 1,4)]x2223 = 584,8762 [kVA]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_s es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (584,8762) \cdot (1)}{(440)^2} = 0,6574\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 25 [A].

Como ya conocemos los conductores de los circuitos 1 y 3, el ducto necesario para transportarlos (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el poste **P2** de la cancha sur), tomando el área total del conductor de la **tabla 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 921) será:

Conductor cu TW	14 AWG	10 AWG	8 AWG
Fases	3	---	3
Tierra	---	1	---
Área del Conductor	8,9	15,7	28,2

$$A_{Tubo} = \frac{3(8,9) + 1(15,7) + 3(28,2)}{0,4} = 317,5 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1"**, (una pulgada).

5.3.1.2.4 CIRCUITO 4, ENTRENAMIENTO CANCHA SUR: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P1 Y P4.

En el segundo circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P1** y **P4**) se consume una carga de:

$$S_{cto4} = 11 \times 2244 = 24,684 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P4) serían:

$$I_{cto4} = \frac{S_{cto4}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{24684}{\sqrt{3}(440)} = 32,3893 [A] \rightarrow I_{cto4} \cdot 1,25\% = 40,4867 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge inicialmente de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 1,68%, tenemos un valor máximo permitido de 3,3% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 4 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P4**, la luminaria **L1**) es:

$$M_E - Cto4 = [1x(0,9) + 2x(0,9 + 0,45) + 4x(0,9) + 6x(23,4 + 0,45 + 1,34 + 38 + 38) + 11x(7,2 + 29,25 + 29,25 + 2,46 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 3106,7058 [kVA]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (3106,7058) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,2282\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona

el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para el circuito 4 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el poste **P4** de la cancha sur), tomando el área total del conductor de la **tabla 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 921) será:

Conductor cu TW	10 AWG	6 AWG
Fases	---	3
Tierra	1	---
Área del Conductor	15,7	46,8

$$A_{Tubo} = \frac{1(15,7) + 3(46,8)}{0,4} = 390,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1"**, (una pulgada).

5.3.1.2.5 CIRCUITO 5, ENTRENAMIENTO CANCHA SUR: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P3.

En el tercer circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias del poste **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto5} = 6 \times 2244 = 13,464 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto5} = \frac{S_{cto5}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{13464}{\sqrt{3}(440)} = 17,6669 [A] \rightarrow I_{cto5} \cdot 1,25\% = 22,0836 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#12 AWG cu TW** a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 25 [A], y un valor de K_G de 532,18 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 25 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 1,68%, tenemos un valor máximo permitido de 3,3% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 5 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L6**) es:

$$M_E - Cto4 = [1x(0,9 + 0,9) + 2x(0,45) + 3x(0,9) + 6x(23,4 + 0,45 + 1,12 + 32,37 + 32,38 + 10 + 38 + 38 + 7,2 + 29,25 + 29,25 + 2,46 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 3320,6263 [kVA]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{532,18 \cdot (3320,6263) \cdot (1)}{(440)^2} = 9,1279\%$$

Como no se cumple con el criterio de regulación, calculamos la constante de regulación K_G que provea una regulación menor al **3,3%**:

$$K_G = \frac{\delta\% V_L^2}{M_E F_S} = \frac{(3,3) \cdot (440)^2}{(3320,6263) \cdot (1)} = 192,3974$$

Para este valor de K_G , sirve de la tabla **3,25** de la Norma ESSA (pág. 49) el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado), así que comprobamos la regulación con éste nuevo conductor:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (3320,6263) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,3816\%$$

→ *Cumple con la regulación.*

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 25 [A].

El ducto para el circuito 5 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el poste **P3** de la cancha sur), tomando el área total del conductor de la **tabla 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 921) será:

Conductor cu TW	10 AWG	6 AWG
Fases	---	3
Tierra	1	---
Área del Conductor	15,7	46,8

$$A_{Tubo} = \frac{1(15,7) + 3(46,8)}{0,4} = 390,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1", (una pulgada)**. El cuadro de carga para esta red se presenta en el **Anexo EE**.

5.3.1.3 SELECCIÓN ENTRE LAS 2 RUTAS PROPUESTAS

Para seleccionar la canalización entre las 2 rutas propuestas anteriormente, se evaluarán los costos económicos que se requieren para su implementación y se escogerá aquella que permita su implementación con menos recursos financieros.

Para facilitar este análisis, solo se evaluarán los costos de los conductores que se requieren en cada una de las canalizaciones, ya que los ductos en ambas rutas alcanzan a tener características similares en cuanto al tamaño en pulgadas, y lo que respecta a las cajas de inspección, en la **ruta 2** se requieren 2 más que en la **ruta 1**. Los precios de los conductores de cu se tomaron del catálogo de la empresa "FACELEC" publicado en febrero del 2012 (**Ver Anexo FF**).

5.3.1.3.1 COSTOS ECONÓMICOS RUTA 1

- **Circuito 1, Competición.**

La longitud desde el tablero de distribución TD_CS hasta la cima de los postes **P2** y **P3** es:

$$l_{cto 1} = 1,4 + 0,45 + 2,46 + 12,8 + (1,28 + 0,45 + 24,3) + 36 + 36 + (1,12 + 0,45 + 24,3) \\ = 141,01 \text{ [m]}$$

Este circuito transporta 4 conductores #10 cu AWG TW a 60°C, el cual tiene un precio por metro de \$2.079, por lo que tendríamos un precio de:

$$Costo_{cto 1} = 141,01 \cdot (4) \cdot (2079) = \$1'172.639,16$$

- **Circuito 2, Competición.**

La longitud desde el tablero de distribución TD_CS hasta la cima de los postes **P1** y **P4** es:

$$l_{cto 2} = 1,4 + 0,45 + 2,46 + 29,25 + 29,25 + 7,2 + (1,33 + 0,45 + 24,3) + 38 + 38 \\ + (1,34 + 0,45 + 24,3) = 198,18 \text{ [m]}$$

Este circuito transporta 3 conductores #8 y 1#10 cu AWG TW a 60°C, los cuales tiene un precio por metro de \$3.925 y \$2.079 respectivamente, por lo que tendríamos un precio de:

$$Costo_{cto 2} = 198,18 \cdot [3 \cdot (3925) + 1 \cdot (2079)] = \$2'745.585,72$$

- **Circuito 3, Entrenamiento.**

La longitud desde el tablero de distribución TD_CS hasta la cima de los postes **P2** y **P3** es la misma del circuito 1:

$$l_{cto3} = 141,01 \text{ [m]}$$

Este circuito transporta 3 conductores #6 y 1#10 cu AWG TW a 60°C, los cuales tiene un precio por metro de \$6.047 y \$2.079, por lo que tendríamos un precio de:

$$Costo_{cto3} = 141,01 \cdot [3 \cdot (6047) + 1 \cdot (2079)] = \$2'851.222,2$$

- **Circuito 4, Entrenamiento.**

La longitud desde el tablero de distribución TD_CS hasta la cima de los postes **P1** y **P4** es la misma del circuito 2:

$$l_{cto4} = 198,18 \text{ [m]}$$

Este circuito transporta 3 conductores #6 y 1#10 cu AWG TW a 60°C, los cuales tiene un precio por metro de \$6.047 y \$2.079, por lo que tendríamos un precio de:

$$Costo_{cto4} = 198,18 \cdot [3 \cdot (6047) + 1 \cdot (2079)] = \$4'007.199,6$$

Entonces el costo de los conductores de la **ruta 1** sería de:

$$Costo_{RUTA1} = 1'172.639,16 + 2'745.585,72 + 2'851.222,25 + 4'007.199,6 = \$10'776.646,73$$

5.3.1.3.2 COSTOS ECONÓMICOS RUTA 2

- **Circuito 1, Competición.**

La longitud desde el tablero de distribución TD_CS hasta la cima de los postes **P2** es:

$$l_{cto1} = 1,4 + 0,45 + 2,46 + 12,8 + (1,28 + 0,45 + 24,3) = 43,14 \text{ [m]}$$

Este circuito transporta 3 conductores #14 cu AWG TW a 60°C, el cual tiene un precio por metro de \$1.309, por lo que tendríamos un precio de:

$$Costo_{cto1} = 43,14 \cdot (3) \cdot (1309) = \$169.410,78$$

- **Circuito 2, Competición.**

La longitud desde el tablero de distribución TD_CS hasta la cima de los postes **P1**, **P4** y **P3** es:

$$\begin{aligned} l_{cto2} &= 1,4 + 0,45 + 2,46 + 29,25 + 29,25 + 7,2 + (1,33 + 0,45 + 24,3) + 38 + 38 \\ &\quad + (1,34 + 0,45 + 24,3) + 10 + 32,38 + 32,37 + 10,03 + (1,12 + 0,45 + 24,3) \\ &= 308,83 \text{ [m]} \end{aligned}$$

Este circuito transporta 3 conductores #6 y 1#10 cu AWG TW a 60°C, los cuales tiene un precio por metro de \$6.047 y \$2.079 respectivamente, por lo que tendríamos un precio de:

$$Costo_{cto 2} = 308,83 \cdot [3 \cdot (6047) + 1 \cdot (2079)] = \$6'244.542,6$$

- **Circuito 3, Entrenamiento.**

La longitud desde el tablero de distribución TD_CS hasta la cima de los postes **P2** es la misma del circuito 1:

$$l_{cto 3} = 43,14 \text{ [m]}$$

Este circuito transporta 3 conductores #8 y 1#10 cu AWG TW a 60°C, el cual tiene un precio por metro de \$3.925 y \$2.079 respectivamente, por lo que tendríamos un precio de:

$$Costo_{cto 3} = 43,14 \cdot [3 \cdot (3925) + 1 \cdot (2079)] = \$597.661,56$$

- **Circuito 4, Entrenamiento.**

La longitud desde el tablero de distribución TD_CS hasta la cima de los postes **P1** y **P4** es:

$$l_{cto 4} = 1,4 + 0,45 + 2,46 + 29,25 + 29,25 + 7,2 + (1,33 + 0,45 + 24,3) + 38 + 38 + (1,34 + 0,45 + 24,3) = 198,18 \text{ [m]}$$

Este circuito transporta 3 conductores #6 y 1#10 cu AWG TW a 60°C, los cuales tiene un precio por metro de \$6.047 y \$2.079, por lo que tendríamos un precio de:

$$Costo_{cto 4} = 198,18 \cdot [3 \cdot (6047) + 1 \cdot (2079)] = \$4'007.199,6$$

- **Circuito 5, Entrenamiento.**

La longitud desde el tablero de distribución TD_CS hasta la cima de los postes **P3** es:

$$l_{cto 5} = 1,4 + 0,45 + 2,46 + 29,25 + 29,25 + 7,2 + 38 + 38 + 10 + 32,38 + 32,37 + 10,03 + (1,12 + 0,45 + 24,3) = 256,66 \text{ [m]}$$

Este circuito transporta 3 conductores #6 y 1#10 cu AWG TW a 60°C, los cuales tiene un precio por metro de \$6.047 y \$2.079, por lo que tendríamos un precio de:

$$Costo_{cto 5} = 256,66 \cdot [3 \cdot (6047) + 1 \cdot (2079)] = \$5'189.665,2$$

Entonces el costo de los conductores de la **ruta 2** sería de:

$$\begin{aligned} \text{Costo}_{RUTA2} &= 169.410,78 + 6'244.542,6 + 597.661,56 + 4'007.199,6 + 5'189.665,2 \\ &= \$16'208.479,74 \end{aligned}$$

Como se puede ver, existe una diferencia de \$5'431.833,01 del costo de los conductores entre las dos rutas, así que para el diseño escogemos las redes de la **Ruta 1**, ya que aparte de ser económicamente más viable, requiere menos cajas de inspección y ducterías, ofreciendo una mejor regulación de tensión con los conductores seleccionados.

Como el diseño escogido es el de la **ruta 1**, las dimensiones de las cajas de inspección que serán utilizadas para el tendido de estas redes, desde la subestación hasta cada uno de los postes, de acuerdo con lo estipulado por la NTC 2050, sección **370-28.1** (pág. 301), ó en la tabla **4.2** de la Norma ESSA (pág. 58). (**Ver Anexo DD**):

Todas las cámaras de inspección que serán necesarias para la ejecución de este proyecto, y que transportan redes en baja tensión en un sector público, tendrán un tamaño (medidas interiores) de acuerdo a lo expuesto en la tabla **4.2** de la Norma ESSA, tal y como se muestra a continuación:

$$\text{Dimensiones}_{\text{cajas canchas B.T.}} = 0,6 [m] \times 0,6 [m] \times 0,82 [m]$$

Y para las cajas que son utilizadas para transportar las redes de media tensión:

$$\text{Dimensiones}_{\text{cajas M.T.}} = 0,7 [m] \times 1,2 [m] \times 1,2 [m]$$

Para los diseños de las redes eléctricas del resto de escenarios deportivos, se procurará dividir la alimentación de los proyectores ubicados en los postes lo más equitativo posible, tal y como se realizó en la **ruta 1 de la cancha sur**, para conseguir un diseño mucho más económico sin dejar de cumplir con todos los requerimientos técnicos exigidos.

A continuación, se presentan los diseños de las redes eléctricas de los escenarios deportivos restantes, en los que las canalizaciones tratarán de alimentar el mismo número de postes de alumbrado, tal y como se planteó en la ruta 1 de la cancha sur para optimizar los recursos financieros, empezando por la cancha 1° de marzo clase III.

5.3.2 REDES ELECTRICAS: CANCHA 1° MARZO Y ATLETISMO CLASE III

La carga máxima que requiere este escenario, debido a la iluminación que se utiliza para competencias en la cancha de fútbol y entrenamientos en la pista atlética es:

$$S_{C-Marzo-Atletismo} = (80 + 15) \text{ proyectores} \times 2244 [VA] = 213,18 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero general de acometidas hasta el tablero de distribución de este escenario serían:

$$I_{C-Marzo-Atletismo} = \frac{S_{C-Marzo-Atletismo}}{\sqrt{3} V_L} = \frac{21318}{\sqrt{3} \times 440} = 279,7262 \text{ [A]}$$

$$\rightarrow I_{C-Marzo-Atletismo} \cdot 1,25\% = 349,6577 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se seleccionaría de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor 500 MCM cu THW a 75°C, pero como este conductor es de gran calibre y su costo es elevado (alrededor de los \$120.000 el metro), se utilizarán 3 conductores por fase para disminuir el calibre de los conductores de acometida:

$$I_{C-Marzo-Atletismo} = \frac{349,6577}{3} = 116,5526 \text{ [A]}$$

Por ampacidad escogeríamos el conductor #1 AWG cu THW a 75°C, pero como es un conductor no comercial, seleccionamos inicialmente el #1/0 AWG cu THW a 75°C, el cual tiene una capacidad nominal de 150 [A], pero como se utilizarán 3 conductores por fase, se debe aplicar el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente que se ubican en un mismo ducto, que para este caso sería del 70% (9 conductores en total), y verificar que este conductor puede transportar la corriente del circuito de acometida:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#1/0} \times F_{C-\#} = 150 \times 0,7 = 105 \text{ [A]}$$

Como el conductor elegido inicialmente no tiene la capacidad de transportar la corriente del circuito después de haberse aplicado el factor de corrección, se elige el conductor 2/0 AWG cu THW a 75°C, el cual tiene una capacidad nominal de 175 [A], y verificamos nuevamente.

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{2/0} \times F_{C-\#} = 175 \times 0,7 = 122,5 \text{ [A]}$$

Como el 2/0 THW si tiene la capacidad de transportar la corriente del circuito después de aplicarse el factor de corrección, elegimos por concepto de ampacidad el 2/0 AWG cu THW a 75°C, el cual tiene una capacidad nominal de 175 [A], y un valor de K_G de 31,1578 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado). Entonces la corriente que será transportada por éste conductor será:

$$I_{x \text{ fase } 2/0} = 122,5 \times 3 = 367,5 \text{ [A]}$$

Como se puede ver, con tres conductores por fase (utilizando el 2/0 AWG cu THW a 75°C) se tiene una capacidad de corriente total de 367,5 [A], lo cual supera la corriente calculada para este circuito de acometida que es de 349,6577 [A].

La protección para éste circuito de acometida se escoge de 3 x 350 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para este tramo se determinó que debía ser menor al 2,1%. La distancia desde el tablero general de acometidas hasta el tablero de distribución de esta cancha es: (**Ver plano Rutas de los circuitos de alimentación**).

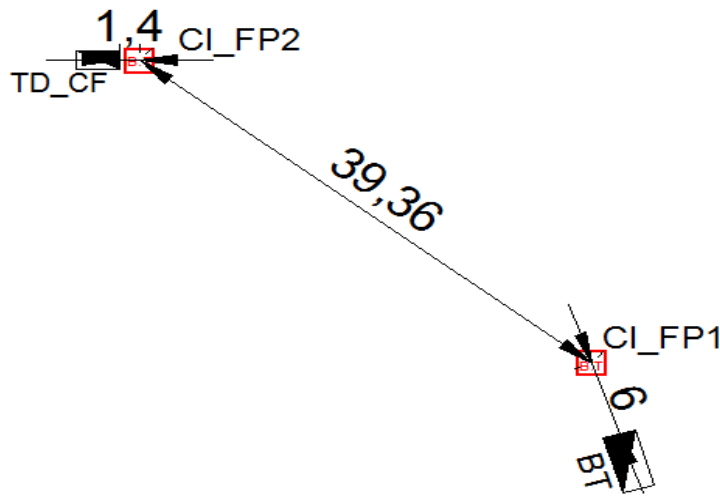


Fig. 78 Distancias y Canalización Para la Cancha 1° Marzo Desde el Transformador de Cafetería.
Fuente: Autores.

$$distancia - total - CF = h_{T-D-G} + 2 \cdot h_{enterramiento} + l_{total\ cto} + h_{T-D-CF}$$

Donde:

- h_{T-D-G} : Altura del tablero de distribución general = 1,4 [m]
- $h_{enterramiento}$: Profundidad de enterramiento de los conductores = 0,45 [m]
- $l_{total\ cto}$: Longitud total del circuito = 6 + 39,36 + 1,4 = 46,76 [m]
- $h_{T-D-Cancha\ MARZO}$: Altura del tablero de distribución de la cancha marzo = 1,4 [m]

$$distancia - total - CM = 1,4 + 0,45 + 46,76 + 0,45 + 1,4 = 50,46 [m]$$

Entonces el momento eléctrico M_E total es:

$$M_E = S_{C-Marzo-Atletismo} \times distancia - total - CS = 213,18 \times 50,46 = 10757,0628 [kVA - m]$$

Como se van a utilizar 3 conductores por fase, el momento eléctrico sería:

$$M_E = \frac{S_{C-Marzo-Atletismo}}{3} \times distancia - total - CM = \frac{213,18}{3} \times 50,46 = 3585,6876 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser un circuito trifásico, el factor F_s es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{31,1578 \cdot (3585,6876) \cdot (1)}{(440)^2} = 0,5771\%$$

Entonces por capacidad amperimétrica y regulación de tensión, se selecciona para las fases el conductor **#2/0 AWG cu THW a 75°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#2 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 350 [A].

El ducto para este tramo (desde el tablero general hasta el tablero de la cancha 1° de Marzo), tomando el área total del conductor de la **tabla 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 921) será:

Conductor cu THW	2/0 AWG	2 AWG
Fases	9	---
Neutro	---	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	169,3	86

$$A_{Tubo} = \frac{9(169,3) + 1(86)}{0,4} = 4024,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 3"**, (tres pulgadas).

Para el cálculo de los conductores de los circuitos de competición y entrenamiento, se tomó la ruta que se muestra a continuación, tratando de alimentar igual número de postes tal y como se mostró en la **Ruta 1 de la cancha Sur**, con esta ruta se abastecen las luminarias destinadas a la competición y el entrenamiento tanto para la pista atlética como para la cancha de fútbol 1° de marzo, mediante cuatro circuitos diferentes en cada una de las dos disciplinas, también se observan las distancias desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta cada uno de los postes de alumbrado, pasando por las cajas de inspección necesarias para el tendido de las redes eléctricas:

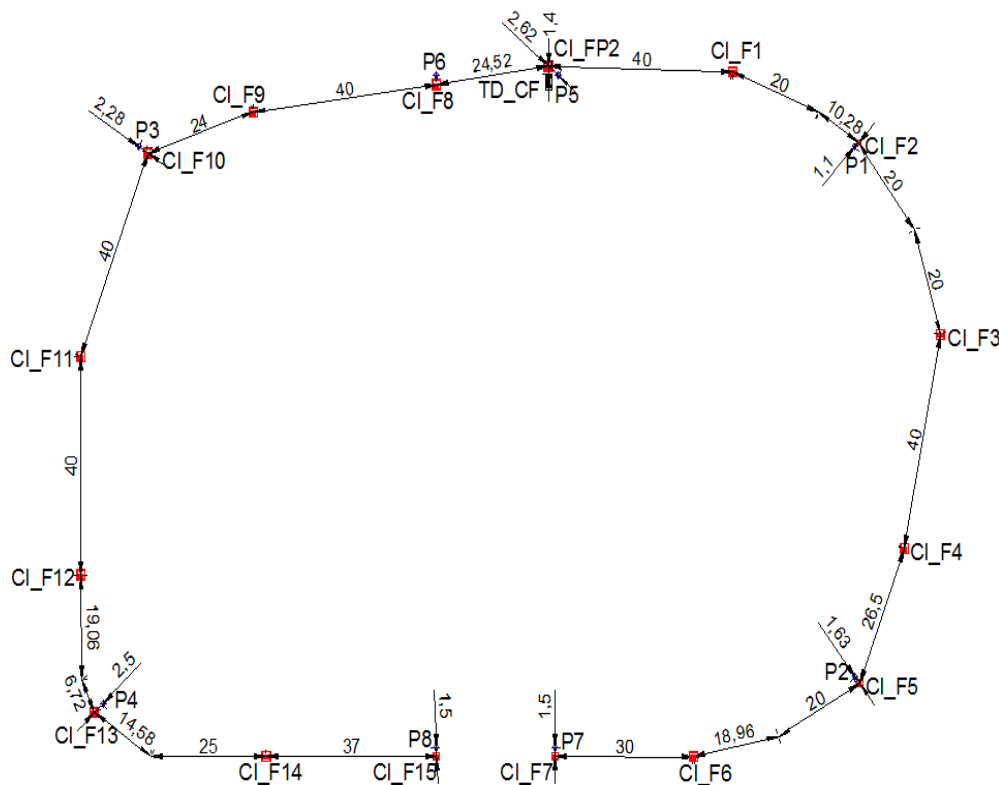


Fig. 79 Distancias Canalización Cancha 1° Marzo y Pista Atlética, Clase III
“Ver plano Canalizaciones CANCHA 1RO DE MARZO y ATLETISMO CLASE III”

Fuente: Autores.

5.3.2.1 REDES ELECTRICAS CANCHA 1RO DE MARZO CLASE III

Tanto en el circuito de competición como en el de entrenamiento, la ruta es la que se muestra anteriormente, pero como del tablero de distribución se derivan los ramales para los ocho postes, se tendrán seis ductos (cuatro para el alumbrado del campo de fútbol y dos para la pista atlética) saliendo de éste a la caja de inspección **CI_FP2**, la cual se utilizará como llegada de la acometida y derivación para los diferentes ramales, los cuales transportan seis circuitos de competición y seis de entrenamiento por ambas disciplinas deportivas. Para tal fin, de ésta caja se derivan ocho ductos, cuatro (dos por cancha) hacia la caja **CI_F1** y cuatro (dos por cancha) hacia **CI_F9**, con los circuitos de competición y entrenamiento respectivamente.

En los circuitos de competición de la cancha 1° de Marzo se alimentarán un total de 48 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L1, P1L5, P1L6, P1L8, P1L9, P1L10, P1L11.
- **Poste 2:** P2L1, P2L2, P2L6, P2L8, P2L9, P2L10, P2L11.
- **Poste 3:** P3L1, P3L2, P3L6, P3L8, P3L9, P3L10, P3L11.
- **Poste 4:** P4L1, P4L5, P4L6, P4L8, P4L9, P4L10, P4L11.
- **Poste 5:** P5L2, P5L4, P5L5, P5L6, P5L8.
- **Poste 6:** P6L1, P6L3, P6L5, P6L7, P6L8.
- **Poste 7:** P7L1, P7L3, P7L5, P7L7, P7L8.
- **Poste 8:** P8L2, P8L4, P8L5, P8L6, P8L8.

5.3.2.1.1 CIRCUITO 1, COMPETICIÓN CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P5 Y P1.

En el primer circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P5** y **P1**) se consume una carga de:

$$S_{cto 1} = 12 \times 2244 = 26,928 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P1) serían:

$$I_{cto 1} = \frac{S_{cto 1}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{26928}{\sqrt{3} (440)} = 35,3338 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto 1} \cdot 1,25\% = 44,1673 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 2** ya que hasta el poste **P1** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#6 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,58%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 1 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P1**, la luminaria **L1**) es:

$$M_E - Cto1 = [1x(0,9 + 0,9 + 0,45) + 3x(0,9) + 7x(24,8 + 0,45 + 1,1 + 10,28 + 20 + 40) + 12x(1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 1616,48784 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_s es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (1616,48784) \cdot (1)}{(440)^2} = 0,7454\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A], y éste será compartido con el circuito 2.

El ducto para el circuito 1 se calculará una vez se conozcan los conductores del circuito 2, ya que ambos circuitos lo comparten.

5.3.2.1.2 CIRCUITO 2, COMPETICIÓN CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P2 Y P7.

En el segundo circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P2** y **P7**) se consume una carga de:

$$S_{cto 2} = 12 \times 2244 = 26,928 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_Cf** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P7) serían:

$$I_{Cto2} = \frac{S_{cto2}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{26928}{\sqrt{3}(440)} = 35,3338 [A] \rightarrow I_{Cto2} \cdot 1,25\% = 44,1673 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 1** ya que hasta el poste **P1** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#6 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,58%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 2 (desde el tablero de distribución **TD_Cf** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P7**, la luminaria **L1**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto2 &= [1x(0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 5x(21,6 + 0,45 + 1,5 + 30 + 18,96 + 20) \\ &\quad + 12x(26,5 + 40 + 20 + 20 + 10,28 + 20 + 40 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 \\ &= 5892,87864 [kVA - m] \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (5892,87864) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,7175\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A], y este será compartido con el circuito 1.

El ducto para los circuitos 1 y 2 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el poste **P1** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	10 AWG
Fases	6	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	62,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{6(62,8) + 1(15,7)}{0,4} = 981,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 ½"**, (pulgada y media).

Así mismo, el ducto para el circuito 2 (desde la caja de inspección **CI_F2** hasta el poste **P7** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	62,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 1(15,7)}{0,4} = 510,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 ¼"**, (pulgada y cuarto).

5.3.2.1.3 CIRCUITO 3, COMPETICIÓN CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P6 Y P3.

En el tercer circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P6** y **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto3} = 12 \times 2244 = 26,928 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{Cto3} = \frac{S_{cto3}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{26928}{\sqrt{3}(440)} = 35,3338 [A] \rightarrow I_{Cto3} \cdot 1,25\% = 44,1673 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 4** ya que hasta el poste **P3** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#6 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 [A]$$

Entonces elegimos por capacidad el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado). La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,58%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 3 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L1**) es:

$$M_E - Cto3 = [1x(0,9) + 2x(0,9 + 0,45) + 3x(0,9) + 7x(24,8 + 0,45 + 2,28 + 24 + 40) + 12x(24,52 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 2199,681 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (2199,681) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,0144\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A], y éste será compartido con el circuito 4.

El ducto para el circuito 3 se calculará una vez se conozcan los conductores del circuito 4, ya que ambos circuitos lo comparten.

5.3.2.1.4 CIRCUITO 4, COMPETICIÓN CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P4 Y P8.

En el cuarto circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P4** y **P8**) se consume una carga de:

$$S_{cto4} = 12 \times 2244 = 26,928 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P8) serían:

$$I_{cto4} = \frac{S_{cto4}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{26928}{\sqrt{3}(440)} = 35,3338 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto4} \cdot 1,25\% = 44,1673 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 3** ya que hasta el poste **P3** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#6 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,58%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 4 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P8**, la luminaria **L4**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto4 &= [1x(0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 5x(21,6 + 0,45 + 1,5 + 37 + 25 + 14,58) \\ &\quad + 12x(6,72 + 19,06 + 40 + 40 + 24 + 40 + 24,52 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 \\ &= 6450,1536 \text{ [kVA - m]} \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (6450,1536) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,9745\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A], y este será compartido con el circuito 3.

El ducto para los circuitos 3 y 4 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el poste **P3** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	10 AWG
Fases	6	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	62,8	15,7

$$A_{\text{tubo}} = \frac{6(62,8) + 1(15,7)}{0,4} = 981,25 \text{ [mm}^2\text{]}$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de **1 ½"**, (pulgada y media).

Así mismo, el ducto para el circuito 4 (desde la caja de inspección **CI_F10** hasta el poste **P8** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	62,8	15,7

$$A_{\text{tubo}} = \frac{3(62,8) + 1(15,7)}{0,4} = 510,25 \text{ [mm}^2\text{]}$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de **1 ¼"**, (pulgada y cuarto).

En los circuitos de entrenamiento de la cancha 1° de Marzo se alimentarán un total de 32 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L2, P1L3, P1L4, P1L7, P1L12.
- **Poste 2:** P2L3, P2L4, P2L5, P2L7, P2L12.
- **Poste 3:** P3L3, P3L4, P3L5, P3L7, P3L12.
- **Poste 4:** P4L2, P4L3, P4L4, P4L7, P4L12.
- **Poste 5:** P5L1, P5L3, P5L7.
- **Poste 6:** P6L2, P6L4, P6L6.
- **Poste 7:** P7L2, P7L4, P7L6.
- **Poste 8:** P8L1, P8L3, P8L7.

5.3.2.1.5 CIRCUITO 5, ENTRENAMIENTO CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P5 Y P1.

En el primer circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P5** y **P1**) se consume una carga de:

$$S_{cto5} = 8 \times 2244 = 17,952 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P1) serían:

$$I_{cto5} = \frac{S_{cto5}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{17592}{\sqrt{3}(440)} = 23,5559 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto5} \cdot 1,25\% = 29,4449 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 6** ya que hasta el poste **P1** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#10} \times F_{C-\#} = 30 \times 0,8 = 24 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#10 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 30 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,58%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 5 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P1**, la luminaria **L2**) es:

$$M_E - Cto5 = [1x(0,9) + 2x(0,45) + 3x(0,9) + 5x(24,8 + 0,45 + 1,1 + 10,28 + 20 + 40) + 8x(1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 1152,6306 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (1152,6306) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,2956\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 30 [A], y este será compartido con el circuito 6.

El ducto para el circuito 5 se calculará una vez se conozcan los conductores del circuito 6, ya que ambos circuitos lo comparten.

5.3.2.1.6 CIRCUITO 6, ENTRENAMIENTO CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P2 Y P7.

En el segundo circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P2** y **P7**) se consume una carga de:

$$S_{cto\ 6} = 8 \times 2244 = 17,952 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_Cf** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P1) serían:

$$I_{cto\ 6} = \frac{S_{cto\ 6}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{17592}{\sqrt{3}(440)} = 23,5559 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto\ 6} \cdot 1,25\% = 29,4449 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#10 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 5** ya que hasta el poste **P1** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#10} \times F_{C-\#} = 30 \times 0,8 = 24 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (**#10 cu TW**) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 30 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,58%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 6 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P7**, la luminaria **L4**) es:

$$M_E - Cto6 = [1x(0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 3x(21,6 + 0,45 + 1,5 + 30 + 18,96 + 20) + 8x(26,5 + 40 + 20 + 20 + 10,28 + 20 + 40 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 3861,74448 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (3861,74448) \cdot (1)}{(440)^2} = 4,3406\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 30 [A], y este será compartido con el circuito 5.

El ducto para los circuitos 5 y 6 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el poste **P1** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	8 AWG	10 AWG
Fases	6	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{6(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 462,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 $\frac{1}{4}$ "**, (pulgada y cuarto).

Así mismo, el ducto para el circuito 6 (desde la caja de inspección **CI_F2** hasta el poste **P7** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	8 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 250,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de $\frac{3}{4}$ "**, (tres cuartos de pulgada).

5.3.2.1.7 CIRCUITO 7, ENTRENAMIENTO CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P6 Y P3.

En el tercer circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P6** y **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto7} = 8 \times 2244 = 17,952 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_Cf** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P1) serían:

$$I_{cto7} = \frac{S_{cto7}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{17592}{\sqrt{3}(440)} = 23,5559 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto7} \cdot 1,25\% = 29,4449 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 8** ya que hasta el poste **P3** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#10} \times F_{C-\#} = 30 \times 0,8 = 24 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#10 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 30 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,58%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 7 (desde el tablero de distribución **TD_Cf** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L5**) es:

$$M_E - Cto7 = [1x(0,9) + 2x(0,45) + 3x(0,9) + 5x(24,8 + 0,45 + 2,28 + 24 + 40) + 8x(24,52 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 1535,59164 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (1535,59164) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,7260\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 30 [A], y este será compartido con el circuito 6.

El ducto para el circuito 7 se calculará una vez se conozcan los conductores del circuito 8, ya que ambos circuitos lo comparten.

5.3.2.1.8 CIRCUITO 8, ENTRENAMIENTO CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P4 Y P8.

En el segundo circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P4** y **P8**) se consume una carga de:

$$S_{cto8} = 8 \times 2244 = 17,952 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_Cf** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P1) serían:

$$I_{cto8} = \frac{S_{cto8}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{17592}{\sqrt{3}(440)} = 23,5559 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto8} \cdot 1,25\% = 29,4449 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#10 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 7** ya que hasta el poste **P3** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#10} \times F_{C-\#} = 30 \times 0,8 = 24 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (**#10 cu TW**) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de

potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 30 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,58%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 8 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P8**, la luminaria **L1**) es:

$$M_E - Cto8 = [1x(0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 3x(21,6 + 0,45 + 1,5 + 37 + 25 + 14,58) + 8x(6,72 + 19,06 + 40 + 40 + 24 + 40 + 24,52 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 4227,56136 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_s es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (4227,56136) \cdot (1)}{(440)^2} = 4,7518\%$$

Como no se cumple con el criterio de regulación, calculamos la constante de regulación K_G que provea una regulación menor al **4,4%**:

$$K_G = \frac{\delta\% V_L^2}{M_E F_s} = \frac{(4,4) \cdot (440)^2}{(4227,56136) \cdot (1)} = 201,4968$$

Para este valor de K_G , sirve de la tabla **3,25** de la Norma ESSA (pág. 49) el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado), así que comprobamos la regulación con éste nuevo conductor:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (4227,56136) \cdot (1)}{(440)^2} = 3,0321\%$$

→ *Cumple con la regulación.*

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 30 [A], y este será compartido con el circuito 7.

El ducto para los circuitos 7 y 8 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el poste **P3** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	8 AWG	10 AWG
Fases	3	3	---
Tierra	---	---	1
Área del Conductor	46,8	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 601,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 $\frac{1}{4}$ "**, (pulgada y cuarto).

Así mismo, el ducto para el circuito 8 (desde la caja de inspección **CI_F10** hasta el poste **P8** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 390,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1"**, (una pulgada). El cuadro de carga para esta red se presenta en el **Anexo EE**.

5.3.2.2 REDES ELECTRICAS PISTA ATLÉTICA CLASE III

Tanto en el circuito de competición como en el de entrenamiento, la ruta es la que se muestra en la **figura 79**, pero como del tablero de distribución se derivan los ramales para los ocho postes, se tendrán seis ductos (cuatro para el alumbrado del campo de fútbol y dos para la pista atlética) saliendo de éste a la caja de inspección **CI_FP2**, la cual se utilizará como llegada de la acometida y derivación para los diferentes ramales, los cuales transportan seis circuitos de competición y seis de entrenamiento por ambas disciplinas deportivas. Para tal fin, de ésta caja se derivan ocho ductos, cuatro (dos por cancha) hacia la caja **CI_F1** y cuatro (dos por cancha) hacia **CI_F9**, con los circuitos de competición y entrenamiento respectivamente.

En los circuitos de competición de la pista atlética se alimentarán un total de 9 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L2.
- **Poste 2:** P2L1, P2L4.
- **Poste 3:** P3L1, P3L4.

- **Poste 4:** P4L3.
- **Poste 5:** P5L2.
- **Poste 6:** P6L2.
- **Poste 7:** P7L2.
- **Poste 8:** - - -.

5.3.2.2.1 CIRCUITO 9, COMPETICIÓN PISTA TLÉTICA: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P5, P1, P2 Y P7.

En el primer circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P5**, **P1**, **P2** y **P7**) se consume una carga de:

$$S_{cto\ 9} = 5 \times 2244 = 11,220 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P7) serían:

$$I_{cto\ 9} = \frac{S_{cto\ 9}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{11220}{\sqrt{3}(440)} = 14,7224 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto\ 9} \cdot 1,25\% = 18,4030 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 10** ya que hasta la caja de inspección **CI_FP2** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#14} \times F_{C-\#} = 20 \times 0,8 = 16 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#14 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #12 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 25 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#12} \times F_{C-\#} = 25 \times 0,8 = 20 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por capacidad el conductor #12 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 25 [A], y un valor de K_G de 532,18 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 20 [A], de acuerdo a la nota de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), y a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,58%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4%

para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 9 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P7**, la luminaria **L2**) es:

$$M_E - Cto9 = [1x(0,9 + 0,9 + 0,45 + 22,5 + 0,45 + 1,5 + 30 + 18,96 + 20) + 3x(26,5 + 40 + 20 + 20) + 4x(10,28 + 20 + 40) + 5x(1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 1598,91732 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{532,18 (1598,91732) \cdot (1)}{(440)^2} = 4,3952\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#12 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#12 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 20 [A].

El ducto para el circuito 9 (desde la caja de inspección **CI_FP2** hasta el poste **P7** de la pista atlética), tomando el área total del conductor de la **5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	12 AWG
Fases	3
Tierra	1
Área del Conductor	11,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(11,7) + 1(11,7)}{0,4} = 117 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de $\frac{1}{2}$ "**, (media pulgada).

5.3.2.2.2 CIRCUITO 10, COMPETICIÓN PISTA ATLÉTICA: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P6, P3 Y P4.

En el segundo circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P6**, **P3** y **P4**) se consume una carga de:

$$S_{cto 10} = 4 \times 2244 = 8,976 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P4) serían:

$$I_{cto 10} = \frac{S_{cto 10}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{8976}{\sqrt{3}(440)} = 11,7779 [A] \rightarrow I_{cto 10} \cdot 1,25\% = 14,7224 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 9** ya que hasta la caja de inspección **CI_FP2** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#14} \times F_{C-\#} = 20 \times 0,8 = 16 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#14 cu TW) es mayor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], y un valor de K_G de 842,141 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 15 [A], de acuerdo a la nota de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), y a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,58%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 10 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P4**, la luminaria **L3**) es:

$$M_E - Cto10 = [1x(0,45 + 27,1 + 0,45 + 2,5 + 6,72 + 19,06 + 40 + 40) + 3x(24 + 40) + 4x(24,52 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2223 = 985,92384 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (985,92384) \cdot (1)}{(440)^2} = 4,2887\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#14 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#14 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 15 [A].

El ducto para el circuito 10 (desde la caja de inspección **CI_FP2** hasta el poste **P4** de la pista atlética), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	14 AWG
Fases	3
Tierra	1
Área del Conductor	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{3(8,9) + 1(8,9)}{0,4} = 89 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de $\frac{1}{2}$ "**, (media pulgada).

Como ya conocemos el calibre de los conductores que irán por el ducto que conduce desde el tablero de distribución **TD_Cf** hasta la caja de inspección **CI_FP2**, el cual transportará los circuitos 9 y 10 de competición, podemos determinar su tamaño como sigue a continuación:

Conductor cu TW	12 AWG	14 AWG
Fases	3	3
Tierra	1	1
Área del Conductor	11,7	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{3(11,7) + 1(11,7) + 3(8,9) + 1(8,9)}{0,4} = 206 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de $\frac{3}{4}$ "**, (tres cuartos de pulgada).

En los circuitos de entrenamiento de la pista atlética se alimentarán un total de 15 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L1, P1L3, P1L4.
- **Poste 2:** P2L2, P2L3.
- **Poste 3:** P3L2, P3L3.
- **Poste 4:** P4L1, P4L2, P4L4.
- **Poste 5:** P5L1.
- **Poste 6:** P6L1.
- **Poste 7:** P7L1.
- **Poste 8:** P8L1, P8L2.

5.3.2.2.3 CIRCUITO 11, ENTRENAMIENTO PISTA ATLÉTICA: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P5, P1, P2 Y P7.

En el primer circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P5**, **P1**, **P2** y **P7**) se consume una carga de:

$$S_{cto\ 11} = 7 \times 2244 = 15,708 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_Cf** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P7) serían:

$$I_{Cto\ 11} = \frac{S_{cto\ 11}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{15708}{\sqrt{3}(440)} = 20,6114 [A] \rightarrow I_{Cto\ 11} \cdot 1,25\% = 25,7643 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 12** ya que hasta la caja de inspección **CI_FP2** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#10} \times F_{C-\#} = 30 \times 0,8 = 24 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#10 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 30 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,58%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 11 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P7**, la luminaria **L1**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto11 &= [1x(0,9 + 0,9 + 0,45 + 30 + 18,96 + 20) + 3x(26,5 + 40 + 20 + 20) \\ &\quad + 6x(10,28 + 20 + 40) + 7x(1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 \\ &= 1874,05416 [kVA - m] \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (1874,05416) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,1064\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona

el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 30 [A].

El ducto para el circuito 11 (desde la caja de inspección **CI_FP2** hasta el poste **P7** de la pista atlética), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	8 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 250,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 3/4"**, (tres cuartos de pulgada).

5.3.2.2.4 CIRCUITO 12, ENTRENAMIENTO PISTA ATLÉTICA: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P6, P3, P4 Y P8.

En el segundo circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P6, P3, P4 y P8**) se consume una carga de:

$$S_{cto\ 12} = 8 \times 2244 = 17,952 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P8) serían:

$$I_{cto\ 12} = \frac{S_{cto\ 12}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{17952}{\sqrt{3}(440)} = 23,5559 [A] \rightarrow I_{cto\ 12} \cdot 1,25\% = 29,4449 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#10 AWG cu TW** a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 11** ya que hasta la caja de inspección **CI_FP2** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#10} \times F_{C-\#} = 30 \times 0,8 = 24 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (**#10 cu TW**) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#8 AWG cu TW** a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 30 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,58%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 12 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P8**) es:

$$M_E - Cto12 = [1x(0,9 + 0,9 + 0,45) + 2x(22,5 + 0,45 + 1,5 + 37 + 25 + 14,58) + 5x(19,06 + 40 + 40) + 7x(24 + 40) + 8x(24,52 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 3073,76388 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (3073,76388) \cdot (1)}{(440)^2} = 3,4549\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 30 [A].

El ducto para el circuito 12 (desde la caja de inspección **CI_FP2** hasta el poste **P8** de la pista atlética), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	8 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 250,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de **3/4"**, (tres cuartos de pulgada).

Como ya conocemos el calibre de los conductores que irán por el ducto que conduce desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la caja de inspección **CI_FP2**, el cual transportará los circuitos 11 y 12 de entrenamiento, podemos determinar su tamaño como sigue a continuación:

Conductor cu TW	8 AWG	10 AWG
Fases	6	2
Tierra	---	---
Área del Conductor	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{6(28,2) + 2(15,7)}{0,4} = 501,5 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 $\frac{1}{4}$ " (pulgada y cuarto)**. El cuadro de carga para esta red se presenta en el **Anexo EE**.

5.3.3 REDES ELECTRICAS: CANCHA 1° MARZO Y ATLETISMO CLASE II

La carga máxima que requiere este escenario, debido a la iluminación que se utiliza para competencias en la cancha de fútbol y entrenamientos en la pista atlética es:

$$S_{C-Marzo-Atletismo} = (64 + 11) \text{ proyectores} \times 2244 [VA] = 168,300 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero general de acometidas hasta el tablero de distribución de este escenario serían:

$$I_{C-Marzo-Atletismo} = \frac{S_{C-Marzo-Atletismo}}{\sqrt{3} V_L} = \frac{168300}{\sqrt{3} \times 440} = 220,8365 [A]$$

$$\rightarrow I_{C-Marzo-Atletismo} \cdot 1,25\% = 276,0456 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se seleccionaría de la **tabla 310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #350 cu THW a 75°C, el cual tiene una capacidad nominal de 310 [A] (ya que el #300 no es comercial), pero como este conductor es de gran calibre y su costo es elevado (alrededor de los \$80.000 el metro), se utilizarán 3 conductores por fase para disminuir el calibre de los conductores de acometida:

$$I_{C-Marzo-Atletismo} = \frac{276,0456}{3} = 92,0152 [A]$$

Por ampacidad escogemos inicialmente el conductor #2 AWG cu THW a 75°C, el cual tiene una capacidad nominal de 115 [A], pero debido a que el calibre mínimo que puede ser utilizado en paralelo es el #1/0 según la sección **310-4** de la NTC 2050 (pág. 167), el cual tiene una capacidad nominal de 150 [A], pero como se utilizarán 3 conductores por fase, se debe aplicar el factor de corrección por número de conductores

transportadores de corriente que se ubican en un mismo ducto, que para este caso sería del 70% (9 conductores en total), y verificar que este conductor puede transportar la corriente del circuito de acometida:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#1/0} \times F_{C-\#} = 150 \times 0,7 = 105 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #1/0 AWG cu THW a 75°C, el cual tiene una capacidad nominal de 150 [A], y un valor de K_G de 38,1696 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado), y verificamos la corriente que será transportada por cada fase con el conductor #1/0:

$$I_{x\ fase\ \#1/0} = 105 \times 3 = 315 [A]$$

Como se puede apreciar, con tres conductores por fase (utilizando el #1/0 AWG cu THW a 75°C) se tiene una capacidad de corriente total de 315 [A], lo cual supera la corriente calculada para este circuito de acometida que es de 276,0456 [A].

La protección para éste circuito de acometida se escoge de 3 x 300 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para este tramo se determinó que debía ser menor al 2,1%. La distancia desde el tablero general de acometidas hasta el tablero de distribución de esta cancha es: (**Ver plano Rutas de los circuitos de alimentación**).

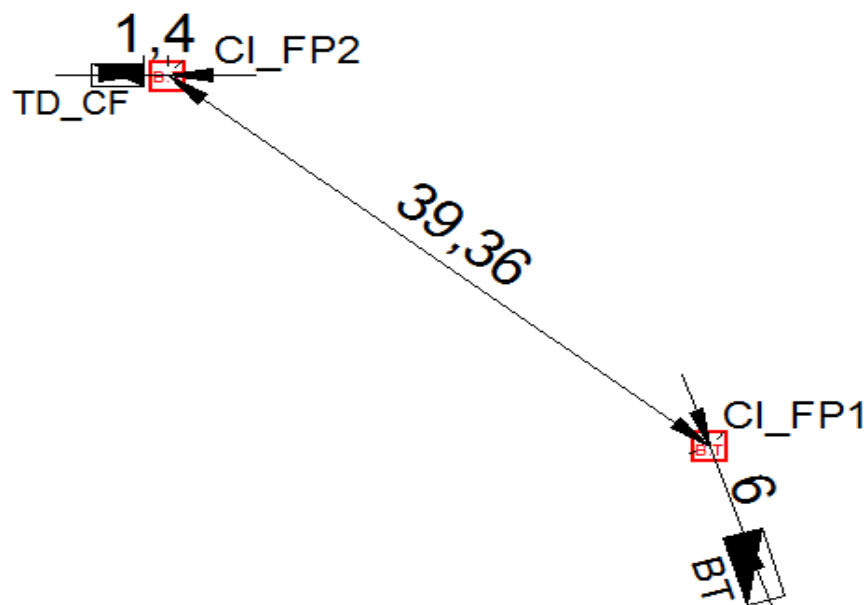


Fig. 80 Distancias y Canalización Para la Cancha 1° Marzo Desde el Transformador de Cafetería.

Fuente: Autores.

$$distancia - total - CF = h_{T-D-G} + 2 \cdot h_{enterramiento} + l_{total\ cto} + h_{T-D-CF}$$

Donde:

- h_{T-D-G} : Altura del tablero de distribución general = 1,4 [m]
- $h_{enterramiento}$: Profundidad de enterramiento de los conductores = 0,45 [m]
- $l_{total\ cto}$: Longitud total del circuito = 6 + 39,36 + 1,4 = 46,76 [m]
- $h_{T-D-Cancha\ MARZO}$: Altura del tablero de distribución de la cancha marzo = 1,4 [m]

$$distancia - total - CM = 1,4 + 0,45 + 46,76 + 0,45 + 1,4 = 50,46 [m]$$

Entonces el momento eléctrico M_E total es:

$$M_E = S_{C-Marzo-Atletismo} \times distancia - total - CM = 168,300 \times 50,46 = 8492,418 [kVA - m]$$

Como se van a utilizar 3 conductores por fase, el momento eléctrico sería:

$$M_E = \frac{S_{C-Marzo-Atletismo}}{3} \times distancia - total - CS = \frac{168,300}{3} \times 50,46 = 2830,806 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser un circuito trifásico, el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{38,1696 \cdot (2830,806) \cdot (1)}{(440)^2} = 0,56\%$$

Entonces por capacidad amperimétrica y regulación de tensión, se selecciona para las fases el conductor **#1/0 AWG cu THW a 75°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#4 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 300 [A].

El ducto para este tramo (desde el tablero general hasta el tablero de la cancha 1° de Marzo), tomando el área total del conductor de la **tabla 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 921) será:

Conductor cu THW	1/0 AWG	4 AWG
Fases	9	---
Neutro	---	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	143,4	62,8

$$A_{Tubo} = \frac{9(143,4) + 1(62,8)}{0,4} = 3383,5 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de **3"**, (tres pulgadas).

Para el cálculo de los conductores de los circuitos de competición y entrenamiento, se tomó la ruta que se muestra a continuación, tratando de alimentar igual número de postes tal y como se mostró en la **Ruta 1 de la cancha Sur**:

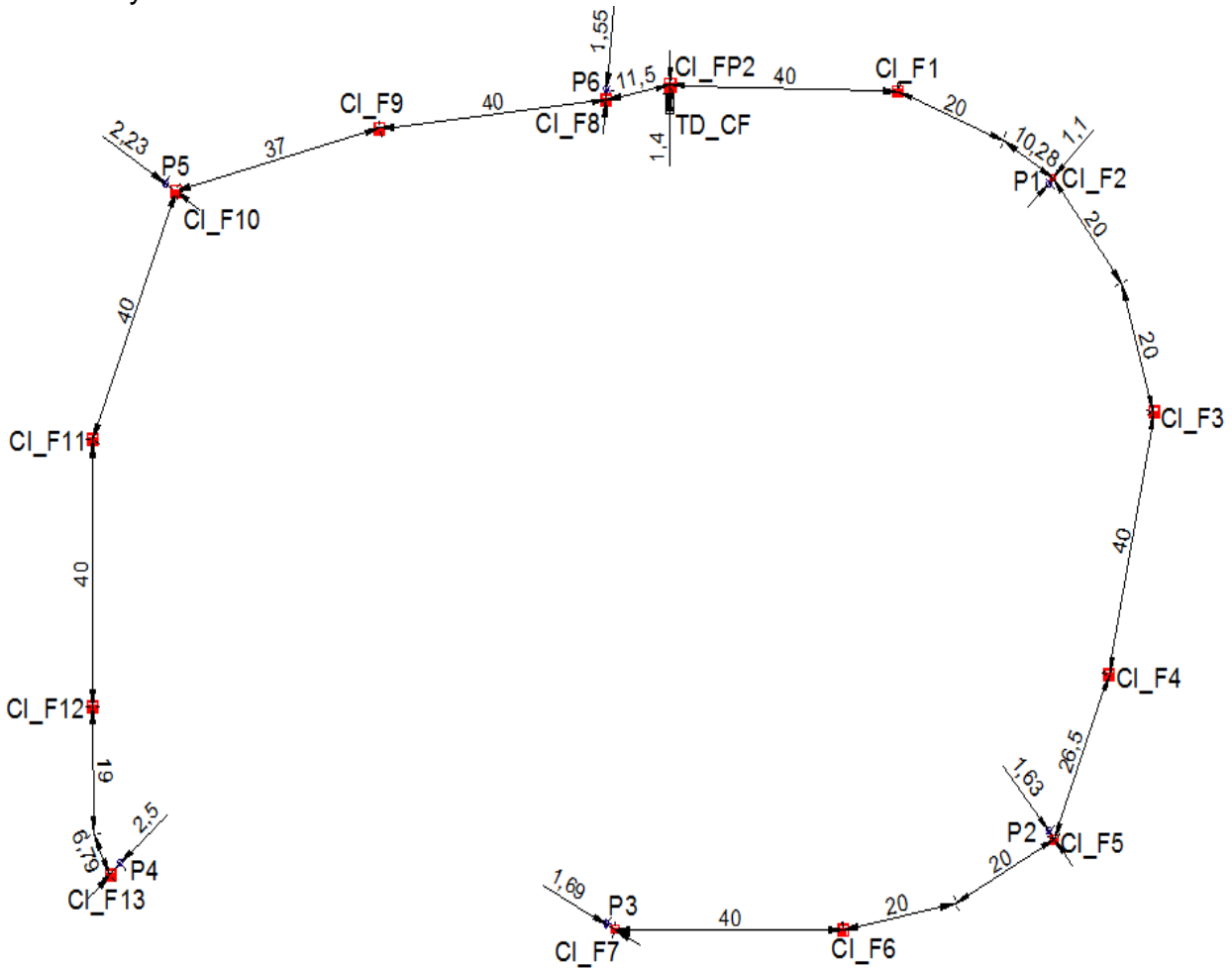


Fig. 81 Distancias Canalización Cancha 1° Marzo y Pista Atlética, Clase II
“Ver plano Canalizaciones CANCHA 1RO DE MARZO y ATLETISMO CLASE II”
 Fuente: Autores.

5.3.3.1 REDES ELECTRICAS CANCHA 1RO DE MARZO CLASE II

Tanto en el circuito de competición como en el de entrenamiento, la ruta es la que se muestra anteriormente, pero como del tablero de distribución se derivan los ramales para los seis postes, se tendrán seis ductos (cuatro para el alumbrado del campo de fútbol y dos para la pista atlética) saliendo de éste a la caja de inspección **CI_FP2**, la cual se utilizará como llegada de la acometida y derivación para los diferentes ramales, los cuales transportan los circuitos de competición y entrenamiento para cada disciplina deportiva. Para tal fin, de ésta caja se derivan ocho ductos, cuatro (dos por cancha) hacia la caja **CI_F1** y cuatro (dos por cancha) hacia **CI_F8**, con los circuitos de competición y entrenamiento respectivamente.

En los circuitos de competición de la cancha 1° de Marzo se alimentarán un total de 38 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L2, P1L3, P1L4, P1L5, P1L6, P1L10, P1L11.
- **Poste 2:** P2L1, P2L2, P2L3, P2L5, P2L8, P2L11.
- **Poste 3:** P3L2, P3L4, P3L5, P3L6, P3L11, P3L12, P3L14.
- **Poste 4:** P4L2, P4L3, P4L8, P4L9, P4L10, P4L12.
- **Poste 5:** P5L1, P5L2, P5L3, P5L5, P5L8, P5L11.
- **Poste 6:** P6L1, P6L3, P6L5, P6L10, P6L12, P6L14.

5.3.3.1.1 CIRCUITO 1, COMPETICIÓN CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P1 Y P2.

En el primer circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P1** y **P2**) se consume una carga de:

$$S_{cto\ 1} = 13 \times 2244 = 29,172 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_Cf** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P2) serían:

$$I_{cto\ 1} = \frac{S_{cto\ 1}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{29,172}{\sqrt{3}(440)} = 38,2783 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto\ 1} \cdot 1,25\% = 47,8479 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 2** ya que hasta la caja de inspección **CI_F5** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#6 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,56%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 1 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P2**, la luminaria **L1**) es:

$$M_E - Cto1 = [1x(0,9) + 2x(0,45) + 3x(0,9) + 5x(0,9) + 6x(26,1 + 0,45 + 1,63 + 26,5 + 40 + 20 + 20) + 13x(10,28 + 20 + 40 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 3978,54468 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (3978,54468) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,8347\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para el circuito 1 se calculará una vez se conozcan los conductores del circuito 2, ya que ambos circuitos lo comparten.

5.3.3.1.2 CIRCUITO 2, COMPETICIÓN CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P3.

En el segundo circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto2} = 7 \times 2244 = 15,708 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto2} = \frac{S_{cto2}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{15,708}{\sqrt{3}(440)} = 20,6114 [A] \rightarrow I_{cto2} \cdot 1,25\% = 25,7643 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#10 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 1** ya que hasta la caja de inspección **CI_F5** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#10} \times F_{C-\#} = 30 \times 0,8 = 24 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#10 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 30 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,56%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 2 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L4**) es:

$$M_E - Cto2 = [1x(0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 4x(0,9) + 6x(0,9) + 7x(25,2 + 0,45 + 1,69 + 40 + 20 + 20 + 26,5 + 40 + 20 + 20 + 10,28 + 20 + 40 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 4541,27256 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_s es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (4541,27256) \cdot (1)}{(440)^2} = 5,1044\%$$

Como no se cumple con el criterio de regulación, calculamos la constante de regulación K_G que provea una regulación menor al **4,4%**:

$$K_G = \frac{\delta\% V_L^2}{M_E F_s} = \frac{(4,4) \cdot (440)^2}{(4541,27256) \cdot (1)} = 187,5774$$

Para este valor de K_G , sirve de la tabla **3,25** de la Norma ESSA (pág. 49) el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado), así que comprobamos la regulación con éste nuevo conductor:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (4541,27256) \cdot (1)}{(440)^2} = 3,2571\% \quad \rightarrow \quad \text{Cumple con la regulación.}$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 30 [A].

El ducto para los circuitos 1 y 2 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el poste **P2** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	6 AWG	10 AWG
Fases	3	3	---
Tierra	---	---	1
Área del Conductor	62,8	46,8	15,7

$$A_{\text{tubo}} = \frac{3(62,8) + 3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 861,25 \text{ [mm}^2\text{]}$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de **1 ½"**, (pulgada y media).

Así mismo, el ducto para el circuito 2 (desde la caja de inspección **CI_F5** hasta el poste **P3** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	46,8	15,7

$$A_{\text{tubo}} = \frac{3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 390,25 \text{ [mm}^2\text{]}$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de **1"**, (una pulgada).

5.3.3.1.3 CIRCUITO 3, COMPETICIÓN CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P6 Y P5.

En el tercer circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P6** y **P5**) se consume una carga de:

$$S_{cto3} = 12 \times 2244 = 26,928 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P5) serían:

$$I_{cto3} = \frac{S_{cto3}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{26928}{\sqrt{3}(440)} = 35,3338 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto3} \cdot 1,25\% = 44,1673 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 4** ya que hasta el poste **P5** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#6 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,56%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 3 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P5**, la luminaria **L1**) es:

$$M_E - Cto3 = [1x(0,9) + 2x(0,45) + 3x(0,9) + 5x(0,9) + 6x(26,1 + 0,45 + 2,23 + 37 + 40) + 12x(11,5 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 1841,60592 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (1841,60592) \cdot (1)}{(440)^2} = 0,8493\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para el circuito 3 se calculará una vez se conozcan los conductores del circuito 4, ya que ambos circuitos lo comparten.

5.3.3.1.4 CIRCUITO 4, COMPETICIÓN CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P4.

En el cuarto circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P4**) se consume una carga de:

$$S_{cto4} = 6 \times 2244 = 13,464 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_Cf** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P4) serían:

$$I_{cto4} = \frac{S_{cto4}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{13464}{\sqrt{3}(440)} = 17,6669 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto4} \cdot 1,25\% = 22,0836 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #12 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 25 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 3** ya que hasta el poste **P5** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#12} \times F_{C-\#} = 25 \times 0,8 = 20 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#12 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#10} \times F_{C-\#} = 30 \times 0,8 = 24 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, pero como la protección comercial es de 25 [A], se debe escoger un conductor que tenga la capacidad de transportar una mayor cantidad de corriente, por lo que seleccionamos el #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 25 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,56%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 4 (desde el tablero

de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P4**, la luminaria **L2**) es:

$$M_E - Cto2 = [1x(0,45) + 2x(0,9) + 3x(0,9) + 6x(27,1 + 0,45 + 2,5 + 6,79 + 19 + 40 + 40 + 37 + 40 + 11,5 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 3075,37956 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (3075,37956) \cdot (1)}{(440)^2} = 3,4567\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 25 [A].

El ducto para los circuitos 3 y 4 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el poste **P5** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	8 AWG	10 AWG
Fases	3	3	---
Tierra	---	---	1
Área del Conductor	62,8	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 721,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 1/4"**, (pulgada y cuarto).

Así mismo, el ducto para el circuito 4 (desde la caja de inspección **CI_F10** hasta el poste **P4** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	8 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 250,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 3/4"**, (tres cuartos de pulgada).

En los circuitos de entrenamiento de la cancha 1° de Marzo se alimentarán un total de 26 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L1, P1L7, P1L8, P1L9.
- **Poste 2:** P2L4, P2L6, P2L7, P2L10, P2L12.
- **Poste 3:** P3L1, P3L3, P3L10.
- **Poste 4:** P4L1, P4L5, P4L6, P4L7, P4L11.
- **Poste 5:** P5L4, P5L6, P5L7, P5L10, P5L12.
- **Poste 6:** P6L2, P6L4, P6L6, P6L11.

5.3.3.1.5 CIRCUITO 5, ENTRENAMIENTO CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P1, P2, Y P3.

En el primer circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P1**, **P2** y **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto5} = 12 \times 2244 = 26,928 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_Cf** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto5} = \frac{S_{cto5}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{26928}{\sqrt{3}(440)} = 35,3338 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto5} \cdot 1,25\% = 44,1673 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado). (No se aplica el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, debido a que no se comparte el ducto con otro circuito).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,56%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 5 (desde el tablero de distribución **TD_Cf** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L1**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto5 &= [1x(0,9 + 0,45) + 2x(0,9 + 0,9) + 3x(26,1 + 0,45 + 1,69 + 40 + 20 + 20) \\ &\quad + 8x(26,5 + 40 + 20 + 20) + 12x(10,28 + 20 + 40 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 \\ &= 4631,68332 \text{ [kVA - m]} \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (4631,68332) \cdot (1)}{(440)^2} = 3,3219\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para el circuito 5 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el poste **P3** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 390,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1"**, (una pulgada).

5.3.3.1.6 CIRCUITO 6, ENTRENAMIENTO CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P6 Y P5.

En el segundo circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P6** y **P5**) se consume una carga de:

$$S_{cto 6} = 9 \times 2244 = 20,196 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P5) serían:

$$I_{cto 6} = \frac{S_{cto 6}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{20196}{\sqrt{3} (440)} = 26,5004 [A] \rightarrow I_{cto 6} \cdot 1,25\% = 33,1255 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 7** ya que hasta el poste **P5** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\# 8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#8 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 40 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,56%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 6 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P5**, la luminaria **L4**) es:

$$M_E - Cto6 = [1x(0,9 + 0,45 + 0,9) + 3x(0,9) + 5x(26,1 + 0,45 + 2,23 + 37 + 40) + 9x(11,5 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 1495,8504 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (1495,8504) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,0728\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 40 [A].

El ducto para el circuito 6 se calculará una vez se conozcan los conductores del circuito 7, ya que ambos circuitos lo comparten.

5.3.3.1.7 CIRCUITO 7, ENTRENAMIENTO CANCHA 1° MARZO: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P4.

En el tercer circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P4**) se consume una carga de:

$$S_{cto7} = 5 \times 2244 = 11,220 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P4) serían:

$$I_{Cto7} = \frac{S_{cto7}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{11220}{\sqrt{3}(440)} = 14,7224 [A] \rightarrow I_{Cto7} \cdot 1,25\% = 18,4030 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 6** ya que hasta el poste **P5** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 20 \times 0,8 = 16 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#14 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #12 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 25 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#12} \times F_{C-\#} = 25 \times 0,8 = 20 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #12 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 25 [A], y un valor de K_G de 532,18 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 20 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94), y a la nota de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,56%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 7 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P4**, la luminaria **L1**) es:

$$M_E - Cto7 = [1x(0,9 + 0,45 + 0,9) + 4x(0,9) + 5x(27,1 + 0,45 + 2,5 + 6,79 + 19 + 40 + 40 + 37 + 40 + 11,5 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 2566,6872 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{532,18 \cdot (2566,6872) \cdot (1)}{(440)^2} = 7,0554\%$$

Como no se cumple con el criterio de regulación, calculamos la constante de regulación K_G que provea una regulación menor al **4,4%**:

$$K_G = \frac{\delta\% V_L^2}{M_E F_S} = \frac{(4,4) \cdot (440)^2}{(2566,6872) \cdot (1)} = 331,8830$$

Para este valor de K_G , sirve de la tabla **3,25** de la Norma ESSA (pág. 49) el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado), así que comprobamos la regulación con éste nuevo conductor:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (2566,6872) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,8849 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#12 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 20 [A], pero como es compartido se utilizará el del circuito 6.

El ducto para los circuitos 6 y 7 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el poste **P5** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	8 AWG	10 AWG
Fases	3	3	---
Tierra	---	---	1
Área del Conductor	46,8	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 601,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de **1 $\frac{1}{4}$ "**, (pulgada y cuarto).

Así mismo, el ducto para el circuito 7 (desde la caja de inspección **CI_F10** hasta el poste **P4** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	8 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 250,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de **3/4"**, (tres cuartos de pulgada). El cuadro de carga para esta red se presenta en el **Anexo EE**.

5.3.3.2 REDES ELECTRICAS PISTA ATLÉTICA CLASE II

Tanto en el circuito de competición como en el de entrenamiento, la ruta es la que se muestra en la **figura 81**, pero como del tablero de distribución se derivan los ramales para los seis postes, se tendrán seis ductos (cuatro para el alumbrado del campo de fútbol y dos para la pista atlética) saliendo de éste a la caja de inspección **CI_FP2**, la cual se utilizará como llegada de la acometida y derivación para los diferentes ramales, los cuales transportan los circuitos de competición y entrenamiento para cada disciplina deportiva. Para tal fin, de ésta caja se derivan ocho ductos, cuatro (dos por cancha) hacia la caja **CI_F1** y cuatro (dos por cancha) hacia **CI_F8**, con los circuitos de competición y entrenamiento respectivamente.

En los circuitos de competición de la pista atlética se alimentarán un total de 8 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L12.
- **Poste 2:** P2L9, P2L14.
- **Poste 3:** P3L7.
- **Poste 4:** P4L4.
- **Poste 5:** P5L9.
- **Poste 6:** P6L8, P6L9.

5.3.3.2.1 CIRCUITO 8, COMPETICIÓN PISTA ATLÉTICA: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P1, P2 Y P3.

En el primer circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P1**, **P2** y **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto\ 8} = 4 \times 2244 = 8,976 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto\ 8} = \frac{S_{cto\ 8}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{8976}{\sqrt{3} (440)} = 11,7779 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto\ 8} \cdot 1,25\% = 14,7224 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 9** ya que hasta la caja **CI_FP2** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#14} \times F_{C-\#} = 20 \times 0,8 = 16 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#14 cu TW) es mayor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], y un valor de K_G de 842,141 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 15 [A], de acuerdo a la nota de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), y a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,56%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 8 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L8**) es:

$$M_E - Cto8 = [1x(0,45 + 27 + 0,45 + 1,69 + 40 + 20 + 20) + 3x(26,5 + 40 + 20 + 20) + 4x(10,28 + 20 + 40 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2223 = 1622,88324 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_s es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (1622,88324) \cdot (1)}{(440)^2} = 7,0594\%$$

Como no se cumple con el criterio de regulación, calculamos la constante de regulación K_G que provea una regulación menor al **4,4%**:

$$K_G = \frac{\delta\% V_L^2}{M_E F_s} = \frac{(4,4) \cdot (440)^2}{(1622,88324) \cdot (1)} = 524,8929$$

Para este valor de K_G , sirve de la tabla **3,25** de la Norma ESSA (pág. 49) el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], y un valor de K_G de 337,154 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado), así que comprobamos la regulación con éste nuevo conductor:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{337,154 \cdot (1622,88324) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,8262\% \quad \rightarrow \quad \text{Cumple con la regulación.}$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#10 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#14 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 15 [A].

El ducto para el circuito 8 (desde la caja de inspección **CI_FP2** hasta el poste **P3** de la pista atlética), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	10 AWG	14 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	15,7	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{3(15,7) + 1(8,9)}{0,4} = 140 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de $\frac{1}{2}$ "**, (media pulgada).

5.3.3.2.2 CIRCUITO 9, COMPETICIÓN PISTA ATLÉTICA: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P6, P5 Y P4.

En el segundo circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P6**, **P5**, y **P4**) se consume una carga de:

$$S_{cto\ 9} = 4 \times 2244 = 8,976 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto\ 9} = \frac{S_{cto\ 9}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{8976}{\sqrt{3}(440)} = 11,7779 [A] \rightarrow I_{cto\ 9} \cdot 1,25\% = 14,7224 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 8** ya que hasta la caja **CI_FP2** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#14} \times F_{C-\#} = 20 \times 0,8 = 16 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#14 cu TW) es mayor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], y un valor de K_G de 842,141 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 15 [A], de acuerdo a la nota de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), y a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,56%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 9 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P4**, la luminaria **L4**) es:

$$M_E - Cto9 = [1x(0,9 + 0,45 + 28,9 + 0,45 + 2,5 + 6,79 + 19 + 40 + 40) + 2x(37 + 40) + 4x(11,5 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 789,86556 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (789,86556) \cdot (1)}{(440)^2} = 3,4358\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#14 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#14 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 15 [A], y como este conductor será compartido, se utilizará el del circuito 8.

El ducto para el circuito 9 (desde la caja de inspección **CI_FP2** hasta el poste **P4** de la pista atlética), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	14 AWG
Fases	3
Tierra	1
Área del Conductor	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{3(8,9) + 1(8,9)}{0,4} = 89 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de $\frac{1}{2}$ " , (**media pulgada**).

Como ya conocemos el calibre de los conductores que irán por el ducto que conduce desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la caja de inspección **CI_FP2**, el cual transportará los circuitos 8 y 9 de competición, podemos determinar su tamaño como sigue a continuación, pero teniendo en cuenta que el conductor de tierra será compartido:

Conductor cu TW	10 AWG	14 AWG
Fases	3	3
Tierra	---	1
Área del Conductor	15,7	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{3(15,7) + 3(8,9) + 1(8,9)}{0,4} = 206,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 3/4"**, (tres cuartos de pulgada).

En los circuitos de entrenamiento de la pista atlética se alimentarán un total de 11 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L13, P1L14.
- **Poste 2:** P2L13.
- **Poste 3:** P3L8, P3L9, P3L13.
- **Poste 4:** P4L13, P4L14.
- **Poste 5:** P5L13, P5L14.
- **Poste 6:** P6L7.

5.3.3.2.3 CIRCUITO 10, ENTRENAMIENTO PISTA ATLÉTICA: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P1, P2 Y P3.

En el primer circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P1**, **P2** y **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto 10} = 6 \times 2244 = 13,464 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P4) serían:

$$I_{cto 10} = \frac{S_{cto 10}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{13464}{\sqrt{3} (440)} = 17,6669 [A] \rightarrow I_{cto 10} \cdot 1,25\% = 22,0836 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #12 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 25 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 11** ya que hasta la caja **CI_FP2** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\# 12} \times F_{C-\#} = 25 \times 0,8 = 20 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#12 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#10} \times F_{C-\#} = 30 \times 0,8 = 24 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, pero como la protección comercial es de 25 [A], se debe escoger un conductor que tenga la capacidad de transportar una mayor cantidad de corriente, por lo que seleccionamos el #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 25 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,56%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 10 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L8**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto10 &= [1x(0,9 + 0,45 + 0,9) + 2x(0,9) + 3x(25,2 + 0,45 + 1,69 + 40 + 20 + 20) \\ &\quad + 4x(26,5 + 40 + 20 + 20) + 6x(10,28 + 20 + 40 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2244 \\ &= 2677,653 [kVA - m] \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (2677,653) \cdot (1)}{(440)^2} = 3,0097\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 25 [A].

El ducto para el circuito 10 (desde la caja de inspección **CI_FP2** hasta el poste **P3** de la pista atlética), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	8 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 250,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 3/4"**, (tres cuartos de pulgada).

5.3.3.2.4 CIRCUITO 11, ENTRENAMIENTO PISTA ATLÉTICA: ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P6, P5 Y P4.

En el segundo circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P6**, **P5** y **P4**) se consume una carga de:

$$S_{cto\ 11} = 5 \times 2244 = 11,220 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P4) serían:

$$I_{cto\ 11} = \frac{S_{cto\ 11}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{11220}{\sqrt{3}(440)} = 14,7224 [A] \rightarrow I_{cto\ 11} \cdot 1,25\% = 18,4030 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 10** ya que hasta la caja **CI_FP2** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 20 \times 0,8 = 16 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#14 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #12 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 25 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#12} \times F_{C-\#} = 25 \times 0,8 = 20 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #12 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 25 [A], y un valor de K_G de 532,18 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 20 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94), y a la nota de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,56%, tenemos un valor máximo permitido de 4,4% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 11 (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P4**, la luminaria **L13**) es:

$$M_E - Cto11 = [1x(0,9 + 0,9 + 0,45) + 2x(28,9 + 0,45 + 2,5 + 6,79 + 19 + 40 + 40) + 4x(37 + 40) + 5x(11,5 + 1,4 + 0,45 + 1,4)]x2223 = 1479,42432 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{532,18 \cdot (1479,42432) \cdot (1)}{(440)^2} = 4,0667\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#12 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#12 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 20 [A].

El ducto para el circuito 11 (desde la caja de inspección **CI_FP2** hasta el poste **P4** de la pista atlética), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	12 AWG
Fases	3
Tierra	1
Área del Conductor	11,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(11,7) + 1(11,7)}{0,4} = 117 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de **1/2"**, (media pulgada).

Como ya conocemos el calibre de los conductores que irán por el ducto que conduce desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta la caja de inspección **CI_FP2**, el cual transportará los circuitos 10 y 11 de entrenamiento, podemos determinar su tamaño como sigue a continuación, pero teniendo en cuenta que el conductor de tierra será compartido por los circuitos:

Conductor cu TW	8 AWG	10 AWG	12 AWG
Fases	3	---	3
Tierra	---	1	1
Área del Conductor	28,2	15,7	11,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(28,2) + 1(15,7) + 3(11,7) + 1(11,7)}{0,4} = 367,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1", (una pulgada)**. El cuadro de carga para esta red se presenta en el **Anexo EE**.

5.3.4 REDES ELECTRICAS: CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)

La carga máxima que requiere este escenario, debido a la iluminación que se utiliza para competencias en la cancha de softball es:

$$S_{C-Softball-Rugby (Normal)} = 48 \text{ proyectores} \times 2244 [VA] = 107,712 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero general de acometidas hasta el tablero de distribución de este escenario serían:

$$I_{C-Softball-Rugby (Normal)} = \frac{S_{C-Softball-Rugby (Normal)}}{\sqrt{3} V_L} = \frac{107712}{\sqrt{3} \times 440} = 141,3353 [A]$$

$$\rightarrow I_{C-Softball-Rugby (Normal)} \cdot 1,25\% = 176,6692 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se seleccionaría de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor 3/0 cu THW a 75°C, el cual tiene una capacidad nominal de 200 [A], y un valor de K_G de 25,5891 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito de acometida se escoge de 3 x 200 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para este tramo se determinó que debía ser menor al 2,1%. La distancia desde el tablero general de acometidas hasta el tablero de distribución de esta cancha es: (**Ver plano Rutas de los circuitos de alimentación**).

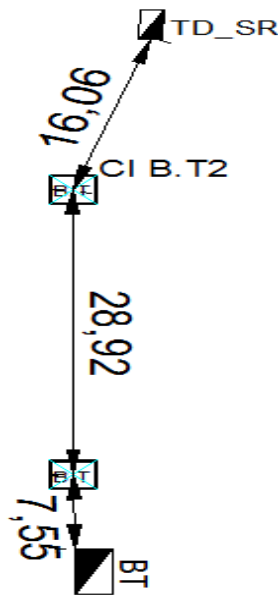


Fig. 82 Distancias y Canalización Para la Cancha Softball y Rugby (Original).
Fuente: Autores.

$$\text{distancia - total - CSR} = h_{T-D-G} + 2 \cdot h_{enterramiento} + l_{total\ cto} + h_{T-D-SR}$$

Donde:

- h_{T-D-G} : Altura del tablero de distribución general = 1,4 [m]
- $h_{enterramiento}$: Profundidad de enterramiento de los conductores = 0,45 [m]
- $l_{total\ cto}$: Longitud total del circuito = 7,55 + 28,92 + 16,06 = 52,53 [m]
- $h_{T-D-Cancha\ SOFTBALL-RUGBY}$: Altura del tablero de distribución de la cancha softball – rugby = 1,4 [m]

$$\text{distancia - total - CS - R} = 1,4 + 0,45 + 52,53 + 0,45 + 1,4 = 56,23 \text{ [m]}$$

Entonces el momento eléctrico M_E total es:

$$M_E = S_{C-Softball-Rugby (Normal)} \times \text{distancia - total - CS - R} = 107,712 \times 56,23 = 6056,64576 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser un circuito trifásico, el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{25,5891 \cdot (6056,64576) \cdot (1)}{(440)^2} = 0,8005\%$$

Entonces por capacidad amperimétrica y regulación de tensión, se selecciona para las fases el conductor **#3/0 AWG cu THW a 75°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#6 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 200 [A].

El ducto para este tramo (desde el tablero general hasta el tablero del campo Softball-Rugby), tomando el área total del conductor de la **tabla 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 921) será:

Conductor cu THW	3/0 AWG	6 AWG
Fases	3	---
Neutro	---	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	201,1	46,8

$$A_{Tubo} = \frac{3(201,1) + 1(46,8)}{0,4} = 1625,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 2"**, **(dos pulgadas)**.

Para el cálculo de los conductores de los circuitos de competición y entrenamiento de Softball y Rugby, se tomó la ruta que se muestra a continuación, tratando de alimentar igual número de postes tal y como se mostró en la **Ruta 1 de la cancha Sur**:

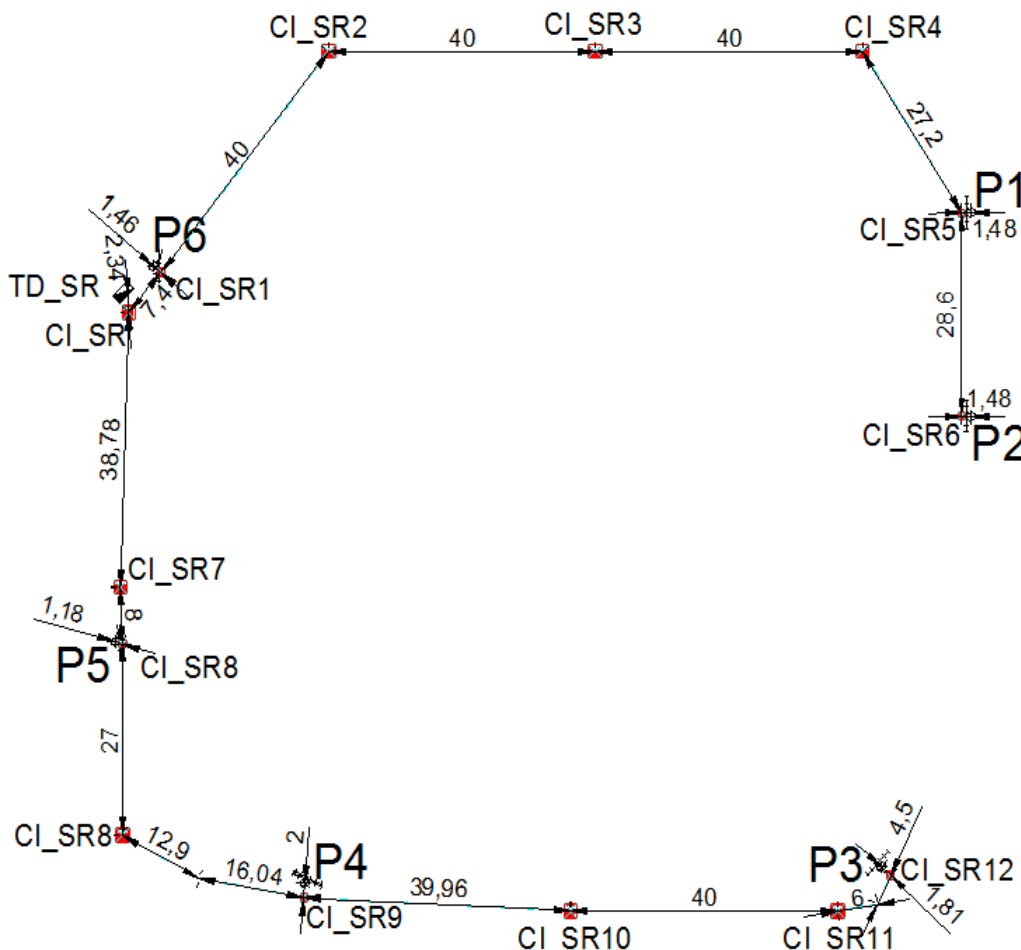


Fig. 83 Distancias Canalización Cancha Softball y Rugby (Original).
“Ver plano Canalizaciones CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)”

Fuente: Autores.

5.3.4.1 REDES ELECTRICAS CANCHA SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL)

Tanto en el circuito de competición como en el de entrenamiento, la ruta es la que se muestra anteriormente, pero como del tablero de distribución se derivan los ramales para los seis postes, se tendrán cinco ductos (tres para el alumbrado del campo de softball y dos para el de rugby) saliendo de éste a la caja de inspección **CI_SR**, la cual se utilizará como derivación para los diferentes ramales, los cuales transportan dos circuitos de competición y dos de entrenamiento para cada disciplina deportiva. Para tal fin, de ésta caja se derivan ocho ductos, cuatro (dos por cancha) hacia la caja **CI_SR1** y cuatro (dos por cancha) hacia **CI_SR7**, con los circuitos de competición y entrenamiento respectivamente.

En los circuitos de competición de la cancha de Softball se alimentarán un total de 27 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** - - -.
- **Poste 2:** P2L1, P2L3, P2L8, P2L9.
- **Poste 3:** P3L1, P3L3, P3L5, P3L6.
- **Poste 4:** P4L1, P4L3, P4L4, P4L6, P4L7, P4L8, P4L9, P4L10.
- **Poste 5:** P5L2, P5L3, P5L4, P5L6, P5L9, P5L10.
- **Poste 6:** P6L2, P6L4, P6L5, P6L8, P6L10.

5.3.4.1.1 CIRCUITO 1, COMPETICIÓN CANCHA SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P6, Y P2.

En el primer circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P6** y **P2**) se consume una carga de:

$$S_{cto1} = 9 \times 2244 = 20,196 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P2) serían:

$$I_{cto1} = \frac{S_{cto1}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{20196}{\sqrt{3}(440)} = 26,5004 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto1} \cdot 1,25\% = 33,1255 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 40 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de

distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 1 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P2**, la luminaria **L1**) es:

$$M_E - Cto1 = [1x(0,9 + 0,9) + 2x(0,45 + 0,9) + 4x(28,5 + 0,45 + 1,48 + 28,6 + 27,2 + 40 + 40 + 40) + 9x(7,4 + 2,34 + 0,45 + 1,4)]x2223 = 2095,29012 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_s es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (2095,29012) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,3551\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 40 [A].

El ducto para el circuito 1 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el poste **P2** de la cancha softball (rugby original)), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	8 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 250,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de $\frac{3}{4}$ "**, (tres cuartos de pulgada).

5.3.4.1.2 CIRCUITO 2, COMPETICIÓN CANCHA SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P5.

En el segundo circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P5**) se consume una carga de:

$$S_{cto2} = 6 \times 2244 = 13,464 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P5) serían:

$$I_{Cto2} = \frac{S_{cto2}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{13463}{\sqrt{3}(440)} = 17,6669 [A] \rightarrow I_{Cto2} \cdot 1,25\% = 22,0836 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #12 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 25 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 3** ya que hasta el poste **P5** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#12} \times F_{C-\#} = 25 \times 0,8 = 20 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#12 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#10} \times F_{C-\#} = 30 \times 0,8 = 24 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, pero como la protección comercial es de 25 [A], se debe escoger un conductor que tenga la capacidad de transportar una mayor cantidad de corriente, por lo que seleccionamos el #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 25 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 2 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P5**, la luminaria **L6**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto2 &= [1x(0,9 + 0,9) + 2x(0,45) + 4x(0,9) \\ &\quad + 6x(29 + 0,45 + 1,18 + 8 + 38,78 + 2,34 + 0,45 + 1,4)]x2244 \\ &= 1112,7996 [kVA - m] \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (1112,7996) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,2508\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 25 [A].

El ducto para el circuito 2 se calculará una vez se conozcan los conductores del circuito 3, ya que ambos circuitos lo comparten.

5.3.4.1.3 CIRCUITO 3, COMPETICIÓN CANCHA SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P4 Y P3.

En el tercer circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P4** y **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto\ 3} = 12 \times 2244 = 26,928 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto\ 3} = \frac{S_{cto\ 3}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{26928}{\sqrt{3}(440)} = 35,3338 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto\ 3} \cdot 1,25\% = 44,1673 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 2** ya que hasta el poste **P5** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (**#6 cu TW**) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 3 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L1**) es:

$$M_E - Cto3 = [1x(0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 4x(25,7 + 0,45 + 1,81 + 4,5 + 6 + 40 + 39,96) + 12x(16,04 + 12,9 + 27 + 8 + 38,78 + 2,34 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 3948,879 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (3948,879) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,8210\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para los circuitos 2 y 3 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el poste **P5** de la cancha softball (rugby original)), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	8 AWG	10 AWG
Fases	3	3	---
Tierra	---	---	1
Área del Conductor	62,8	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 721,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 $\frac{1}{4}$ "**, (pulgada y cuarto).

Así mismo, el ducto para el circuito 3 (desde la caja de inspección **CI_SR8** hasta el poste **P3** de la cancha 1° de marzo), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	4 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	62,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 1(15,7)}{0,4} = 510,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 $\frac{1}{4}$ "**, (pulgada y cuarto).

En los circuitos de entrenamiento de la cancha softball (rugby original) se alimentarán un total de 21 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** - - -.
- **Poste 2:** P2L2, P2L4, P2L5, P2L6, P2L7, P2L10.
- **Poste 3:** P3L2, P3L4, P3L7.
- **Poste 4:** P4L2, P4L5.
- **Poste 5:** P5L1, P5L5, P5L7, P5L8, P5L11.
- **Poste 6:** P6L1, P6L3, P6L6, P6L7, P6L9.

5.3.4.1.4 CIRCUITO 4, ENTRENAMIENTO CANCHA SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P6 Y P2.

En el primer circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P6** y **P2**) se consume una carga de:

$$S_{cto 4} = 11 \times 2244 = 24,684 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P2) serían:

$$I_{cto 4} = \frac{S_{cto 4}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{24684}{\sqrt{3} (440)} = 32,3893 [A] \rightarrow I_{cto 4} \cdot 1,25\% = 40,4867 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 5** ya que hasta la caja **CI_SR** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\# 6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, pero como la protección comercial es de 50 [A], se debe escoger un conductor que tenga la capacidad de transportar una mayor cantidad de corriente, por lo que seleccionamos el #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\# 4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 4 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P2**, la luminaria **L6**) es:

$$M_E - Cto4 = [1x(0,9) + 2x(0,9) + 3x(0,45) + 4x(0,9) + 6x(28,5 + 0,45 + 1,48 + 28,6 + 27,2 + 40 + 40 + 40) + 11x(7,4 + 2,34 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 3079,93488 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (3079,93488) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,4203\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para el circuito 4 (desde la caja de inspección **CI_SR** hasta el poste **P2** de la cancha softball (rugby original)), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	62,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 1(15,7)}{0,4} = 510,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de **1 $\frac{1}{4}$ "**, (pulgada y cuarto).

5.3.4.1.5 CIRCUITO 5, ENTRENAMIENTO CANCHA SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P5, P4 Y P3.

En el segundo circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P5, P4** y **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto5} = 10 \times 2244 = 22,440 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto5} = \frac{S_{cto5}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{22440}{\sqrt{3}(440)} = 29,4448 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto5} \cdot 1,25\% = 36,8061 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 4** ya que hasta la caja **CI_SR** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#8 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 40 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 5 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L4**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto5 &= [1x(0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 3x(25,7 + 0,45 + 1,81 + 4,5 + 6 + 40 + 39,96) \\ &\quad + 5x(16,04 + 12,9 + 27) + 10x(8 + 38,78 + 2,34 + 0,45 + 1,4)]x2223 \\ &= 2575,68564 \text{ [kVA - m]} \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (2575,68564) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,8473\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 40 [A], y como este conductor será compartido, se utilizará el del circuito 4.

El ducto para el circuito 5 (desde la caja de inspección **CI_SR** hasta el poste **P3** de la cancha softball (rugby original)), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 390,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1" , (una pulgada)**.

Como ya conocemos el calibre de los conductores que irán por el ducto que conduce desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la caja de inspección **CI_SR**, el cual transportará los circuitos 4 y 5 de entrenamiento, podemos determinar su tamaño como sigue a continuación, pero teniendo en cuenta que el conductor de tierra será compartidos:

Conductor cu TW	4 AWG	6 AWG	10 AWG
Fases	3	3	---
Tierra	---	---	1
Área del Conductor	62,8	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 861,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 1/2" , (pulgada y media)**. El cuadro de carga para esta red se presenta en el **Anexo EE**.

5.3.4.2 REDES ELECTRICAS CANCHA RUGBY (ORIGINAL)

Tanto en el circuito de competición como en el de entrenamiento, la ruta es la que se muestra en la **figura 83**, pero como del tablero de distribución se derivan los ramales para los seis postes, se tendrán cinco ductos (tres para el alumbrado del campo de softball y dos para la cancha de rugby) saliendo de éste a la caja de inspección **CI_SR**, la cual se utilizará como derivación para los diferentes ramales, los cuales transportan dos circuitos de competición y dos de entrenamiento para cada disciplina deportiva. Para tal fin, de ésta caja se derivan ocho ductos (cuatro por cancha), cuatro (dos por cancha) hacia la caja **CI_SR1** y cuatro (dos por cancha) hacia **CI_SR7**, con un circuito de competición y entrenamiento respectivamente.

En los circuitos de competición de la cancha de rugby se alimentarán un total de 21 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L3, P1L5, P1L8, P1L9.
- **Poste 2:** P2L1, P2L3, P2L5.
- **Poste 3:** P3L2, P3L4, P3L6.
- **Poste 4:** P4L1, P4L4, P4L6.
- **Poste 5:** P5L2, P5L3, P5L5.
- **Poste 6:** P6L2, P6L4, P6L5, P6L7, P6L8.

5.3.4.2.1 CIRCUITO 6, COMPETICIÓN CANCHA RUGBY (ORIGINAL): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P6, P1 Y P2.

En el primer circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P6**, **P1** y **P2**) se consume una carga de:

$$S_{cto\ 6} = 12 \times 2244 = 26,928 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto\ 6} = \frac{S_{cto\ 6}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{26928}{\sqrt{3}(440)} = 35,3338 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto\ 6} \cdot 1,25\% = 44,1673 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 7** ya que hasta la caja **CI_SR** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#6 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica

de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 6 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P2**, la luminaria **L1**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto6 &= [1x(0,9 + 0,9 + 0,45 + 0,9) + 3x(27,6 + 0,45 + 1,48 + 28,6) \\ &\quad + 7x(27,2 + 40 + 40 + 40) + 12x(7,4 + 2,34 + 0,45 + 1,4)]x2244 \\ &= 3022,71288 [kVA - m] \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (3022,71288) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,3939\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para el circuito 6 (desde la caja de inspección **CI_SR** hasta el poste **P2** de la cancha de rugby (original)), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	62,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 1(15,7)}{0,4} = 510,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 $\frac{1}{4}$ "**, (pulgada y cuarto).

5.3.4.2.2 CIRCUITO 7, COMPETICIÓN CANCHA RUGBY (ORIGINAL): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P5, P4 Y P3

En el segundo circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P5**, **P4**, y **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto7} = 9 \times 2244 = 20,196 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto7} = \frac{S_{cto7}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{20196}{\sqrt{3}(440)} = 26,5004 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto7} \cdot 1,25\% = 33,1255 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 6** ya que hasta la caja **CI_SR** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#8 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 40 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 7 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L6**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto7 &= [1x(0,9 + 0,9 + 0,45 + 0,9 + 0,9) + 3x(24,8 + 0,45 + 1,81 + 4,5 + 6 + 40 + 39,96) \\ &\quad + 6x(16,04 + 12,9 + 27) + 9x(8 + 38,78 + 2,34 + 0,45 + 1,4)]x2223 \\ &= 2582,79912 \text{ [kVA - m]} \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (2582,79912) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,8524\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 40 [A], y como este conductor será compartido, se utilizará el del circuito 6.

El ducto para el circuito 7 (desde la caja de inspección **CI_SR** hasta el poste **P3** de la cancha rugby (original)), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 390,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1" , (una pulgada)**.

Como ya conocemos el calibre de los conductores que irán por el ducto que conduce desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la caja de inspección **CI_SR**, el cual transportará los circuitos 6 y 7 de competición, podemos determinar su tamaño como sigue a continuación, pero teniendo en cuenta que el conductor de tierra será compartido:

Conductor cu TW	4 AWG	6 AWG	10 AWG
Fases	3	3	---
Tierra	---	---	1
Área del Conductor	62,8	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 861,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 1/2" , (pulgada y media)**.

En los circuitos de entrenamiento de la cancha de rugby (original) se alimentarán un total de 20 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L1, P1L2, P1L4, P1L6, P1L7.
- **Poste 2:** P2L2, P2L4, P2L6.
- **Poste 3:** P3L1, P3L3, P3L5.
- **Poste 4:** P4L2, P4L3, P4L5.
- **Poste 5:** P5L1, P5L4, P5L6.
- **Poste 6:** P6L1, P6L3, P6L6.

5.3.4.2.3 CIRCUITO 8, ENTRENAMIENTO CANCHA RUGBY (ORIGINAL): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P6, P1 Y P2.

En el primer circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P6**, **P1** y **P2**) se consume una carga de:

$$S_{cto 8} = 11 \times 2244 = 24,684 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P2) serían:

$$I_{cto 8} = \frac{S_{cto 8}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{24684}{\sqrt{3} (440)} = 32,3893 [A] \rightarrow I_{cto 8} \cdot 1,25\% = 40,4867 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 9** ya que hasta la caja **CI_SR** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\# 6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, pero como la protección comercial es de 50 [A], se debe escoger un conductor que tenga la capacidad de transportar una mayor cantidad de corriente, por lo que seleccionamos el #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\# 4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 8 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P2**, la luminaria **L6**) es:

$$M_E - Cto8 = [1x(0,9 + 0,9 + 0,45 + 0,9) + 3x(27,6 + 0,45 + 1,48 + 28,6) + 8x(27,2 + 40 + 40 + 40) + 11x(7,4 + 2,34 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 3327,02172 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (3327,02172) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,5343\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para el circuito 8 (desde la caja de inspección **CI_SR** hasta el poste **P2** de la cancha de rugby (original)), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5(Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	62,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 1(15,7)}{0,4} = 510,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de **1 $\frac{1}{4}$ "**, (pulgada y cuarto).

5.3.4.2.4 CIRCUITO 9, ENTRENAMIENTO CANCHA DE RUGBY (ORIGINAL): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P5, P4 Y P3.

En el segundo circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P5**, **P4** y **P3**) se consume una carga de:

$$S_{cto 7} = 9 \times 2244 = 20,196 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto 9} = \frac{S_{cto 9}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{20196}{\sqrt{3}(440)} = 26,5004 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto 9} \cdot 1,25\% = 33,1255 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 8** ya que hasta la caja **CI_SR** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\# 8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#8 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\# 6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 40 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 9 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P3**, la luminaria **L1**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto9 &= [1x(0,9 + 0,9 + 0,45 + 0,9) + 2x(0,9) \\ &+ 3x(24,8 + 0,45 + 1,81 + 4,5 + 6 + 40 + 39,96) + 6x(16,04 + 12,9 + 27) \\ &+ 9x(8 + 38,78 + 2,34 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 2584,81872 \text{ [kVA - m]} \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_s es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (2584,81872) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,8539\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 40 [A], y como este conductor será compartido, se utilizará el del circuito 8.

El ducto para el circuito 9 (desde la caja de inspección **CI_SR** hasta el poste **P3** de la cancha de rugby (original)), tomando el área total del conductor de la **tabla 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 390,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1" , (una pulgada)**.

Como ya conocemos el calibre de los conductores que irán por el ducto que conduce desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la caja de inspección **CI_SR**, el cual transportará los circuitos 8 y 9 de entrenamiento, podemos determinar su tamaño como sigue a continuación, pero teniendo en cuenta que el conductor de tierra será compartido:

Conductor cu TW	4 AWG	6 AWG	10 AWG
Fases	3	3	---
Tierra	---	---	1
Área del Conductor	62,8	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 861,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 1/2" , (pulgada y media)**. El cuadro de carga para esta red se presenta en el **Anexo EE**.

5.3.5 REDES ELECTRICAS: CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)

La carga máxima que requiere este escenario, debido a la iluminación que se utiliza para competencias en la cancha de softball es:

$$S_{C-Softball-Rugby (Corrida)} = 56 \text{ proyectores} \times 2244 \text{ [VA]} = 125,664 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero general de acometidas hasta el tablero de distribución de este escenario serían:

$$I_{C-Softball-Rugby (Corrida)} = \frac{S_{C-Softball-Rugby (Corrida)}}{\sqrt{3} V_L} = \frac{125,664}{\sqrt{3} \times 440} = 164,8912 \text{ [A]}$$

$$\rightarrow I_{C-Softball-Rugby (Corrida)} \cdot 1,25\% = 206,1140 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se seleccionaría de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor 4/0 cu THW a 75°C, el cual tiene una capacidad nominal de 230 [A], y un valor de K_G de 21,1208 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito de acometida se escoge de 3 x 225 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para este tramo se determinó que debía ser menor al 2,1%. La distancia desde el tablero general de acometidas hasta el tablero de distribución de esta cancha es: (**Ver plano Rutas de los circuitos de alimentación**).

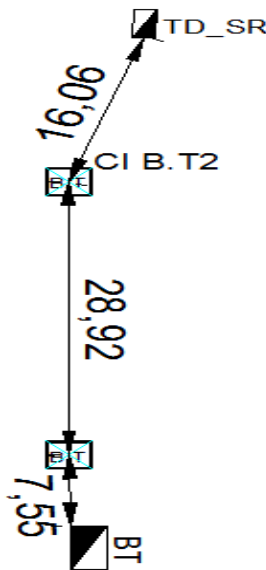


Fig. 84 Distancias y Canalización Para la Cancha Softball y Rugby (Corrida).

Fuente: Autores.

$$\text{distancia} - \text{total} - \text{CSR} = h_{T-D-G} + 2 \cdot h_{enterramiento} + l_{total\ cto} + h_{T-D-SR}$$

Donde:

- h_{T-D-G} : *Altura del tablero de distribución general* = 1,4 [m]
- $h_{enterramiento}$: *Profundidad de enterramiento de los conductores* = 0,45 [m]
- $l_{total\ cto}$: *Longitud total del circuito* = 7,55 + 28,92 + 16,06 = 52,53 [m]
- $h_{T-D-Cancha\ SOFTBALL-RUGBY}$: *Altura del tablero de distribución de la cancha softball – rugby* = 1,4 [m]

$$distancia - total - CS - R = 1,4 + 0,45 + 52,53 + 0,45 + 1,4 = 56,23 [m]$$

Entonces el momento eléctrico M_E total es:

$$M_E = S_{C-Softball-Rugby\ (Corrida)} \times distancia - total - CS - R = 125,664 \times 56,23 \\ = 7066,08672 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser un circuito trifásico, el factor F_s es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{21,1208 \cdot (7066,08672) \cdot (1)}{(440)^2} = 0,7709\%$$

Entonces por capacidad amperimétrica y regulación de tensión, se selecciona para las fases el conductor **#4/0 AWG cu THW a 75°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#4 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 225 [A].

El ducto para este tramo (desde el tablero general hasta el tablero de la cancha Softball-Rugby), tomando el área total del conductor de la **tabla 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 921) será:

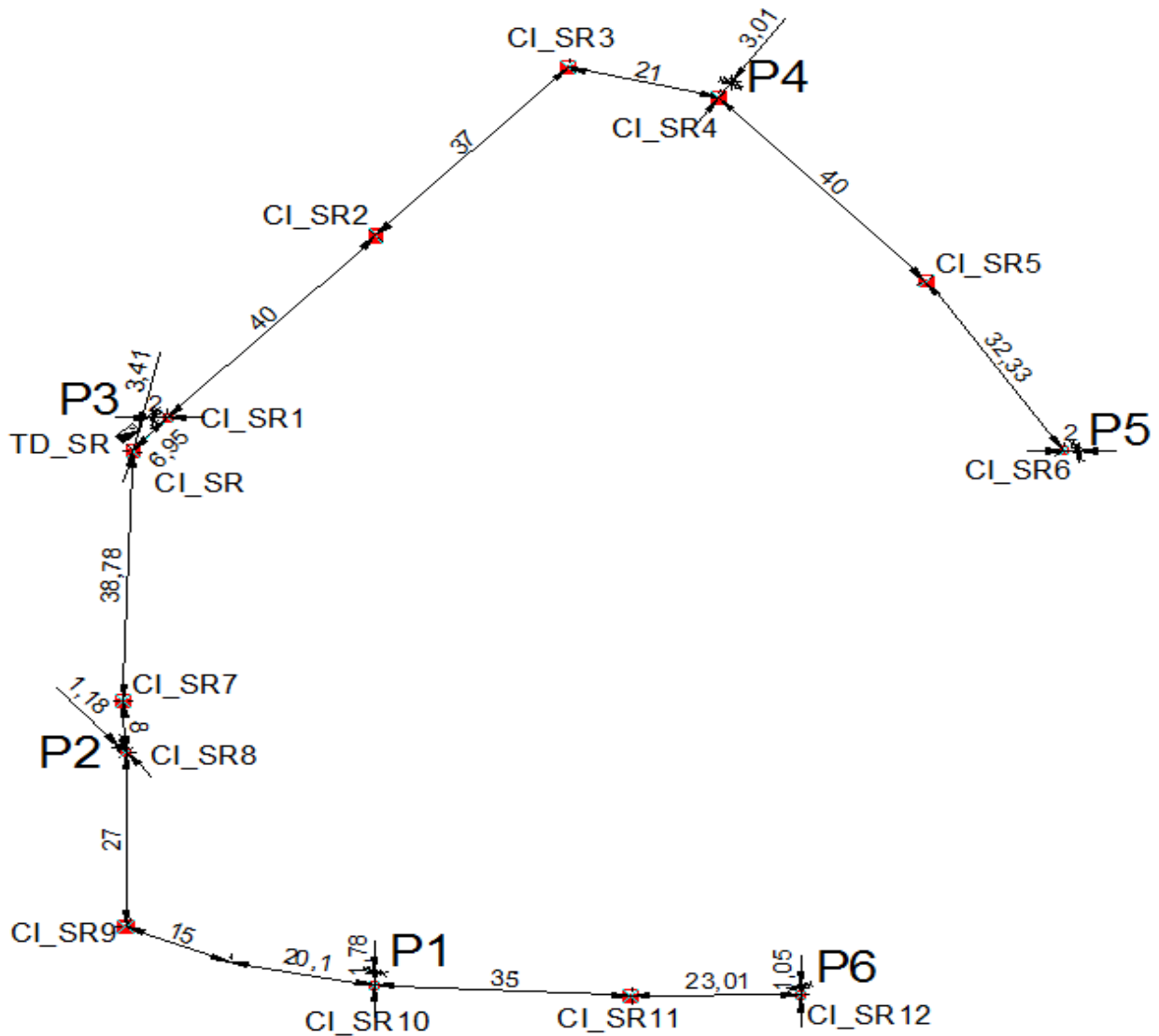
Conductor cu THW	4/0 AWG	4 AWG
Fases	3	---
Neutro	---	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	239,9	62,8

$$A_{Tubo} = \frac{3(239,9) + 1(62,8)}{0,4} = 1956,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de $2 \frac{1}{2}$ "**, (dos pulgadas y media).

Para el cálculo de los conductores de los circuitos de competición y entrenamiento de la cancha de Softball y Rugby (corrida), se tomó la ruta que se muestra a continuación, tratando de alimentar igual número de proyectores por poste.

Además, como en los diseños lumínicos que se realizaron para este campo en especial, se comparten algunos proyectores por ambos deportes, a éstos les llegarán cuatro conductores de fase para que iluminen cuando se utilice cualquiera de los dos escenarios deportivos, los cuales se empalmarán para que entren al proyector solamente dos (fases), más el conductor de tierra. El calibre de los conductores que entren al sistema de cada uno de los proyectores compartidos, será el mayor del calibre de las cuatro fases que lleguen a cada una de ellas.



**Fig. 85 Distancias Canalización Cancha Softball (Rugby Corrida).
"Ver plano Canalizaciones SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)"**

Fuente: Autores.

5.3.5.1 REDES ELECTRICAS CANCHA SOFTBALL (RUGBY CORRIDA)

Tanto en el circuito de competición como en el de entrenamiento, la ruta es la que se muestra anteriormente, pero como del tablero de distribución se derivan los ramales para los seis postes, se tendrán cinco ductos (tres para el alumbrado del campo de softball y dos para el de rugby) saliendo de éste a la caja de inspección **CI_SR**, la cual se utilizará como derivación para los diferentes ramales, los cuales transportan los circuitos de competición de entrenamiento para cada disciplina deportiva. Para tal fin, de ésta caja se derivan ocho ductos, cuatro (dos por cancha) hacia la caja **CI_SR1** y cuatro (dos por cancha) hacia **CI_SR7**, con los circuitos de competición y entrenamiento respectivamente.

En los circuitos de competición de la cancha de Softball se alimentarán un total de 36 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L2, P1L4, P1L5, P1L7, P1L9, P1L11.
- **Poste 2:** P2L1, P2L2, P2L4, P2L6, P2L7, P2L10.
- **Poste 3:** P3L1, P3L3, P3L9, P3L10, P3L11, P3L12, P3L14, P3L15.
- **Poste 4:** P4L1, P4L2, P4L3.
- **Poste 5:** P5L2, P5L3, P5L4, P5L6.
- **Poste 6:** P6L2, P6L3, P6L7, P6L8, P6L11, P6L12, P6L13, P6L15, P6L16.

5.3.5.1.1 CIRCUITO 1, COMPETICIÓN CANCHA SOFTBALL (RUGBY CORRIDA): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P2 Y P1.

En el primer circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P2** y **P1**) se consume una carga de:

$$S_{cto1} = 12 \times 2244 = 26,928 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto1} = \frac{S_{cto1}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{26928}{\sqrt{3}(440)} = 35,3338 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto1} \cdot 1,25\% = 44,1673 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 2** ya que hasta el poste **P1** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#6 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica

de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 1 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P1**, la luminaria **L4**) es:

$$M_E - Cto1 = [1x(0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 4x(0,9) + 6x(22,1 + 0,45 + 1,78 + 20,1 + 15 + 27) + 12x(8 + 38,78 + 3,41 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 2580,17364 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (2580,17364) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,1899\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para el circuito 1 se calculará una vez se conozcan los conductores del circuito 2, ya que ambos circuitos lo comparten.

5.3.5.1.2 CIRCUITO 2, COMPETICIÓN CANCHA SOFTBALL (RUGBY CORRIDA): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P6.

En el segundo circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P6**) se consume una carga de:

$$S_{cto2} = 9 \times 2244 = 20,196 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{Cto2} = \frac{S_{cto2}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{20196}{\sqrt{3}(440)} = 26,5004 [A] \rightarrow I_{Cto2} \cdot 1,25\% = 33,1255 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 8** ya que hasta el poste **P1** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#8 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 [A]$$

Entonces elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 40 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 2 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P6**, la luminaria **L2**) es:

$$M_E - Cto2 = [1x(0,45) + 2x(0,9) + 4x(0,9) + 6x(0,9) + 9x(24,2 + 0,45 + 1,05 + 23,01 + 35 + 20,1 + 15 + 27 + 8 + 38,78 + 3,41 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 4021,0236 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (4021,0236) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,8839\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 40 [A].

El ducto para los circuitos 1 y 2 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el poste **P1** de la cancha softball (rugby corrida)), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	6 AWG	10 AWG
Fases	3	3	---
Tierra	---	---	1
Área del Conductor	62,8	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 861,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 1/2", (pulgada y media)**.

Así mismo, el ducto para el circuito 2 (desde la caja de inspección **CI_SR10** hasta el poste **P6** de la cancha softball (rugby corrida)), tomando el área total del conductor de la de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 390,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1", (una pulgada)**.

5.3.5.1.3 CIRCUITO 3, COMPETICIÓN CANCHA SOFTBALL (RUGBY CORRIDA): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P3 Y P5.

En el tercer circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P3** y **P5**) se consume una carga de:

$$S_{cto3} = 12 \times 2244 = 26,928 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P5) serían:

$$I_{cto3} = \frac{S_{cto3}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{26928}{\sqrt{3}(440)} = 35,3338 [A] \rightarrow I_{cto3} \cdot 1,25\% = 44,1673 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 4** ya que hasta el poste **P4** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#6 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 [A]$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 3 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P5**, la luminaria **L4**) es:

$$M_E - Cto3 = [1x(0,9) + 2x(0,45) + 3x(0,9) + 4x(21 + 0,45 + 2 + 32,33 + 40 + 21 + 37 + 40) + 12x(6,95 + 3,41 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 2078,25816 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (2078,25816) \cdot (1)}{(440)^2} = 0,9584\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para el circuito 3 se calculará una vez se conozcan los conductores del circuito 4, ya que ambos circuitos lo comparten.

5.3.5.1.4 CIRCUITO 4, COMPETICIÓN CANCHA SOFTBALL (RUGBY CORRIDA): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P4.

En el cuarto circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P4**) se consume una carga de:

$$S_{cto4} = 3 \times 2244 = 6,732 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P4) serían:

$$I_{cto4} = \frac{S_{cto4}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{6732}{\sqrt{3}(440)} = 8,8334 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto4} \cdot 1,25\% = 11,0418 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 4** ya que hasta el poste **P4** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 20 \times 0,8 = 16 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], y un valor de K_G de 842,141 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 15 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94), y a la nota de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 4 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P4**, la luminaria **L1**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto4 &= [1x(0,9) + 2x(0,45) \\ &+ 3x(25,9 + 0,45 + 3,01 + 21 + 37 + 40 + 6,95 + 3,41 + 0,45 + 1,4)]x2244 \\ &= 943,62444 \text{ [kVA - m]} \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (943,62444) \cdot (1)}{(440)^2} = 4,1047\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#14 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#14 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 15 [A], pero como será compartido, se utilizará el del circuito 3.

El ducto para los circuitos 3 y 4 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el poste **P4** de la cancha softball (rugby corrida)), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	14 AWG	10 AWG
Fases	3	3	---
Tierra	---	---	1
Área del Conductor	62,8	8,9	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 3(8,9) + 1(15,7)}{0,4} = 577 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 1/4"**, (pulgada y cuarto).

Así mismo, el ducto para el circuito 3 (desde la caja de inspección **CI_SR4** hasta el poste **P5** de la cancha softball (rugby corrida)), tomando el área total del conductor de la de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	62,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 1(15,7)}{0,4} = 510,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 1/4"**, (pulgada y cuarto).

En los circuitos de entrenamiento de la cancha softball (rugby corrida) se alimentarán un total de 20 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** P1L1, P1L3, P1L6, P1L8, P1L10.
- **Poste 2:** P2L3, P2L5, P2L8, P2L9.
- **Poste 3:** P3L2, P3L4, P3L6, P3L7, P3L13, P3L6.
- **Poste 4:** - - -.
- **Poste 5:** - - -.
- **Poste 6:** P6L1, P6L4, P6L6, P6L10, P6L14.

5.3.5.1.5 CIRCUITO 5, ENTRENAMIENTO CANCHA SOFTBALL (RUGBY CORRIDA): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P3 Y P6.

En el primer circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P3** y **P6**) se consume una carga de:

$$S_{cto5} = 11 \times 2244 = 24,684 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P2) serían:

$$I_{cto5} = \frac{S_{cto5}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{24684}{\sqrt{3}(440)} = 32,3893 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto5} \cdot 1,25\% = 40,4867 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 6** ya que hasta la caja **CI_SR** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, pero como la protección comercial es de 50 [A], se debe escoger un conductor que tenga la capacidad de transportar una mayor cantidad de corriente, por lo que seleccionamos el #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por ampacidad el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 5 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P6**, la luminaria **L1**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto5 &= [1x(0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 3x(0,9) + 4x(0,9) \\ &\quad + 5x(24,2 + 0,45 + 1,05 + 23,01 + 35 + 20,01 + 15 + 27 + 8 + 38,78) \\ &\quad + 11x(3,41 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 2299,0902 \text{ [kVA - m]} \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_s es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (2299,0902) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,0602\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para el circuito 5 (desde la caja de inspección **CI_SR** hasta el poste **P3** y el **P6** de la cancha softball (rugby corrida)), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	62,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 1(15,7)}{0,4} = 510,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 $\frac{1}{4}$ "**, (pulgada y cuarto).

5.3.5.1.6 CIRCUITO 6, ENTRENAMIENTO CANCHA SOFTBALL (RUGBY CORRIDA): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P2 Y P1.

En el segundo circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P2** y **P1**) se consume una carga de:

$$S_{cto 6} = 9 \times 2244 = 20,196 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P3) serían:

$$I_{cto 6} = \frac{S_{cto 6}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{20196}{\sqrt{3}(440)} = 26,5004 [A] \rightarrow I_{cto 6} \cdot 1,25\% = 33,1255 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 5** ya que hasta la caja **CI_SR** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de

corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#8 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 [A]$$

Entonces elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 40 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 6 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P1**, la luminaria **L1**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto6 &= [1x(0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 4x(0,9) \\ &+ 5x(22,1 + 0,45 + 1,78 + 20,1 + 15 + 27) \\ &+ 9x(8 + 38,78 + 3,41 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 2035,89144 [kVA - m] \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (2035,89144) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,4602\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 40 [A].

El ducto para el circuito 6 (desde la caja de inspección **CI_SR** hasta el poste **P1** de la cancha softball (rugby corrida)), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 390,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1"**, (una pulgada).

Como ya conocemos el calibre de los conductores que irán por el ducto que conduce desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la caja de inspección **CI_SR10**, el cual transportará los circuitos 5 y 6 de entrenamiento, podemos determinar su tamaño como sigue a continuación, teniendo en cuenta que el conductor de tierra será compartido:

Conductor cu TW	4 AWG	6 AWG	10 AWG
Fases	3	3	---
Tierra	---	---	1
Área del Conductor	62,8	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 861,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 1/2"**, (pulgada y media). El cuadro de carga para esta red se presenta en el **Anexo EE**.

5.3.5.2 REDES ELECTRICAS CANCHA RUGBY (CORRIDA)

Tanto en el circuito de competición como en el de entrenamiento, la ruta es la que se muestra en la **figura 85**, pero como del tablero de distribución se derivan los ramales para los seis postes, se tendrán cinco ductos (tres para el alumbrado del campo de softball y dos para el de rugby) saliendo de éste a la caja de inspección **CI_SR**, la cual se utilizará como derivación para los diferentes ramales, los cuales transportan los circuitos de competición de entrenamiento para cada disciplina deportiva. Para tal fin, de ésta caja se derivan ocho ductos, cuatro (dos por cancha) hacia la caja **CI_SR1** y cuatro (dos por cancha) hacia **CI_SR7**, con los circuitos de competición y entrenamiento respectivamente.

En los circuitos de competición de la cancha de rugby (corrida) se alimentarán un total de 17 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** - - -.
- **Poste 2:** - - -.

- **Poste 3:** P3L1, P3L3, P3L11, P3L12.
- **Poste 4:** P4L4, P4L5, P4L7, P4L8, P4L10.
- **Poste 5:** P5L2, P5L4, P5L6, P5L7, P5L9.
- **Poste 6:** P6L3, P6L14, P6L16.

5.3.5.2.1 CIRCUITO 7, COMPETICIÓN CANCHA RUGBY (CORRIDA): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P3 Y P6.

En el primer circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P3** y **P6**) se consume una carga de:

$$S_{cto7} = 7 \times 2244 = 15,708 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P6) serían:

$$I_{cto7} = \frac{S_{cto7}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{15708}{\sqrt{3}(440)} = 20,6114 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto7} \cdot 1,25\% = 25,7643 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #10 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 30 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 8** ya que hasta la caja **CI_SR1** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#10} \times F_{C-\#} = 30 \times 0,8 = 24 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#10 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], y un valor de K_G de 217,607 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 30 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de

distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 7 (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P6**, la luminaria **L3**) es:

$$M_E - C_{to7} = [1x(0,45 + 0,9 + 0,9 + 0,9) + 3x(24,2 + 0,45 + 1,05 + 23,01 + 35 + 20,1 + 15 + 27 + 8 + 38,78) + 7x(3,41 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 1386,20856 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{217,607 \cdot (1386,20856) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,5581\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#8 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 30 [A].

El ducto para el circuito 7 (desde la caja de inspección **CI_SR** hasta el poste **P6** de la cancha de rugby (corrida)), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	8 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 250,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 3/4"**, (tres cuartos de pulgada).

5.3.5.2.2 CIRCUITO 8, COMPETICIÓN CANCHA RUGBY (CORRIDA): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P4 Y P5

En el segundo circuito de competición (alimentación de las luminarias de los postes **P4**, y **P5**) se consume una carga de:

$$S_{cto8} = 10 \times 2244 = 22,440 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P5) serían:

$$I_{Cto8} = \frac{S_{cto8}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{22440}{\sqrt{3}(440)} = 29,4449 [A] \rightarrow I_{Cto8} \cdot 1,25\% = 36,8061 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #8 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 40 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 7** ya que hasta la caja **CI_SR1** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#8} \times F_{C-\#} = 40 \times 0,8 = 32 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#8 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 [A]$$

Entonces elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], y un valor de K_G de 138,855 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 40 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 8 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P5**, la luminaria **L4**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto8 &= [1x(0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 4x(0,9) + 5x(20,1 + 0,45 + 2 + 32,33 + 40) \\ &\quad + 10x(21 + 37 + 40 + 6,95 + 3,41 + 0,45 + 1,4)]x2244 \\ &= 3552,813 [kVA - m] \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{138,855 \cdot (3552,813) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,5482\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#6 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona

el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 40 [A], y como este conductor será compartido, se utilizará el del circuito 7.

El ducto para el circuito 8 (desde la caja de inspección **CI_SR** hasta el poste **P5** de la cancha rugby (corrida)), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	6 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	46,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 1(15,7)}{0,4} = 390,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1", (una pulgada)**.

Como ya conocemos el calibre de los conductores que irán por el ducto que conduce desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la caja de inspección **CI_SR1**, el cual transportará los circuitos 7 y 8 de competición, podemos determinar su tamaño como sigue a continuación, pero teniendo en cuenta que el conductor de tierra será compartido:

Conductor cu TW	6 AWG	8 AWG	10 AWG
Fases	3	3	---
Tierra	---	---	1
Área del Conductor	46,8	28,2	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(46,8) + 3(28,2) + 1(15,7)}{0,4} = 601,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 1/4", (pulgada y cuarto)**.

En los circuitos de entrenamiento de la cancha de rugby (corrida) se alimentarán un total de 26 proyectores, los cuales son:

- **Poste 1:** - - -.
- **Poste 2:** - - -.
- **Poste 3:** P3L5, P3L8, P3L9, P3L10, P3L14, P3L15.
- **Poste 4:** P4L1, P4L2, P4L6, P4L9, P4L11, P4L12.

- **Poste 5:** P5L1, P5L3, P5L5, P5L8, P5L10, P5L11, P5L12.
- **Poste 6:** P6L1, P6L5, P6L6, P6L9, P6L11, P6L12, P6L15.

5.3.5.2.3 CIRCUITO 9, ENTRENAMIENTO CANCHA RUGBY (CORRIDA): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P3 Y P6.

En el primer circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P3** y **P6**) se consume una carga de:

$$S_{cto\ 9} = 13 \times 2244 = 29,172 \text{ [kVA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P6) serían:

$$I_{cto\ 9} = \frac{S_{cto\ 9}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{29172}{\sqrt{3} (440)} = 38,2783 \text{ [A]} \rightarrow I_{cto\ 9} \cdot 1,25\% = 47,8479 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 10** ya que hasta la caja **CI_SR1** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#6 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 9 (desde el tablero

de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P6**, la luminaria **L1**) es:

$$M_E - Cto9 = [1x(0,9 + 0,45 + 0,9) + 3x(0,9) + 6x(0,9) + 7x(24,2 + 0,45 + 1,05 + 23,01 + 35 + 20,1 + 15 + 27 + 8 + 38,78) + 13x(3,41 + 0,45 + 1,4)]x2244 = 3201,87384 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (3201,87384) \cdot (1)}{(440)^2} = 1,4766\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A].

El ducto para el circuito 9 (desde la caja de inspección **CI_SR** hasta el poste **P6** de la cancha de rugby (corrida)), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	62,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 1(15,7)}{0,4} = 510,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de **1 $\frac{1}{4}$ "**, (pulgada y cuarto).

5.3.5.2.4 CIRCUITO 10, ENTRENAMIENTO CANCHA DE RUGBY (CORRIDA): ALIMENTACIÓN LUMINARIAS P4 Y P5.

En el segundo circuito de entrenamiento (alimentación de las luminarias de los postes **P4** y **P5**) se consume una carga de:

$$S_{cto 10} = 13 x 2244 = 29,172 [kVA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el final de este ramal (luminarias del poste P6) serían:

$$I_{Cto\ 10} = \frac{S_{cto\ 10}}{\sqrt{3}V_L} = \frac{29172}{\sqrt{3}(440)} = 38,2783 [A] \rightarrow I_{Cto\ 10} \cdot 1,25\% = 47,8479 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #6 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 55 [A], pero teniendo en cuenta que se comparte ducto con el **circuito 9** ya que hasta la caja **CI_SR1** por el mismo ducto van 6 conductores, se debe aplicar entonces el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#6} \times F_{C-\#} = 55 \times 0,8 = 44 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#6 cu TW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#4} \times F_{C-\#} = 70 \times 0,8 = 56 [A]$$

Entonces elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #4 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 70 [A], y un valor de K_G de 89,2797 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga (cada una de las lámparas con el balastro seleccionado).

La protección para éste circuito ramal se escoge de 3 x 50 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales se determinó inicialmente que debía ser menor al 2,9%, pero como la regulación hasta el tablero de distribución de la cancha fue de 0,8%, tenemos un valor máximo permitido de 4,2% para cada ramal de este escenario. El momento eléctrico del circuito 10 (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la luminaria más lejana ubicada en el poste **P5**, la luminaria **L1**) es:

$$\begin{aligned} M_E - Cto10 &= [1x(0,9 + 0,45) + 2x(0,9) + 4x(0,9) + 7x(20,1 + 0,45 + 2 + 32,33 + 40) \\ &\quad + 13x(21 + 37 + 40 + 6,95 + 3,41 + 0,45 + 1,4)]x2244 \\ &= 4720,56816 [kVA - m] \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red trifásica el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{89,2797 \cdot (4720,56816) \cdot (1)}{(440)^2} = 2,1769\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fases el conductor **#4 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona

el calibre **#10 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 50 [A], y como este conductor será compartido, se utilizará el del circuito 9.

El ducto para el circuito 10 (desde la caja de inspección **CI_SR** hasta el poste **P5** de la cancha de rugby (corrida)), tomando el área total del conductor de las **tablas 5 y 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 920 y 921) será:

Conductor cu TW	4 AWG	10 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	62,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 1(15,7)}{0,4} = 510,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 $\frac{1}{4}$ " (pulgada y cuarto)**.

Como ya conocemos el calibre de los conductores que irán por el ducto que conduce desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta la caja de inspección **CI_SR1**, el cual transportará los circuitos 9 y 10 de entrenamiento, podemos determinar su tamaño como sigue a continuación, pero teniendo en cuenta que el conductor de tierra será compartido:

Conductor cu THW	4 AWG	10 AWG
Fases	6	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	62,8	15,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(62,8) + 3(62,8) + 1(15,7)}{0,4} = 981,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 $\frac{1}{2}$ " (pulgada y media)**. El cuadro de carga para esta red se presenta en el **Anexo EE**.

5.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE ACCIÓN Y CONTROL [28]

Para el accionamiento del encendido y apagado de cada uno de los escenarios deportivos mostrados en éste proyecto, se usarán contactores y bobinas de control que actualmente existen en el mercado, con el fin de asegurar la integridad física de las personas que manipulen el sistema de encendido, ya que las corrientes que se manejan con este tipo de dispositivos son pequeñas.

Los dispositivos de control que se utilizarán son de la marca **Schneider Electric**, los cuales consumen una potencia de 2,4 [W], y pueden operarse a diferentes tensiones, por lo cual se escogerá una tensión de 110 [V] por razones de seguridad, que se

obtendrá mediante un transformador de tensión de relación 440/110 [V]. Con este orden de ideas, la magnitud de corriente en el circuito de control, la cual se utiliza para que el contactor en el circuito de potencia cambie de normalidad será:

$$I_{control} = \frac{P_{contactor}}{V_{control}} = \frac{2,4}{110} = 21,8182 [mA] \cong 21,82 [mA]$$

Entonces por ampacidad se podrá utilizar el conductor #14 AWG cu TW a 60°C para la alimentación de los contactores y los circuitos de control. La regulación de tensión será calculada para cada tablero de control que se instale en cada cancha, y en ese momento se sabrá el calibre definitivo de los conductores que se utilizarán.

El diseño de las redes de alimentación de los circuitos de control y sus respectivos contactores en los circuitos de potencia, se realizará de la siguiente manera:

- De los barrajes instalados en los tableros de distribución de cada escenario deportivo, se alimentarán los circuitos de control mediante un transformador de tensión que facilitará el funcionamiento de cada cancha.
- Los contactores tripolares se instalarán en los circuitos ubicados en los tableros de distribución, justo después de la protección de cada uno de ellos.
- La señal para la activación de los contactores será a una tensión de 110 [V].
- El ducto que transporta los conductores de alimentación desde los tableros de distribución hasta los tableros de control, también se utilizará para transportar los conductores que transportan la señal de activación de los contactores, desde el tablero de control hasta el tablero de distribución donde éstos están ubicados.
- La regulación para estos circuitos sumada a las regulaciones halladas hasta cada tablero de distribución, debe ser menor al 5%.
- Para cada deporte se instalarán dos pulsadores que accionarán las modalidades de juego: competición y entrenamiento.
- En cada tablero de control se instalará un pulsador que apagará las lámparas que estén encendidas al momento de ser accionado.
- Los conductores que se utilicen en los circuitos de control serán de calibre #14 AWG cu TW a 60°C, a menos que por regulación se requiera el uso de un mayor calibre.

La selección del tipo de contactor (referencia) se realiza sobredimensionando un 25% la corriente de la línea en donde será instalado, teniéndose también presente la tensión de línea y la potencia que se alimentará a través de ella. Por otro lado, éste tipo de dispositivos que generalmente se utiliza para el control de motores, se clasifica en categorías dependiendo del tipo de carga a alimentar en:

- **AC-1:** Para cargas resistivas o débilmente inductivas con un $F_p \geq 0,95$.
- **AC-2:** Para cargar inductivas ($F_p \geq 0,65$.) .Arranque e inversión de marcha de motores de anillos rasantes.
- **AC-3:** Para cargas fuertemente inductivas ($F_p \geq 0,85$.) . Arranque y desconexión de motores de jaula de ardilla.
- **AC-4:** Para motores de jaula: Arranque, marcha a impulsos y frenado por inversión.

De acuerdo a esta clasificación y a las referencias del producto de la marca **Schneider Electric**, se utilizarán contactores en la categoría **AC3** que se encuentran en su catálogo.

5.4.1 CIRCUITO DE CONTROL: CANCHA SUR

Al ser un escenario en el que sólo se practica un deporte al mismo tiempo, se centrará en garantizar que al accionar un único pulsador, se enciendan los proyectores necesarios para el nivel de juego que se desee practicar. De esta manera el circuito de control será:

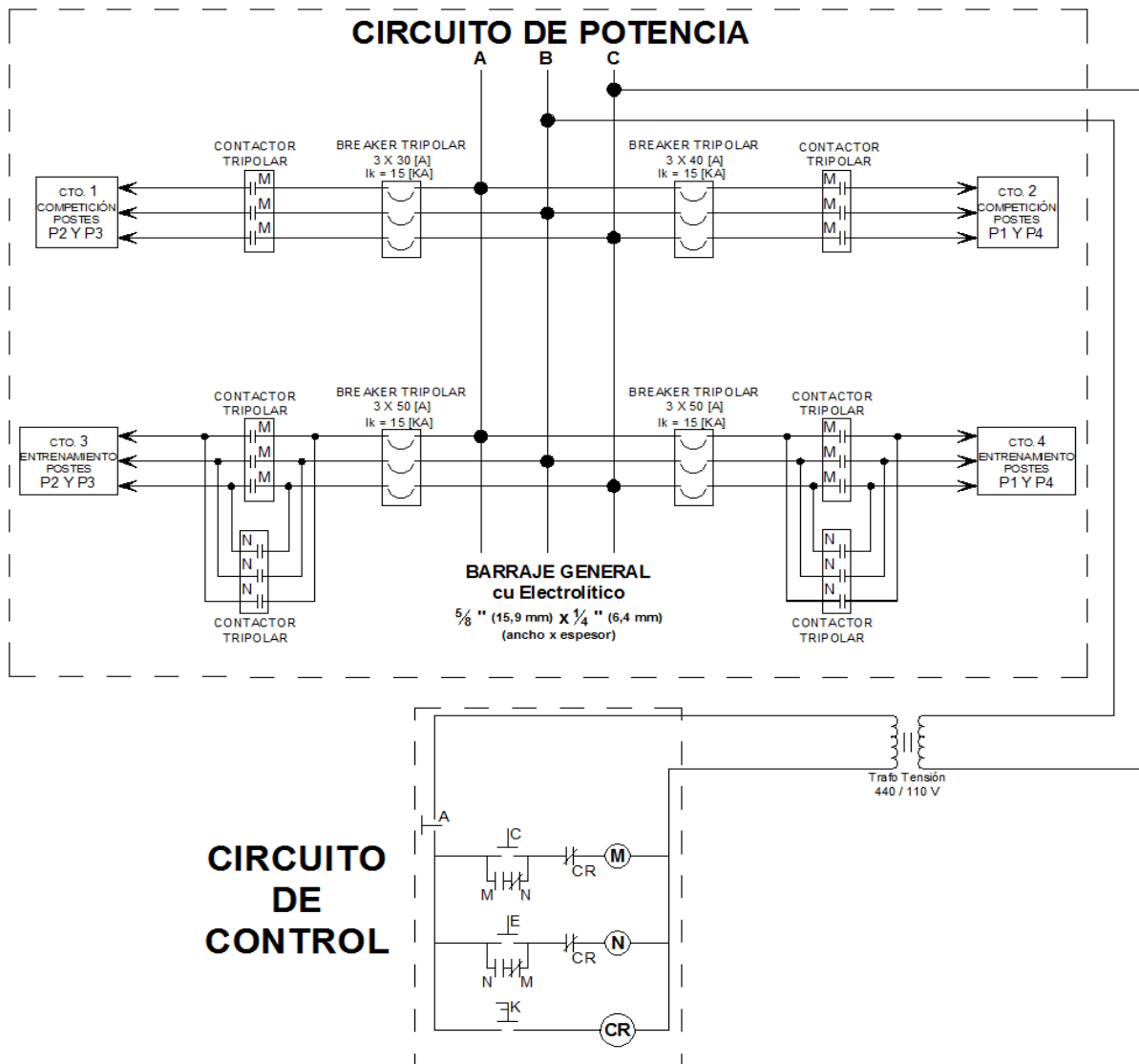


Fig. 86 Circuito de Control y Potencia para la Cancha Sur.
Fuente: Autores.

El circuito mostrado anteriormente permite que al accionar el pulsador **C** (**Competición**), se enciendan todos los proyectores, y sin necesidad de apagarlos, al

pulsar **E (Entrenamiento)** se enciendan solamente aquellos que sean necesarios para esa modalidad de juego. Se realizó de esta manera para no tener que apagar la totalidad de los proyectores después de un partido de competición, cuando inmediatamente se desee realizar un entrenamiento. También cuenta con un interruptor de llave que inhabilita el sistema en el momento en que se requiera, para realizar un mantenimiento de una manera más segura, ya que la energía recirculará por los proyectores cuando éste vuelva a activarse manualmente.

La caída de tensión para las redes eléctricas de esta cancha en los cálculos realizados en el inciso **6.3.1.1** resultó ser de 1,6789%, así que la regulación para el circuito de control debe ser menor a 3,3%. A continuación se presenta el cálculo de regulación para los circuitos de control, en dónde el factor F_s es 2, ya que el tipo de red en este caso es bifásica y la alimentación es desde una subestación trifásica:

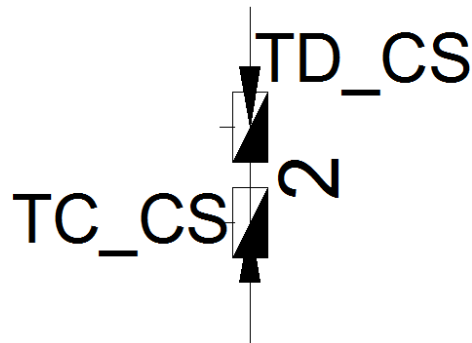


Fig. 87 Distancia desde el Tablero de Distribución Hasta el Tablero de Control. Cancha SUR (Ruta 1). “Ver plano Canalizaciones CANCHA SUR” Fuente: Autores.

- **Alimentación del Circuito de Control:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactor}}}{F_p} = \frac{6 \cdot (2,4)}{0,9} = 16 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 2 + 0,45 + 1,4 = 5,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 16 \cdot (5,7) = 0,0912 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0912) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0127 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “M”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de todos los proyectores en la modalidad de competición, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactador}}}{F_p} = \frac{4 \cdot (2,4)}{0,9} = 10,6667 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 2 + 0,45 + 1,4 = 5,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 10,6667 \cdot (5,7) = 0,0608 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0608) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0085 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “N”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de los proyectores en la modalidad de entrenamiento, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactador}}}{F_p} = \frac{2 \cdot (2,4)}{0,9} = 5,3333 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 2 + 0,45 + 1,4 = 5,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 5,3333 \cdot (5,7) = 0,0304 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0304) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0042 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

La regulación total para el sistema de control es:

$$\delta\%_{total} = \delta\%_{cto-control} + \delta\%_{cto-M} + \delta\%_{cto-N} = 0,0127 + 0,0085 + 0,0042 = 0,0254\%$$

Finalmente el conductor que se utilizará para la alimentación del circuito de control y para transportar la señal de activación de los contactores en el circuito de potencia será el **#14 AWG cu TW a 60°C**.

El ducto para el circuito de control (desde el tablero de distribución **TD_CS** hasta el tablero de control **TC_CS** de la cancha sur), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	14 AWG
Alimentación	2
Control Contactores	2
Área del Conductor	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{2(8,9) + 2(8,9)}{0,4} = 89 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de $\frac{1}{2}$ "**, **(media pulgada)**.

Las referencias de los contactores que se utilizarán en el control de la **cancha SUR** son:

- **Contactador M para el circuito 1:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 1 (competición) es de 23,5559 [A] y 16 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{Ncto1} = 1,25 \cdot (23,5559) = 29,4449 [A]$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D38F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 38 [A] y 18,5 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador M para el circuito 2:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 2 (competición) es de 26,5004 [A] y 18 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{Ncto1} = 1,25 \cdot (26,5004) = 33,1255 [A]$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D38F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 38 [A] y 18,5 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores M y N para el circuito 3:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 3 (entrenamiento) es de 35,3338 [A] y 24 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (35,3338) = 44,1672 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactor tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores M y N para el circuito 4:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 4 (entrenamiento) es de 32,3894 [A] y 22 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (32,3894) = 40,4867 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactor tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

5.4.2 CIRCUITO DE CONTROL: CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III

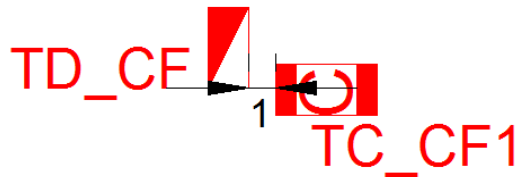
Al ser un escenario en el que se pueden practicar dos deportes al mismo tiempo con algunas condiciones, se centrará en garantizar que al accionar un único pulsador, se enciendan los proyectores necesarios para el nivel de juego que se desee practicar. De esta manera el circuito de control será el que se presenta más adelante con las siguientes condiciones de operación que se tuvieron en cuenta, las cuales se pueden accionar desde el tablero de control **TC_CF1** ubicado junto al tablero de distribución **TD_CF**, y también desde un segundo tablero de control **TC_CF1** en el que sólo existen pulsadores, y que se ubica en el acceso del campo deportivo:

- Se puede competir en fútbol y entrenar en atletismo, ya que cualquier balón que ingrese a la pista atlética no afectará el desarrollo del entrenamiento.
- Se puede entrenar en ambos deportes, ya que ninguno afecta la práctica del otro.
- Mientras se esté compitiendo en la pista atlética no se puede utilizar la cancha de fútbol (tanto en competición como entrenamiento), ya que cualquier balón que ingrese a la pista podría afectar el correcto desempeño de un corredor.
- Después de estar utilizando la totalidad de los proyectores cuando se esté compitiendo, el usuario puede cambiar al modo entrenamiento sin necesidad de apagar las lámparas, accionando un solo pulsador.
- Después de estar utilizando algunos proyectores cuando se esté entrenando, el usuario puede cambiar al modo competición sin necesidad de apagar las lámparas, accionando un solo pulsador.

- Se dispone de un pulsador con llave para desenergizar la totalidad de las lámparas cuando se requiera realizar algún tipo de mantenimiento de modo seguro, salvaguardando la vida de los operarios. La energía podrá recircular nuevamente hacia los proyectores cuando el pulsador sea nuevamente accionado y se pulse los correspondientes botones pulsadores de entrenamiento o competición, de cualquiera de los dos deportes que se pueden practicar.

Con las condiciones anteriores se realizó el circuito que se muestra en la figura **88**, el cual permite que al accionar el pulsador **C1** ó **C2 (Competición)**, se enciendan todos los proyectores destinados para el fútbol, y sin apagarlos, al pulsar **E1** ó **E2 (Entrenamiento)** se enciendan solamente aquellos que sean necesarios para esa modalidad de juego. De manera similar se emplean los contactores **D1** y **D2 (Competición)** y **F1** ó **F2 (Entrenamiento)** para la práctica del atletismo. Para apagar las lámparas se puede pulsar **A1** ó **A2**.

La caída de tensión para las redes eléctricas de esta cancha en los cálculos realizados en el inciso **6.3.2** resultó ser de 0,5771%, así que la regulación para el circuito de control debe ser menor a 4,4%. A continuación se presenta el cálculo de regulación para los circuitos de control, en donde el factor F_s es 2, ya que el tipo de red en este caso es bifásica y la alimentación es desde una subestación trifásica:



**Fig. 88 Distancia desde el Tablero de Distribución Hasta el Tablero de Control.
Cancha 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III.
Fuente: Autores.**

- **Alimentación del Circuito de Control:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactador}}}{F_p} = \frac{18 \cdot (2,4)}{0,9} = 48 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 48 \cdot (4,7) = 0,2256 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,2256) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0314\% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

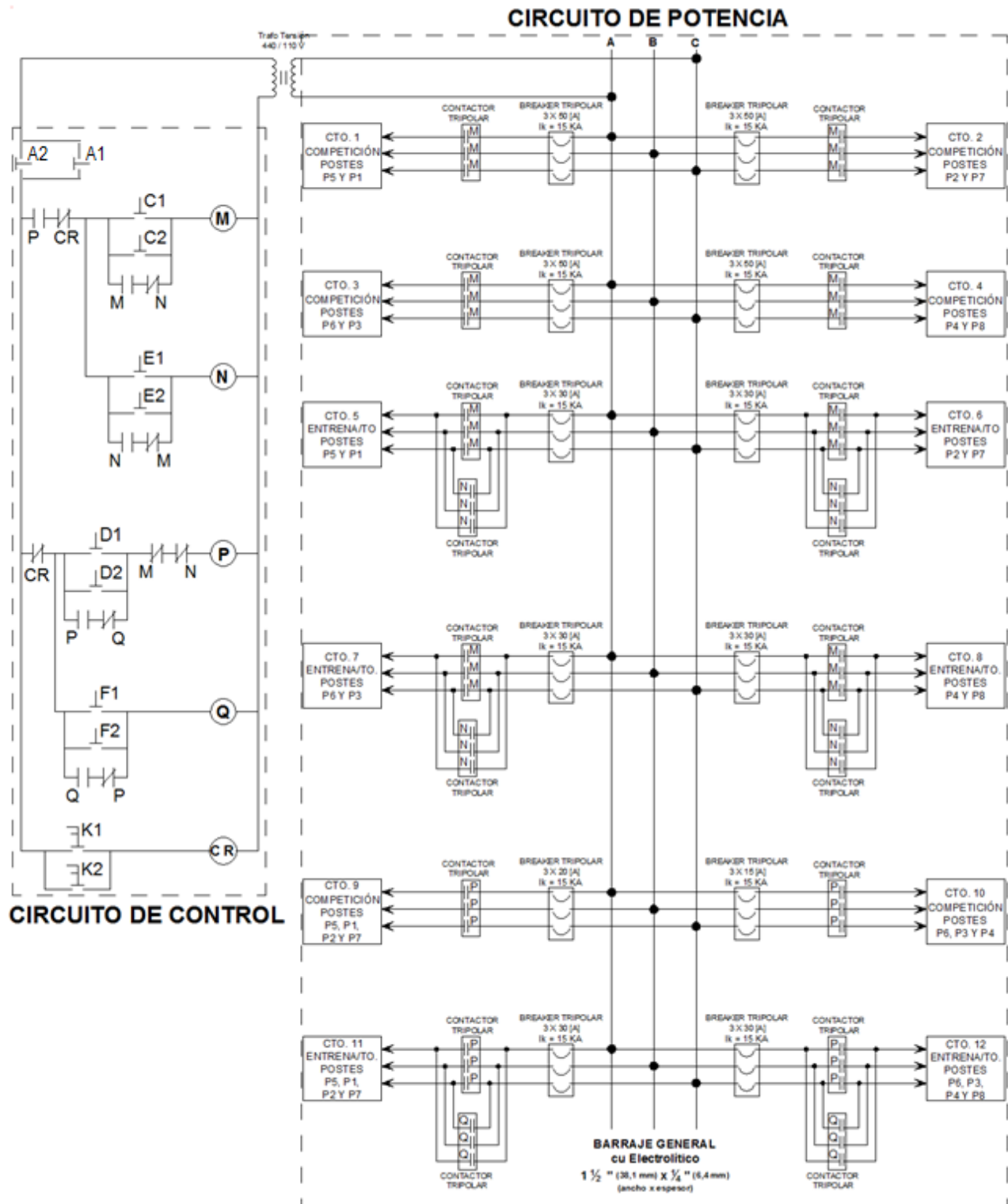


Fig. 89 Circuito de Control y Potencia de la Cancha 1° de Marzo y Pista Atlética Clase III.

Fuente: Autores.

- **Alimentación de los Contactores para Competición “M”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de todos los proyectores en la modalidad de competición de la cancha de fútbol clase III, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactor}}}{F_p} = \frac{8 \cdot (2,4)}{0,9} = 21,3333 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 21,3333 \cdot (4,7) = 0,1003 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,1003) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,01396 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “N”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de los proyectores en la modalidad de entrenamiento de la cancha de fútbol clase III, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactor}}}{F_p} = \frac{4 \cdot (2,4)}{0,9} = 10,6667 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 10,6667 \cdot (4,7) = 0,0501 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0501) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0069 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “P”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de todos los proyectores en la modalidad de competición de la pista atlética clase III, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactador}}}{F_p} = \frac{4 \cdot (2,4)}{0,9} = 10,6667 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 10,6667 \cdot (4,7) = 0,0501 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0501) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0069 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “Q”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de los proyectores en la modalidad de entrenamiento de la pista atlética clase III, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactador}}}{F_p} = \frac{2 \cdot (2,4)}{0,9} = 5,3333 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 5,3333 \cdot (4,7) = 0,0251 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0251) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0035 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

La regulación total para el sistema de control es:

$$\begin{aligned}\delta\%_{total} &= \delta\%_{cto-control} + \delta\%_{cto-M} + \delta\%_{cto-N} + \delta\%_{cto-P} + \delta\%_{cto-Q} \\ &= 0,0314 + 0,01396 + 2 \cdot (0,0069) + 0,0035 = 0,0627\%\end{aligned}$$

Finalmente el conductor que se utilizará para la alimentación del circuito de control y para transportar la señal de activación de los contactores en el circuito de potencia será el **#14 AWG cu TW a 60°C**.

El ducto para el circuito de control (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el tablero de control **TC_CF1** de la cancha 1° de Marzo y Pista Atlética clase III), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	14 AWG
Alimentación	2
Control Contactores	4
Área del Conductor	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{2(8,9) + 4(8,9)}{0,4} = 133,5 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de $\frac{1}{2}$ "**, (media pulgada).

Así mismo, el ducto para los conductores del tablero de control remoto ubicado en el acceso del campo deportivo (desde el tablero de control **TC_CF1** hasta el tablero de control **TC_CF2** de la cancha 1° de Marzo y Pista Atlética clase III), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	14 AWG
Pulsadores NA	8
Pulsador NC	2
Switch Selector con Llave NA	2
Área del Conductor	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{8(8,9) + 2(8,9) + 2(8,9)}{0,4} = 267 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1"**, (una pulgada).

Las referencias de los contactores que se utilizarán en el control de la **cancha 1° DE MARZO CLASE III** son:

- **Contactador M para el circuito 1:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 1 (competición cancha fútbol clase III) es de 35,3338 [A] y 24 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (35,3338) = 44,1673 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador M para el circuito 2:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 2 (competición cancha fútbol clase III) es de 35,3338 [A] y 24 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (35,3338) = 44,1673 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador M para el circuito 3:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 3 (competición cancha fútbol clase III) es de 35,3338 [A] y 24 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (35,3338) = 44,1673 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador M para el circuito 4:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 4 (competición cancha fútbol clase III) es de 35,3338 [A] y 24 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (35,3338) = 44,1673 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores M y N para el circuito 5:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 5 (entrenamiento cancha fútbol clase III) es de 23,5559 [A] y 16 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (23,5559) = 29,4449 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactor tripolar Tesys de la serie D LC1D38F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 38 [A] y 18,5 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores M y N para el circuito 6:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 6 (entrenamiento cancha fútbol clase III) es de 23,5559 [A] y 16 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (23,5559) = 29,4449 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactor tripolar Tesys de la serie D LC1D38F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 38 [A] y 18,5 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores M y N para el circuito 7:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 7 (entrenamiento cancha fútbol clase III) es de 23,5559 [A] y 16 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (23,5559) = 29,4449 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactor tripolar Tesys de la serie D LC1D38F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 38 [A] y 18,5 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores M y N para el circuito 8:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 8 (entrenamiento cancha fútbol clase III) es de 23,5559 [A] y 16 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (23,5559) = 29,4449 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactor tripolar Tesys de la serie D LC1D38F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 38 [A] y 18,5 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador P para el circuito 9:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 9 (competición pista atlética clase III) es de 14,7224 [A] y 10 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (14,7224) = 18,4030 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D25F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 25 [A] y 11 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador P para el circuito 10:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 10 (competición pista atlética clase III) es de 11,7779 [A] y 8 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (11,7779) = 14,7224 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D18F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 18 [A] y 9 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores P y Q para el circuito 11:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 11 (entrenamiento pista atlética clase III) es de 20,6114 [A] y 14 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (20,6114) = 25,7643 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D32F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 32 [A] y 15 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores P y Q para el circuito 12:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 12 (entrenamiento pista atlética clase III) es de 23,5559 [A] y 16 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (23,5559) = 29,4449 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D38R7**, el cual tiene una capacidad de soportar 38 [A] y 18,5 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

5.4.3 CIRCUITO DE CONTROL: CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II

Al ser un escenario que tiene las mismas características de operación que para la clase III de nivel de juego, el circuito de control será:

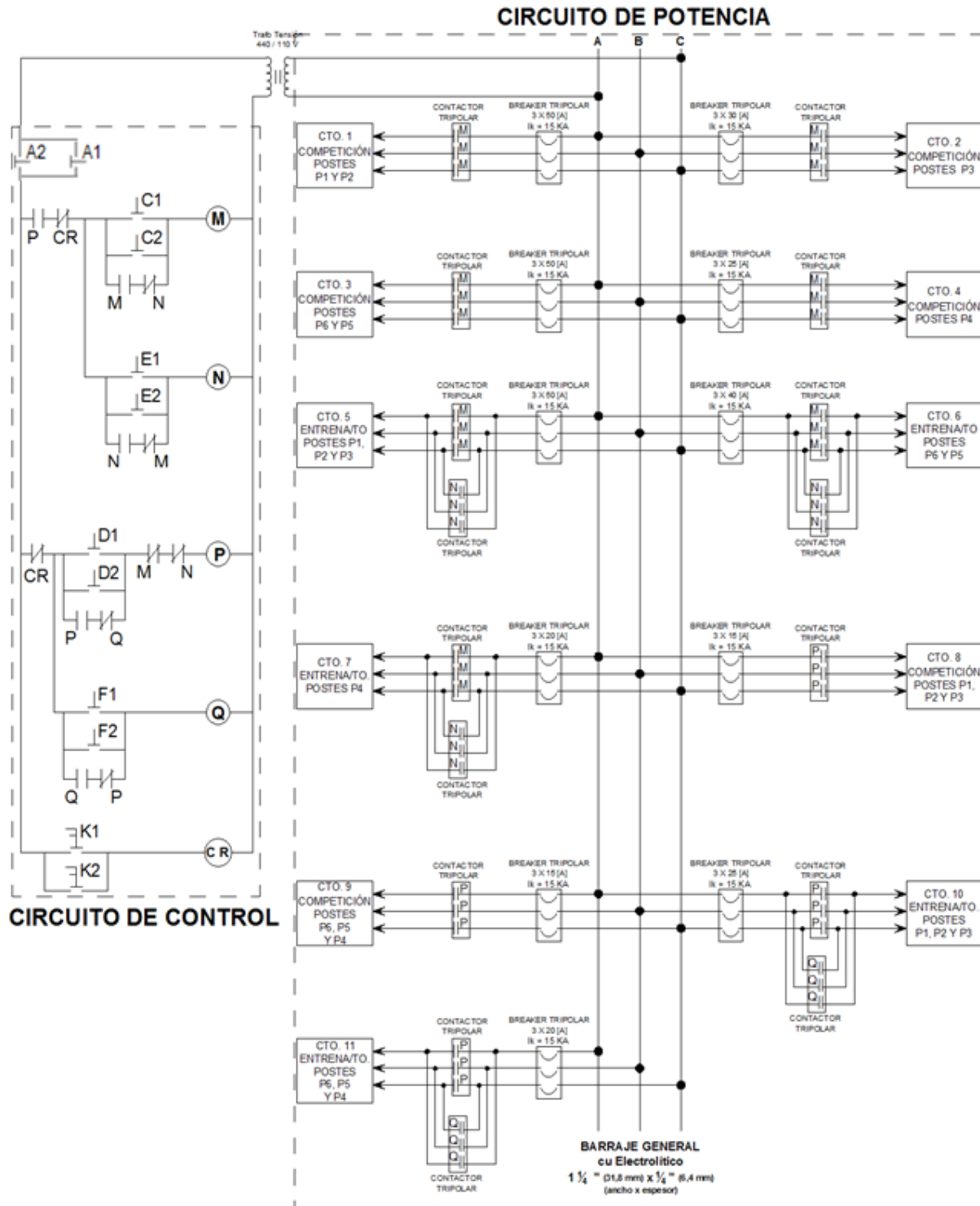
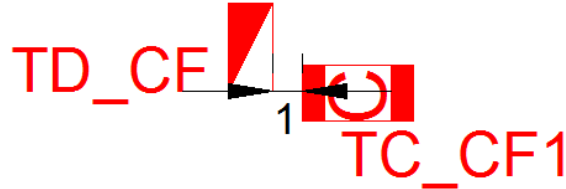


Fig. 90 Circuito de Control y Potencia de la Cancha 1° de Marzo y Pista Atlética Clase II.

Fuente: Autores.

La caída de tensión para las redes eléctricas de esta cancha en los cálculos realizados en el inciso 6.3.3 resultó ser de 0,5581%, así que la regulación para el circuito de control debe ser menor a 4,4%. A continuación se presenta el cálculo de regulación para los circuitos de control, en donde el factor F_S es 2, ya que el tipo de red en este caso es bifásica y la alimentación es desde una subestación trifásica:



**Fig. 91 Distancia desde el Tablero de Distribución Hasta el Tablero de Control.
Cancha 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II.
“Ver plano Canalizaciones CANCHA 1° DE MARZO Y ATLETISMO CLASE II”
Fuente: Autores.**

- **Alimentación del Circuito de Control:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactor}}}{F_p} = \frac{16 \cdot (2,4)}{0,9} = 42,6667 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 42,6667 \cdot (4,7) = 0,2005 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,2005) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0279 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “M”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de todos los proyectores en la modalidad de competición de la cancha de fútbol clase II, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactador}}}{F_p} = \frac{7 \cdot (2,4)}{0,9} = 18,6667 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 18,6667 \cdot (4,7) = 0,0877 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0877) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0122 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “N”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de los proyectores en la modalidad de entrenamiento de la cancha de fútbol clase II, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactador}}}{F_p} = \frac{3 \cdot (2,4)}{0,9} = 8 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 8 \cdot (4,7) = 0,0376 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0376) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0052 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “P”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de todos los proyectores en la modalidad de competición de la pista atlética clase II, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactador}}}{F_p} = \frac{4 \cdot (2,4)}{0,9} = 10,6667 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 10,6667 \cdot (4,7) = 0,0501 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0501) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0069 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “Q”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de los proyectores en la modalidad de entrenamiento de la pista atlética clase II, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactador}}}{F_p} = \frac{2 \cdot (2,4)}{0,9} = 5,3333 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 5,3333 \cdot (4,7) = 0,0251 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0251) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0035 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

La regulación total para el sistema de control es:

$$\begin{aligned}\delta\%_{total} &= \delta\%_{cto-control} + \delta\%_{cto-M} + \delta\%_{cto-N} + \delta\%_{cto-P} + \delta\%_{cto-Q} \\ &= 0,0279 + 0,0122 + 0,0052 + 0,0069 + 0,0035 = 0,0557\%\end{aligned}$$

Finalmente el conductor que se utilizará para la alimentación del circuito de control y para transportar la señal de activación de los contactores en el circuito de potencia será el **#14 AWG cu TW a 60°C**.

El ducto para el circuito de control (desde el tablero de distribución **TD_CF** hasta el tablero de control **TC_CF1** de la cancha 1° de Marzo y Pista Atlética clase II), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	14 AWG
Alimentación	2
Control Contactores	4
Área del Conductor	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{2(8,9) + 4(8,9)}{0,4} = 133,5 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de $\frac{1}{2}$ "**, **(media pulgada)**.

Así mismo, el ducto para los conductores del tablero de control remoto ubicado en el acceso del campo deportivo (desde el tablero de control **TC_CF1** hasta el tablero de control **TC_CF2** de la cancha 1° de Marzo y Pista Atlética clase II), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	14 AWG
Pulsadores NA	8
Pulsador NC	2
Switch Selector con Llave NA	2
Área del Conductor	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{8(8,9) + 2(8,9) + 2(8,9)}{0,4} = 267 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1"**, **(una pulgada)**.

Las referencias de los contactores que se utilizarán en el control de la **cancha 1° DE MARZO CLASE II** son:

- **Contactador M para el circuito 1:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 1 (competición cancha fútbol clase II) es de 38,2783 [A] y 26 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (38,2783) = 47,8479 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador M para el circuito 2:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 2 (competición cancha fútbol clase II) es de 20,6114 [A] y 14 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (20,6114) = 25,7643 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D32F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 32 [A] y 15 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador M para el circuito 3:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 3 (competición cancha fútbol clase II) es de 35,3338 [A] y 24 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (35,3338) = 44,1673 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador M para el circuito 4:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 4 (competición cancha fútbol clase II) es de 17,6669 [A] y 12 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (17,6669) = 22,0836 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D32F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 32 [A] y 15 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores M y N para el circuito 5:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 5 (entrenamiento cancha fútbol clase II) es de 35,3338 [A] y 24 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (35,3338) = 44,1673 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactor tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores M y N para el circuito 6:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 6 (entrenamiento cancha fútbol clase II) es de 26,5004 [A] y 18 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (26,5004) = 33,1255 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactor tripolar Tesys de la serie D LC1D38F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 38 [A] y 18,5 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores M y N para el circuito 7:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 7 (entrenamiento cancha fútbol clase II) es de 14,7224 [A] y 10 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (14,7224) = 18,4030 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactor tripolar Tesys de la serie D LC1D25F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 25 [A] y 11 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador P para el circuito 8:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 8 (competición pista atlética clase II) es de 11,7779 [A] y 8 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (11,7779) = 14,7224 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactor tripolar Tesys de la serie D LC1D18F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 18 [A] y 9 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador P para el circuito 9:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 9 (competición pista atlética clase II) es de 11,7779 [A] y 8 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (11,7779) = 14,7224 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D18F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 18 [A] y 9 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores P y Q para el circuito 10:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 10 (entrenamiento pista atlética clase II) es de 17,6669 [A] y 12 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (17,6669) = 22,0836 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D32F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 32 [A] y 15 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores P y Q para el circuito 11:**

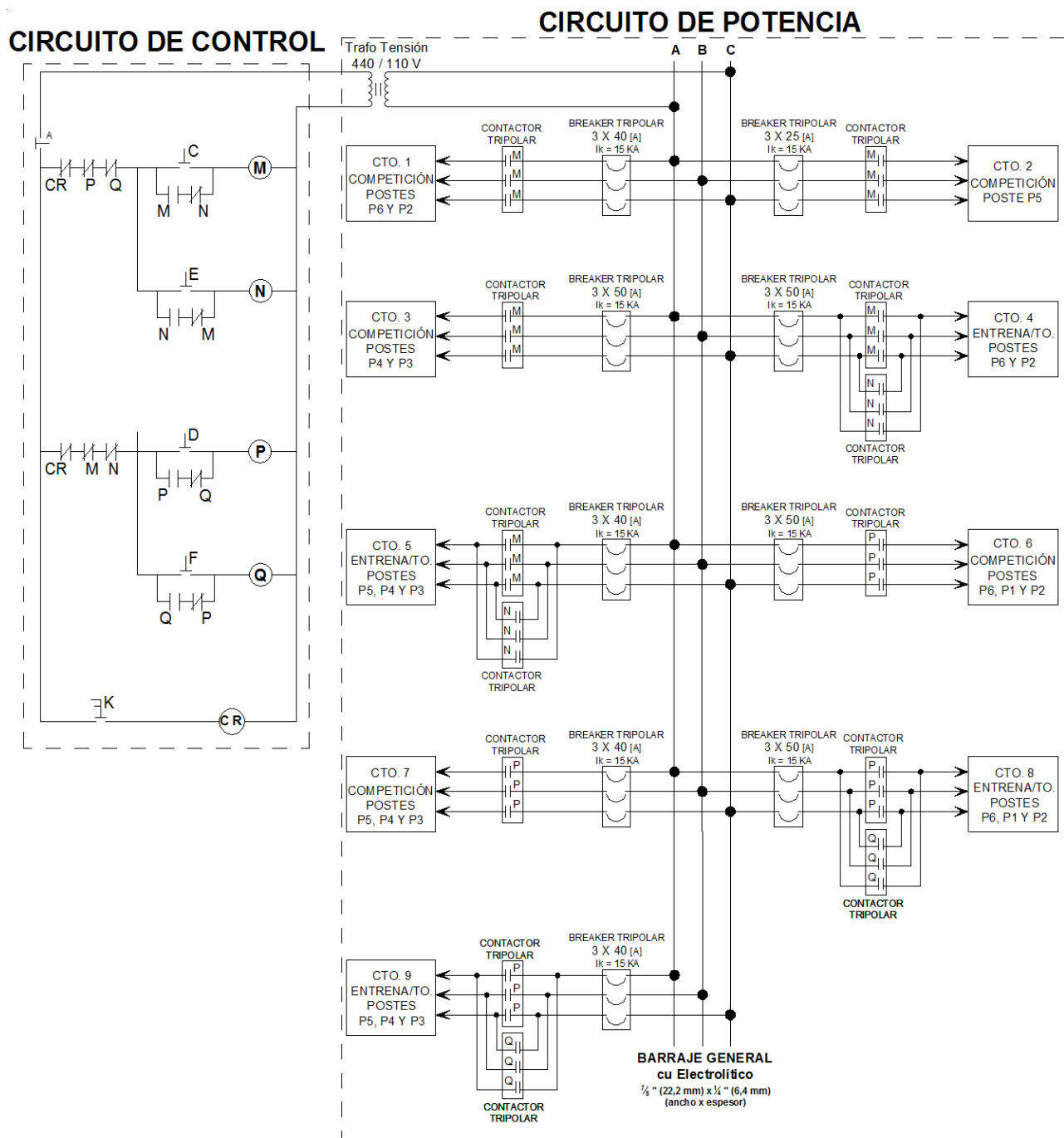
La corriente y potencia calculada para el circuito 11 (entrenamiento pista atlética clase II) es de 14,7224 [A] y 10 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (14,7224) = 18,4030 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D25F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 25 [A] y 11 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

5.4.4 CIRCUITO DE CONTROL: CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)

Al ser un escenario en el que se pueden practicar dos deportes pero no al mismo tiempo, se centrará en garantizar que al accionar un único pulsador, se enciendan los proyectores necesarios para el nivel de juego que se desee practicar, además para cambiar de Softball a Rugby o viceversa, se deben apagar las lámpara que se encuentren encendidas pulsando **A**, así el circuito de control será:



**Fig. 92 Circuito de Control y Potencia de la Cancha de Softball y Rugby (Original).
Fuente: Autores.**

La caída de tensión para las redes eléctricas de esta cancha en los cálculos realizados en el inciso **6.3.4** resultó ser de 0,8005%, así que la regulación para el circuito de control debe ser menor a 4,2%. A continuación se presenta el cálculo de regulación para los circuitos de control, en dónde el factor F_s es 2, ya que el tipo de red en este caso es bifásica y la alimentación es desde una subestación trifásica:

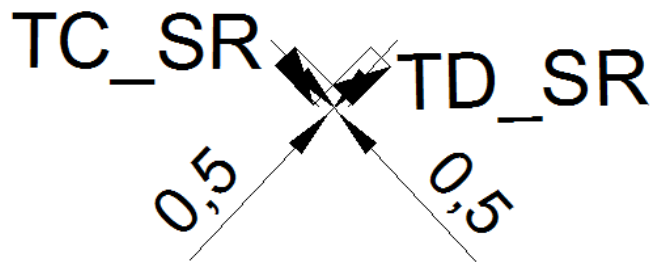


Fig. 93 Distancia desde el Tablero de Distribución Hasta el Tablero de Control. Cancha SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL). “Ver plano Canalizaciones CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)” Fuente: Autores.

- **Alimentación del Circuito de Control:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactor}}}{F_p} = \frac{13 \cdot (2,4)}{0,9} = 34,6667 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 0,5 + 0,5 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 34,6667 \cdot (4,7) = 0,1629 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,1629) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0227 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “M”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de todos los proyectores en la modalidad de competición de la cancha de softball (Rugby original), por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactor}}}{F_p} = \frac{5 \cdot (2,4)}{0,9} = 13,3333 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{enterramiento} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 [m]$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{contactores} \cdot d_{TD-TC} = 13,3333 \cdot (4,7) = 0,0627 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0627) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0087 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “N”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de los proyectores en la modalidad de entrenamiento de la cancha de softball (Rugby original), por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{contactores} = \frac{n \cdot P_{contactador}}{F_p} = \frac{2 \cdot (2,4)}{0,9} = 5,3333 [VA]$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{enterramiento} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 [m]$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{contactores} \cdot d_{TD-TC} = 5,3333 \cdot (4,7) = 0,0251 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0251) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0035 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “P”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de todos los proyectores en la modalidad de competición de la cancha rugby (original), por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{contactores} = \frac{n \cdot P_{contactador}}{F_p} = \frac{4 \cdot (2,4)}{0,9} = 10,6667 [VA]$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{enterramiento} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{contactores} \cdot d_{TD-TC} = 10,6667 \cdot (4,7) = 0,0501 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0501) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0069 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “Q”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de los proyectores en la modalidad de entrenamiento de la cancha rugby (original), por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{contactores} = \frac{n \cdot P_{contactador}}{F_p} = \frac{2 \cdot (2,4)}{0,9} = 5,3333 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{enterramiento} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{contactores} \cdot d_{TD-TC} = 5,3333 \cdot 4,7 = 0,0251 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0251) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0035 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

La regulación total para el sistema de control es:

$$\begin{aligned} \delta\%_{total} &= \delta\%_{cto-control} + \delta\%_{cto-M} + \delta\%_{cto-N} + \delta\%_{cto-P} + \delta\%_{cto-Q} \\ &= 0,0227 + 0,0087 + 0,0035 + 0,0069 + 0,0035 = 0,0453\% \end{aligned}$$

Finalmente el conductor que se utilizará para la alimentación del circuito de control y para transportar la señal de activación de los contactores en el circuito de potencia será el **#14 AWG cu TW a 60°C**.

El ducto para el circuito de control (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el tablero de control **TC_SR** de la cancha Softball y Rugby (Original)), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu THW	14 AWG
Alimentación	2
Control Contactores	4
Área del Conductor	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{2(8,9) + 4(8,9)}{0,4} = 133,5 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de $\frac{1}{2}$ "**, **(media pulgada)**.

Las referencias de los contactores que se utilizarán en el control de la **cancha SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)** son:

- **Contactador M para el circuito 1:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 1 (competición cancha softball (rugby original)) es de 26,5004 [A] y 18 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{Ncto1} = 1,25 \cdot (26,5004) = 33,1255 [A]$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D38F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 38 [A] y 18,5 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador M para el circuito 2:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 2 (competición cancha softball (rugby original)) es de 17,6669 [A] y 12 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{Ncto1} = 1,25 \cdot (17,6669) = 22,0836 [A]$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D32F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 32 [A] y 15 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador M para el circuito 3:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 3 (competición cancha softball (rugby original)) es de 35,3338 [A] y 24 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (35,3338) = 44,1673 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores M y N para el circuito 4:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 4 (entrenamiento cancha softball (rugby original)) es de 32,3894 [A] y 22 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (32,3894) = 40,4867 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores M y N para el circuito 5:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 5 (entrenamiento cancha softball (rugby original)) es de 29,4449 [A] y 20 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (29,4449) = 36,8061 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D40AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 40 [A] y 22 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador P para el circuito 6:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 6 (competición cancha rugby (original)) es de 35,3338 [A] y 24 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (35,3338) = 44,1673 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador P para el circuito 7:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 7 (competición cancha rugby (original)) es de 26,5004 [A] y 18 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (26,5004) = 33,1255 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D38F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 38 [A] y 18,5 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores P y Q para el circuito 8:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 8 (entrenamiento cancha rugby (original)) es de 32,3894 [A] y 22 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (32,3894) = 40,4867 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores P y Q para el circuito 9:**

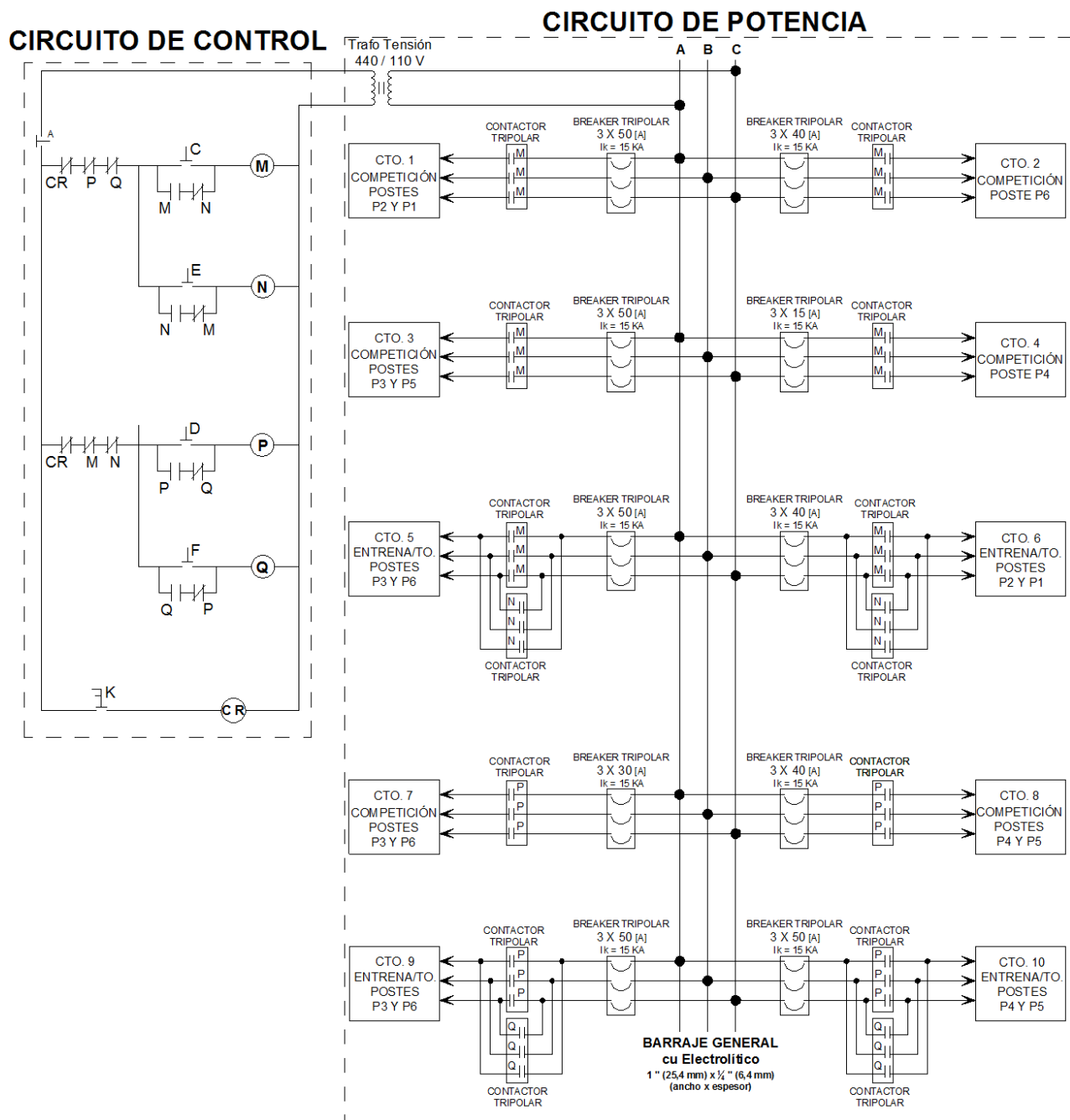
La corriente y potencia calculada para el circuito 9 (entrenamiento cancha rugby (original)) es de 26,5004 [A] y 18 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ cto1} = 1,25 \cdot (26,5004) = 33,1255 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D38F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 38 [A] y 18,5 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

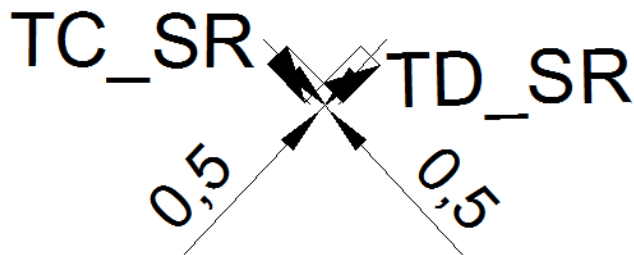
5.4.5 CIRCUITO DE CONTROL: CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)

Al ser un escenario en el que se pueden practicar dos deportes pero no al mismo tiempo, se centrará en garantizar que al accionar un único pulsador, se enciendan los proyectores necesarios para el nivel de juego que se desee practicar, además para cambiar de Softball a Rugby o viceversa, se deben apagar las lámpara que se encuentren encendidas pulsando **A**, así el circuito de control será:



**Fig. 94 Circuito de Control y Potencia de la Cancha de Softball y Rugby (Original).
Fuente: Autores.**

La caída de tensión para las redes eléctricas de esta cancha en los cálculos realizados en el inciso 6.3.5 resultó ser de 0,7709%, así que la regulación para el circuito de control debe ser menor a 4,2%. A continuación se presenta el cálculo de regulación para los circuitos de control, en dónde el factor F_s es 2, ya que el tipo de red en este caso es bifásica y la alimentación es desde una subestación trifásica:



**Fig. 95 Distancia desde el Tablero de Distribución Hasta el Tablero de Control.
Cancha SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA).
“Ver plano Canalizaciones CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)”
Fuente: Autores.**

- **Alimentación del Circuito de Control:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar, por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactor}}}{F_p} = \frac{14 \cdot (2,4)}{0,9} = 37,3333 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{\text{enterramiento}} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 0,5 + 0,5 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{\text{contactores}} \cdot d_{TD-TC} = 37,3333 \cdot (4,7) = 0,1755 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,1755) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,02443 \text{ \%} \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “M”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de todos los proyectores en la modalidad de competición de la cancha de softball (Rugby corrida), por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{\text{contactores}} = \frac{n \cdot P_{\text{contactor}}}{F_p} = \frac{6 \cdot (2,4)}{0,9} = 16 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{enterramiento} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 [m]$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{contactores} \cdot d_{TD-TC} = 16 \cdot (4,7) = 0,0752 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0752) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0105 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “N”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de los proyectores en la modalidad de entrenamiento de la cancha de softball (Rugby corrida), por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{contactores} = \frac{n \cdot P_{contactador}}{F_p} = \frac{2 \cdot (2,4)}{0,9} = 5,3333 [VA]$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{enterramiento} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 [m]$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{contactores} \cdot d_{TD-TC} = 5,3333 \cdot (4,7) = 0,0251 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0251) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0035 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “P”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de todos los proyectores en la modalidad de competición de la cancha rugby (corrida), por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{contactores} = \frac{n \cdot P_{contactador}}{F_p} = \frac{4 \cdot (2,4)}{0,9} = 10,6667 [VA]$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{enterramiento} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{contactores} \cdot d_{TD-TC} = 10,6667 \cdot (4,7) = 0,0501 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0501) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0069 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

- **Alimentación de los Contactores para Competición “Q”:**

La carga que se alimentará es producto del consumo de los contactores que se van a utilizar únicamente para controlar el encendido de los proyectores en la modalidad de entrenamiento de la cancha rugby (corrida), por lo que la potencia asumiendo un factor de potencia para estos dispositivos de 0,9 será:

$$S_{contactores} = \frac{n \cdot P_{contactador}}{F_p} = \frac{2 \cdot (2,4)}{0,9} = 5,3333 \text{ [VA]}$$

La distancia desde el tablero de distribución hasta el tablero de control viene dada por:

$$d_{TD-TC} = h_{TD} + 2h_{enterramiento} + d + h_{TC} = 1,4 + 0,45 + 1 + 0,45 + 1,4 = 4,7 \text{ [m]}$$

El momento eléctrico es:

$$M_E = S_{contactores} \cdot d_{TD-TC} = 5,3333 \cdot 4,7 = 0,0251 \text{ [kVA - m]}$$

Finalmente la regulación se determina para un $F_s=2$, y un $K_G=842,141$ que presenta el conductor #14 AWG cu a un factor de potencia de 0,9 es:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_s}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (0,0251) \cdot (2)}{(110)^2} = 0,0035 \% \rightarrow \text{Cumple con la regulación.}$$

La regulación total para el sistema de control es:

$$\begin{aligned} \delta\%_{total} &= \delta\%_{cto-control} + \delta\%_{cto-M} + \delta\%_{cto-N} + \delta\%_{cto-P} + \delta\%_{cto-Q} \\ &= 0,0244 + 0,0105 + 0,0035 + 0,0069 + 0,0035 = 0,0488\% \end{aligned}$$

Finalmente el conductor que se utilizará para la alimentación del circuito de control y para transportar la señal de activación de los contactores en el circuito de potencia será el **#14 AWG cu TW a 60°C**.

El ducto para el circuito de control (desde el tablero de distribución **TD_SR** hasta el tablero de control **TC_SR** de la cancha Softball y Rugby (Corrida)), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu THW	14 AWG
Alimentación	2
Control Contactores	4
Área del Conductor	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{2(8,9) + 4(8,9)}{0,4} = 133,5 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de $\frac{1}{2}$ "**, **(media pulgada)**.

Las referencias de los contactores que se utilizarán en el control de la **cancha SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)** son:

- **Contactador M para el circuito 1:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 1 (competición cancha softball (rugby corrida)) es de 35,3338 [A] y 24 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{Ncto1} = 1,25 \cdot (35,3338) = 44,1673 [A]$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador M para el circuito 2:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 2 (competición cancha softball (rugby corrida)) es de 26,5004 [A] y 18 [kW] respectivamente, por lo que el contactor a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{Ncto1} = 1,25 \cdot (26,5004) = 33,1255 [A]$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D38F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 38 [A] y 18,5 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador M para el circuito 3:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 3 (competición cancha softball (rugby corrida)) es de 35,3338 [A] y 24 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (35,3338) = 44,1673 [A]$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador M para el circuito 4:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 4 (competición cancha softball (rugby corrida)) es de 8,8335 [A] y 6 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (8,8335) = 11,0418 [A]$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D18F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 18 [A] y 9 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores M y N para el circuito 5:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 5 (entrenamiento cancha softball (rugby corrida)) es de 32,3894 [A] y 22 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (32,3894) = 40,4867 [A]$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores M y N para el circuito 6:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 6 (entrenamiento cancha softball (rugby corrida)) es de 26,5004 [A] y 18 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N\ ct01} = 1,25 \cdot (26,5004) = 33,1255 [A]$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D38F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 38 [A] y 18,5 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador P para el circuito 7:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 7 (competición cancha rugby (corrida)) es de 20,6114 [A] y 14 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N_{cto1}} = 1,25 \cdot (20,6114) = 25,7643 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D32F7**, el cual tiene una capacidad de soportar 32 [A] y 15 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactador P para el circuito 8:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 8 (competición cancha rugby (corrida)) es de 29,4449 [A] y 20 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N_{cto1}} = 1,25 \cdot (29,4449) = 36,8061 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D40AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 40 [A] y 22 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores P y Q para el circuito 9:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 9 (entrenamiento cancha rugby (corrida)) es de 38,2783 [A] y 26 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N_{cto1}} = 1,25 \cdot (38,2783) = 47,8479 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

- **Contactores P y Q para el circuito 10:**

La corriente y potencia calculada para el circuito 9 (entrenamiento cancha rugby (corrida)) es de 38,2783 [A] y 26 [kW] respectivamente, por lo que el contactador a elegir será:

$$I_{selección} = 1,25 \cdot I_{N_{cto1}} = 1,25 \cdot (38,2783) = 47,8479 \text{ [A]}$$

Del catálogo de **Schneider Electric** se escoge el **contactador tripolar Tesys de la serie D LC1D50AF7**, el cual tiene una capacidad de soportar 50 [A] y 30 [kW] en la categoría AC3, y a una tensión de 440 [V] en A.C en el circuito de potencia.

5.5 SELECCIÓN DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Como ya se menciona, para la alimentación de los sistemas de iluminación de los diferentes campos deportivos se hará uso de la subestación existente del coliseo (ubicada en un costado del edificio de la escuela de deportes), y de un segundo sistema de potencia que será ubicado detrás de la cafetería deportiva junto al edificio de residencias universitarias, lo cual cuenta con previa autorización y visto bueno de la dependencia de planta física de la universidad.

5.5.1 TRANSFORMADOR PARA LAS CANCHAS DE SOFTBALL-RUGBY Y SUR

Para la alimentación de la cancha **SUR** y de los escenarios de **SOFTBALL** y **RUGBY**, se utilizará la subestación de 400 kVA ubicada a un costado de la escuela de deportes, pero como la relación de transformación existente es de 13200/214-123,5 V, y la tensión de diseño empleada para la alimentación de los circuitos ramales es de 440 V, es necesario el uso de un transformador elevador de tensión que provea a la carga con la tensión de diseño.

Con este orden de ideas, las características del transformador elevador necesario para alimentar los campos deportivos mencionados anteriormente, se determinan como sigue a continuación:

Para el cálculo de la demanda máxima, se analizarán los dos posibles casos que puede implementar la universidad, con la potencia máxima requerida por cada escenario:

- **Caso 1:**

Softball (Rugby Normal)	: 48 luminarias x 2244 [VA] = 107,712 [kVA]
Cancha Sur	: 40 luminarias x 2244 [VA] = 89,760 [kVA]

Carga Máxima = 197,472 [kVA]

- **Caso 2:**

Softball (Rugby Corrida)	:56 luminarias x 2244 [VA] = 125,664 [kVA]
Cancha Sur	: 40 luminarias x 2244 [VA] = 89,760 [kVA]

Carga Máxima = 215,424 [kVA]

Sea cual sea el caso seleccionado por la universidad, el transformador trifásico escogido es el que actualmente existe en el mercado, de 225 kVA tipo seco (menores dimensiones). Ahora se establece la relación de transformación, mediante los siguientes parámetros:

De la guía de transformadores de ABB, se tiene que el valor de la caída de tensión interna del transformador de 225kVA a plena carga, ó tensión de cortocircuito $\mu z\%$ es del 4%, y la regulación de la carga al trafo es de:

- 0,80% para la cancha de Softball (Rugby Original).
- 0,77% para la cancha de Softball (Rugby Corrida).
- 1,68% para la cancha sur.

La tensión del secundario en vacío será:

$$V_{sec} = V_{diseño} \cdot (1 + \mu Z\% + \delta\%) \quad [V]$$

$$V_{sec\ 1} = 440 \cdot \left(1 + \frac{4}{100} + \frac{0,80}{100}\right) = 461,12 \cong 460\ V$$

$$V_{sec\ 2} = 440 \cdot \left(1 + \frac{4}{100} + \frac{0,77}{100}\right) = 460,988 \cong 460\ V$$

$$V_{sec\ 3} = 440 \cdot \left(1 + \frac{4}{100} + \frac{1,68}{100}\right) = 464,992 \cong 460\ V$$

Como con cualquiera de las canchas la tensión en vacío es aproximadamente igual a 460 V en cualquiera de los tres escenarios que serán alimentados, la relación de transformación del transformador elevador es de: **214 / 460 – 266 ($\pm 2 \times 2,5\%$) [V]**.

5.5.1.1 PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR: CANCHAS SOFTBALL-RUGBY Y SUR

Para determinar las protecciones y calibres de los conductores necesarios para el primario del transformador, calculamos las corrientes nominales de estos dos devanados:

$$I_{N-1} = \frac{S_N}{\sqrt{3} V_{N-1}} = \frac{225000}{\sqrt{3} \cdot (214)} = 607,0271\ [A]$$

Se escoge una protección para el primario de 3x630 [A] de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Debido a que por ampacidad necesitaríamos un conductor de gran calibre, usaremos 3 conductores por fase, y cada fase irá por un solo ducto desde el lado de baja tensión de la subestación existente del coliseo, hasta el primario del nuevo transformador, el cual se ubicará en el mismo cuarto donde actualmente están los barrajes de la subestación a una distancia que no supera los 10 metros. El calibre para el primario es entonces:

$$I_{N-1} = \frac{607,0271}{3} = 202,3424\ [A]$$

Por capacidad amperimétrica se selecciona para las fases el conductor **#4/0 AWG cu THW a 75°C**, el cual tiene una ampacidad nominal de 230 [A]. Para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#1/0 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 630 [A], y este deberá conectarse a la malla de tierra que tiene la subestación.

El ducto para la canalización del primario del transformador (desde el barraje de baja tensión de la subestación del coliseo hasta el lado primario del transformador), tomando el área total del conductor de la **tabla 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 921) será:

Conductor cu THW	4/0 AWG	1/0 AWG
Fases	3	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	239,9	143,4

$$A_{Tubo} = \frac{3(239,9) + 1(143,4)}{0,4} = 2157,75 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 2 ½"**, (**dos pulgadas y media**), que será el que transporte una fase y el conductor de tierra. Los dos ductos restantes que transportarán las otras dos fases serán de:

Conductor cu THW	4/0 AWG
Fases	3
Tierra	---
Área del Conductor	239,9

$$A_{Tubo} = \frac{3(239,9)}{0,4} = 1799,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 2"**, (**dos pulgadas**).

5.5.1.2 SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR: CANCHAS SOFTBALL-RUGBY Y SUR

Para determinar las protecciones y calibres de los conductores necesarios para el secundario del transformador, calculamos las corrientes nominales de estos dos devanados:

$$I_{N-2} = \frac{S_N}{\sqrt{3} V_{N-2}} = \frac{225000}{\sqrt{3} \cdot (460)} = 282,3996 [A]$$

La corriente máxima de cortocircuito está dada por:

$$I_k = \frac{100 \cdot I_{N-2}}{\mu Z\%} = \frac{100 \cdot (282,3996)}{4} = 7,059 [kA]$$

Se escoge una protección para el secundario de 3x300 [A] de acuerdo a la sección **240-6** NTC 2050 (pág. 94), la cual debe tener una capacidad de corte $I_k=7,06$ [kA] pero se toma de 15 [kA].

Debido a que por ampacidad necesitaríamos un conductor de gran calibre, usaremos 2 conductores por fase:

$$I_{N-1} = \frac{282,3996}{2} = 141,1998 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica se selecciona inicialmente para las fases el conductor **#1/0 AWG cu THW a 75°C**, el cual tiene una ampacidad nominal de 150 [A], pero como por el mismo ducto van 6 conductores transportadores de corriente, se debe realizar la corrección por temperatura:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#1/0} \times F_{C-\#} = 150 \times 0,8 = 120 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente (#1/0 cu THW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#2/0 AWG cu THW a 75°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 175 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#2/0} \times F_{C-\#} = 175 \times 0,8 = 140 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido anteriormente (#2/0 cu THW) es menor a la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#3/0 AWG cu THW a 75°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 200 [A], y verificamos su capacidad de conducción:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#3/0} \times F_{C-\#} = 200 \times 0,8 = 160 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#3/0 AWG cu THW a 75°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 200 [A]. Para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#4 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 300 [A].

El ducto para la canalización del secundario del transformador (desde el secundario del transformador hasta el tablero general de baja tensión), tomando el área total del conductor de la **tabla 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 921) será:

Conductor cu THW	3/0 AWG	4 AWG
Fases	6	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	201,1	62,8

$$A_{Tubo} = \frac{6(201,1) + 1(62,8)}{0,4} = 3173,5 \text{ [mm}^2\text{]}$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 3", (tres pulgadas)**.

5.5.2 TRANSFORMADOR PARA LA CANCHA 1° DE MARZO

Para la alimentación de la cancha 1° **DE MARZO** en cualquiera de las dos clases de competición que fueron diseñadas, se utilizará una nueva estación de potencia que será ubicada a un costado del edificio de Residencias universitarias, detrás de la cafetería de deportes.

Como será una nueva instalación eléctrica de potencia, es de suma importancia salvaguardar la vida de las personas que manipulen los equipos que serán instalados, razón por la cual se debe realizar un diseño de una malla de puesta a tierra que este acorde con los requerimientos técnicos vigentes, para que cumpla con lo expuesto anteriormente y también con la protección de cada uno de los elementos de potencia.

5.5.2.1 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA EL NUEVO TRANSFORMADOR

Para el diseño del sistema de puesta a tierra que servirá de protección al transformador que suministrará la potencia a la cancha 1° de marzo, se procedió inicialmente a realizar la medición de la resistividad del terreno donde se ubicará la malla de tierra.

5.5.2.1.1 MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO [29], [30]

El instrumento utilizado para este fin fue el telurómetro marca “**METREL**”, propiedad del laboratorio de máquinas eléctricas de la Universidad Industrial de Santander-UIS, con número de inventario **108267** por parte del laboratorista Gustavo Latorre, la medida fue realizada el día 15 de mayo del 2013 a las 11:00 de la mañana en el terreno de interés, del cual se muestra una imagen a continuación:



Fig. 96 Ubicación del Nuevo Transformador y su Respectivo Sistema de Puesta a Tierra.
Fuente: Autores.

El telurómetro utilizado tiene cuatro bornes en donde se conectan las cuatro pinzas necesarias para la medición de la resistividad, dos de corriente y dos de tensión, tal y

como lo requiere el método Wenner que será empleado para determinar la resistividad, complementado finalmente por el método Box-Cox o uni-capa.

Lo primero que se hizo para la realización de las mediciones, fue ubicar el punto de referencia en el terreno, donde se ubicará el nuevo transformador y dónde quedará el centro de la malla del sistema de puesta a tierra, además de ser el origen para la medición de la resistividad del terreno, tal y como se muestra en la siguiente figura:

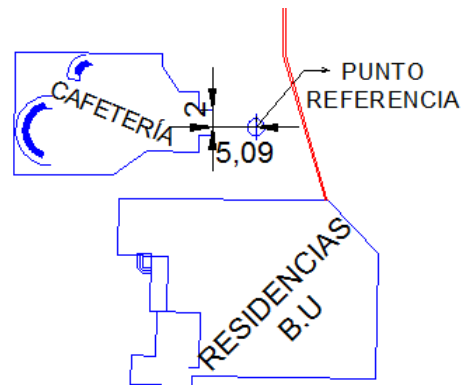


Fig. 97 Punto de Ubicación del Transformador y Origen para la Medición de la Resistividad del Terreno.

Fuente: Autores.

Luego de definir el punto de referencia, se insertaron las cuatro puntas de prueba en línea recta y separadas equidistantemente, las cuales establecen un contacto eléctrico con la tierra. Seguidamente, el medidor inyecta una corriente constante a través de la tierra la cual se comporta como una resistencia, por medio de las puntas externas, desarrollándose una diferencia o caída de potencial entre las dos puntas internas. A continuación, se muestra un telurómetro como el utilizado en la práctica, en dónde la ubicación de las pinzas se tomó de acuerdo con el orden de los colores de cada carrete de cables, que se indicaba en la parte trasera del aparato de medida:

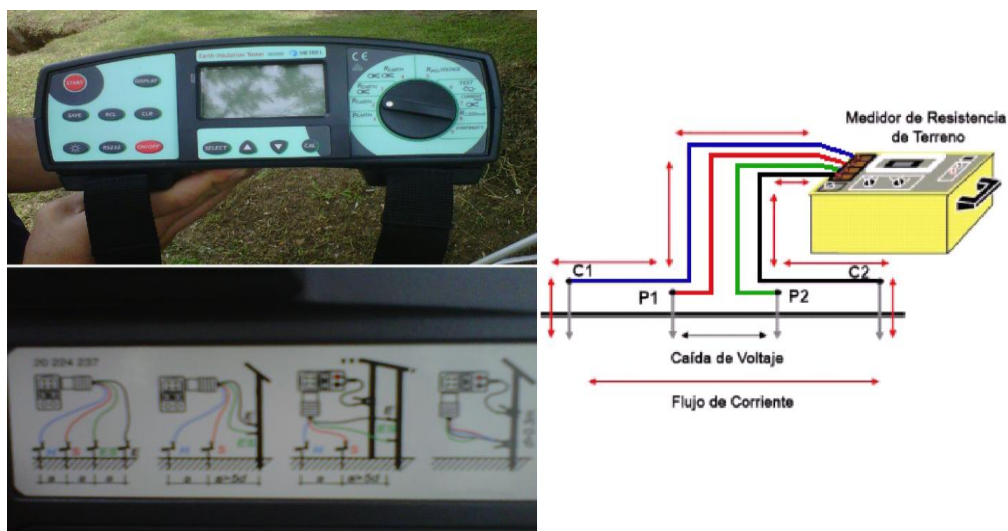


Fig. 98 Montaje y uso del telurómetro para la medida de resistividad.

Fuente: Autores.

Éste procedimiento fue realizado tomando inicialmente las respectivas medidas en dirección **Este-Oeste**, empezando con un distanciamiento de 1 m entre electrodos hasta llegar a un total de 3 metros en la tercera toma de medidas, con un enterramiento de cada electrodo de 5 cm. No se pudo aumentar el espaciamento de las puntas captadoras para tener un mayor rango de medición, debido a que las condiciones arquitectónicas del terreno no lo permitieron. Seguidamente se repitió el procedimiento anterior de manera similar, pero girando 90° la alineación de los electrodos respecto a las primeras mediciones, formando una cruz cuyo centro es el punto fijo que se tomo como referencia y llegando hasta una separación de electrodos de 4 metros en la cuarta medida, una más que la anterior debido a que el terreno en ésta dirección lo permitió.



MEDIDAS ESTE - OESTE

MEDIDAS NORTE - SUR

Fig. 99 Toma de las mediciones Necesarias para Determinar la Resistividad del Terreno.
Fuente: Autores.

Con esta metodología y debido a la especificación del telurómetro que usamos, obtenemos la resistencia expresada en ohmios y la resistividad en ohmios por metro. Las siguientes expresiones matemáticas, se utilizan para calcular la resistividad del terreno, cuando sólo conocemos la resistencia de éste:

$$\rho = 2\pi aR, \text{ cuando } a > 20.b \quad (7)$$

$$\rho = \frac{4\pi aR}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2+4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}} \quad (8)$$

Donde:

- ρ : Es la resistividad del terreno en $[\Omega * m]$.
- R : Es la resistencia medida por el telurómetro en $[\Omega]$.

- **a**: Es la separación de los electrodos ó puntas de medición en [m].
- **b**: Es la profundidad del electrodo en [m].

La primera ecuación es válida cuando la profundidad de enterramiento en el suelo de los electrodos (en nuestro caso de 5 cm), es mucho menor a la distancia de separación entre ellos en todas las pruebas realizadas, la segunda expresión es la utilizada para cuando la condición anterior no se satisface.

Finalmente, los valores arrojados por el telurómetro mediante el procedimiento anterior fueron:

MEDIDAS ESTE - OESTE			MEDIDAS NORTE - SUR		PROMEDIO RESISTIVIDAD
ESPACIAMIENTO [m]	RESISTIVIDAD [Ω -m]	RESISTENCIA [Ω]	RESISTIVIDAD [Ω -m]	RESISTENCIA [Ω]	
1	121,6	19,3	125,1	19,9	123,35
2	170,9	13,6	177,2	14,1	174,05
3	218,7	11,6	222,5	11,8	220,6
4	---	---	253,8	10,1	253,8

Tabla 32 Valores obtenidos de las mediciones realizadas.
Fuente: Autores.

Graficando los valores de la tabla anterior, podemos realizar un análisis del perfil de resistividades del terreno:

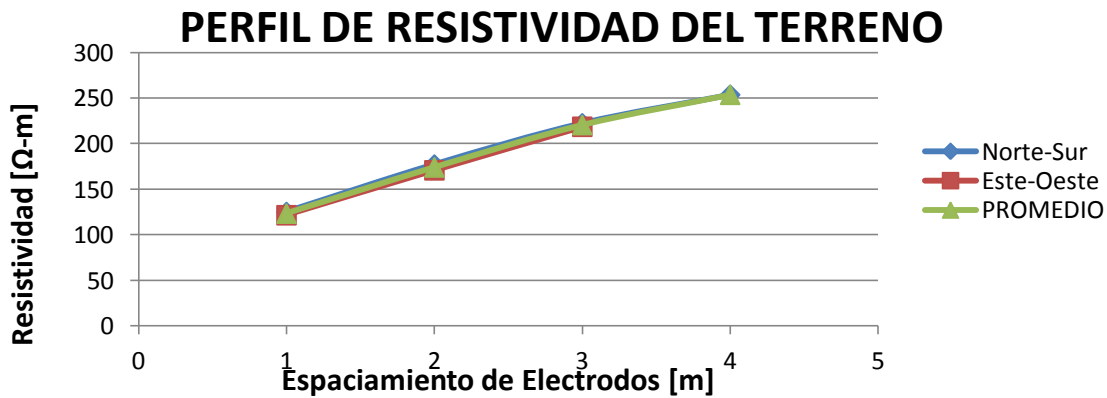


Fig. 100 Perfil de Resistividad del Terreno.
Fuente: Autores.

Tal y como podemos observar, la curva de resistividad Este-Oeste tiene una tendencia ascendente con un punto de inflexión presente en 4 metros, en donde la resistividad trata de tender a estabilizarse, lo cual indica que el suelo es de dos estratos, con la capa superficial (ρ_1) de menor resistividad que la capa subyacente (ρ_2). Así mismo, la curva de resistividad Norte-Sur, presenta una tendencia ascendente con una pequeña variación en 3 metros, por lo que el suelo sería también de dos estratos. Finalmente, la curva de resistividad promedio se comporta de manera similar a las descritas anteriormente. Por último, se tiene que las tres curvas de resistividad aumentan en

relación con la distancia de separación de los electrodos, lo que representa también una gráfica de profundidad, en donde a medida que ésta aumente, la resistividad también lo hará.

Los valores de resistividad que se obtienen al aplicar las ecuaciones [7] y [8] y utilizando los datos de resistencia hallados, son:

VALORES ESTE - OESTE			
ESPACIAMIENTO [m]	RESISTENCIA MEDIDA [Ω]	$\rho = 2\pi aR$	$\rho = \frac{4\pi aR}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}}$
1	19,3	121,2655	121,7939
2	13,6	170,9026	171,0894
3	11,6	218,6548	218,7611

Tabla 33 Valores Obtenidos con la Resistencia Medida, Dirección Este-Oeste.
Fuente: Autores.

VALORES NORTE - SUR			
ESPACIAMIENTO [m]	RESISTENCIA MEDIDA [Ω]	$\rho = 2\pi aR$	$\rho = \frac{4\pi aR}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}}$
1	19,9	125,0354	125,5803
2	14,1	177,1858	177,3794
3	11,8	222,4248	222,5328
4	10,1	253,8407	253,9101

Tabla 34 Valores Obtenidos con la Resistencia Medida, Dirección Norte-Sur.
Fuente: Autores.

De las anteriores tablas se puede concluir que los valores concuerdan bastante con los hallados mediante el telurómetro el día de la prueba, así que se puede concluir que el instrumento de medición está bien calibrado y la medida fue realizada correctamente.

A continuación se procede a modelar el terreno como si fuera de una sola capa, para obtener un único valor de resistividad, para ello emplearemos el método Box-Cox.

5.5.2.1.2 VALOR DE RESISTIVIDAD MEDIANTE EL MÉTODO BOX-COX [31]

Se considera que el moldeamiento homogéneo del suelo es adecuado cuando los diversos valores medidos no se apartan en más de un 30% del valor máximo obtenido. Cuando se aplica el método uni-capas, se asume que el terreno es homogéneo, calculándose así un solo valor de resistividad con una probabilidad del 70% con el modelo Box-Cox, el cual es propuesto por la norma ANSI/IEEE 80.

Para el cálculo aproximado de la resistividad se emplea el método probabilístico de transformación Box- Cox, en el que se tomará una probabilidad del 70% como aceptable para la asignación de la resistividad a partir del ajuste de distribución normal.

Partiendo de los datos de resistividad obtenidos de las lecturas, se aplica el siguiente procedimiento:

1. Se tabulan los datos de resistividad aparente medida ρ_i .
2. Se halla el promedio de la resistividad aparente X_p .
3. Se calculan los logaritmos naturales de cada una de los promedios de resistividades: $X_i = \ln(X_p)$
4. Se halla la resistividad promedio como: $\bar{X}_i = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$
5. Se calculan los valores producto de: $(X_i - \bar{X}_i)^2$
6. Se calcula la desviación estándar como: $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_i)^2}{n}}$
7. De la distribución normal, se toma para el 70% de probabilidad: **Z=0,524400513**
8. Se encuentra la resistividad con un 70% de probabilidad de no ser superada, de acuerdo con:

$$\rho = e^{(S \cdot Z + \bar{X}_i)}$$

Cálculo del Valor de la Resistividad		
Localidad: Terreno donde se ubicará el nuevo transformador, junto al lado de residencias universitarias		
Método de Medición: Wenner		
Metodología utilizada para la estimación del valor de la resistividad: Transformación Box-Cox		
Medición de Resistividad [Ω.m]	$X_i = \ln(X_p)$	$(X_i - \bar{X}_i)^2$
121,6	4,80073697	0,145730206
170,9	5,14107859	0,001714344
218,7	5,387700928	0,042114304
125,1	4,829113417	0,124870223
177,2	5,177279038	0,000027083
222,5	5,404927102	0,049481277
253,8	5,536546555	0,125360839
Valor Promedio	5,182483229	0,069899754
Desviación Estándar S	=	0,264385616
Distribución Normal Estándar Invertida Z (70%)		0,524400513
Resistividad [Ω.m] (Con probabilidad del 70% de no ser superada)		204,6143895

Entonces el valor de resistividad que se utilizará para el diseño de la malla de puesta a tierra será de **204,6144 [Ω .m]**.

5.5.2.1.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA [32], [33]

El diseño del sistema de tierra fue realizado con los lineamientos descritos en la **Norma IEEE Std. 80**, para lo cual necesitamos tener presente lo siguiente:

De acuerdo al inciso **6.3.3** de la Norma ESSA (pág. 88), la malla de tierra debe cumplir con las tensiones de paso y contacto tanto permisibles como reales, debe ser tipo cuadrícula y a ésta deben ir conectados los dispositivos de protección, la carcasa y neutro del transformador, y las partes metálicas que hagan parte de la subestación de potencia. Además, la malla debe cubrir el área a utilizar y debe tener una resistencia menor a los 10 [Ω] de acuerdo a lo establecido en el numeral **2.1.6** de la Norma ESSA (pág. 13), y deberá construirse con una capa de material permeable de alta resistividad como la grava, y para su cálculo debe tenerse en cuenta que:

- **Tiempo de despeje de la falla:** 0,5 segundos.
- **Corriente de falla:** Suministrada por la electrificadora ESSA, con un valor de 2,9 [kA]. (*Ver Anexo DD*)
- **Resistividad del terreno:** Medida realizada cuyo valor fue de 204,6144 [Ω .m].

Además se debe tener presente, que la separación mínima de los conductores es de 1,8 metros de acuerdo a la sección **250-84** de la NTC 2050 (pág. 134), y que las varillas que se utilicen para mejorar la puesta a tierra deben tener una longitud mínima de 2,40 [m] y un diámetro mínimo de 15,87 [mm] ó de 5/8 de pulgada, de acuerdo a la sección **250-83-C** de la NTC 2050 (pág. 134).

La geometría escogida para la malla depende principalmente de las facilidades que brinde el lugar donde esta se instalará, ya que entre más grande sea su área menor será la resistencia de tierra. Las características geométricas típicas de las mallas de puesta a tierra son:

- Profundidad ***h*** de la malla: $2,5 [m] > h \geq 0,5 [m]$
- Espaciamiento ***D*** entre conductores: $15[m] > D > 2 [m]$

Las uniones de los diferentes segmentos que componen la malla, se hará mediante soldadura de cobre que garantice la conexión eléctrica ante la humedad y la corrosión.

En el diseño de la malla de puesta a tierra mediante la Norma IEEE 80, se realizaron los siguientes pasos para el diseño sin varillas, teniendo en cuenta que se utilizarán:

- Largo de la malla: 12 [m].
- Ancho de la malla: 8[m].
- El conductor **Copper, annealed soft-drawn**.
- Corriente de falla: 2,9 [kA].
- Tiempo de duración de la falla: 0,5 [s].
- Resistividad del terreno: 204,6144 [Ω .m].

- Resistividad de la Grava: 6000 [$\Omega \cdot m$].
- Espesor de la Grava: 0,3 [m].
- Profundidad de la malla: 1 [m].
- Factor de Decremento de la Corriente: 1,026.
- Factor de División de Corriente: 0,6.
- Factor de Crecimiento de la Subestación de Potencia: 1.
- Temperatura Ambiente: 26 [$^{\circ}C$].

El largo y ancho de la malla, la longitud de los electrodos, el conductor de la malla, el espesor de la grava y la profundidad de la malla fueron escogidos a nuestro criterio, en base a resultados que se han obtenido con estas características en diseños similares. El factor de decremento se seleccionó de acuerdo al tiempo de duración de la falla, y a los valores típicos consignados en las tablas de la **Norma IEEE Std. 80** para un valor de X/R de 10, ya que no se contó con esta información (**Ver Anexo DD**), el factor de división de corriente se tomo de acuerdo a las características de la nueva subestación, ya que se alimenta de una pequeña línea de transmisión y de ella se derivan tres alimentadores de distribución (**Ver Anexo DD**) y debido a que se escoge estadísticamente, se sobredimensionará para evitar inconvenientes a futuro, y el factor de crecimiento de la subestación se tomo de 1 debido a que en el diseño se consideró la totalidad del transformador que se instalará.

a) Cálculo de la Sección Mínima del Conductor de la Línea de Enlace a la Malla de PAT:

La elevación de temperatura de corto tiempo en un conductor de tierra, o el tamaño requerido del conductor como una función de la corriente de falla que pasa por el conductor, se encuentra mediante la ecuación:

$$A = \frac{I_G}{\sqrt{\left(\frac{TCAP}{t_c * \alpha_r * \rho_r}\right) * \ln\left(\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a}\right)}}$$

Dónde:

- **A**: Área del conductor [mm^2].
- **T_a**: Temperatura ambiente: 26 [$^{\circ}C$].
- **t_c**: Tiempo que fluye la corriente: 0,5 [s].
- **I_G**: Máxima corriente de malla [A], dada por:

$$I_G = F_{Decremento} * F_{Division-corriente} * F_{Crecimiento} * I_{falla} = 1,026 \cdot (0,6) \cdot (1) \cdot (2900) \\ = 1785,24 [A]$$

De las tablas de las constantes de los materiales conductores (**Ver Anexo DD**) obtenemos los siguientes parámetros, para el conductor **Cooper, annealed soft-drawn**:

- α_r : Coeficiente de resistividad térmico a la temperatura de referencia: $0,00393$ [$^{\circ}\text{C}^{-1}$].
- K_0 : $1/\alpha_0$: 234 [$^{\circ}\text{C}$].
- T_m : Máxima temperatura admisible o de fusión: 1083 [$^{\circ}\text{C}$].
- ρ_r : Resistividad del conductor de tierra a la temperatura de referencia: $1,72$ [$\mu\Omega.\text{cm}$].
- **TCAP**: Capacidad térmica del conductor: $3,42$ [$\text{J}.\text{cm}^{-3}.\text{^{\circ}\text{C}^{-1}}$]

Entonces la sección mínima del conductor será:

$$A = \frac{1785,24}{\sqrt{\left(\frac{3,42}{0,5 \cdot (0,00393) \cdot (1,72)}\right) * \ln\left(\frac{234 + 1083}{234 + 26}\right)}} = 44,0601 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Entonces de la tabla de las dimensiones típicas de los conductores de puesta a tierra de la Norma IEEE 80 (**Ver Anexo DD**) se escoge el conductor **2/0 AWG**, el cual tiene un área nominal de $67,44 \text{ mm}^2$, y un diámetro de $0,0093$ [m].

b) Criterio de Tensiones de Paso y de Toque (Contacto) Tolerables:

La seguridad de una persona depende de la prevención de cantidades críticas de energía de choque absorbidas por el cuerpo humano, antes de que la falla sea despejada y el sistema desenergizado. Los voltajes máximos tolerables por un cuerpo humano de 50 y 70 [kg] de peso corporal, durante un circuito accidental no debe exceder los siguientes límites, teniendo en cuenta que:

El factor de corrección debido a la presencia de material superficial C_s , está dado por:

$$C_s = 1 - \frac{0,09 * \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2 * h_s + 0,09}$$

Dónde:

- ρ : Resistividad del suelo: $204,6144$ [$\Omega.\text{m}$].
- ρ_s : Resistividad del material de la capa superficial (Grava): 6000 [$\Omega.\text{m}$].
- h_s : Espesor de la capa superficial (Grava): $0,3$ [m].

Entonces el factor queda definido como:

$$C_s = 1 - \frac{0,09 * \left(1 - \frac{204,6144}{6000}\right)}{2 \cdot (0,3) + 0,09} = 0,8740$$

Finalmente las tensiones tolerables serán:

- **Tensión de Paso Tolerable para una Persona de 50 kg de Peso:** Se considera la resistencia a tierra de los 2 pies separados 1 metro en serie, sobre la capa superficial.

$$E_{paso\ 50\ kg} = (1000 + 6 * C_s * \rho_s) * \frac{0.116}{\sqrt{t_s}}, \text{ con } t_s: \text{ tiempo duración falla}$$

$$E_{paso\ 50\ kg} = [1000 + 6 * (0,8740) * (6000)] * \left(\frac{0.116}{\sqrt{0,5}}\right) = 5325,6794 [V]$$

- **Tensión de Toque ó Contacto Tolerable para una Persona de 50 kg de Peso:** Se considera la resistencia a tierra de los 2 pies juntos en serie sobre la capa superficial.

$$E_{contacto\ 50\ kg} = (1000 + 1.5 * C_s * \rho_s) * \frac{0.116}{\sqrt{t_s}}, \text{ con } t_s: \text{ tiempo duración falla}$$

$$E_{contacto\ 50\ kg} = [1000 + 1,5 * (0,8740) * (6000)] * \left(\frac{0.116}{\sqrt{0,5}}\right) = 1454,4564 [V]$$

- **Tensión de Paso Tolerable para una Persona de 70 kg de Peso:** Se considera la resistencia a tierra de los 2 pies separados 1 metro en serie, sobre la capa superficial.

$$E_{paso\ 70\ kg} = (1000 + 6 * C_s * \rho_s) * \frac{0.157}{\sqrt{t_s}}, \text{ con } t_s: \text{ tiempo duración falla}$$

$$E_{paso\ 70\ kg} = [1000 + 6 * (0,8740) * (6000)] * \left(\frac{0.157}{\sqrt{0,5}}\right) = 7208,0316 [V]$$

- **Tensión de Toque ó Contacto Tolerable para una Persona de 70 kg de Peso:** Se considera la resistencia a tierra de los 2 pies juntos en serie sobre la capa superficial.

$$E_{contacto\ 70\ kg} = (1000 + 1.5 * C_s * \rho_s) * \frac{0.157}{\sqrt{t_s}}, \text{ con } t_s: \text{ tiempo duración falla}$$

$$E_{contacto\ 70\ kg} = [1000 + 1,5 * (0,8725) * (9000)] * \left(\frac{0.157}{\sqrt{0,5}}\right) = 1968,5315 [V]$$

c) Cálculo de la Resistencia de Puesta a Tierra:

Inicialmente, se asume que los conductores en la malla de 8x12 [m] están igualmente espaciados, teniendo presente los siguientes parámetros:

- L_x : 8 [m].
- L_y : 12 [m].
- D : Distancia entre conductores: 2 [m].
- A_{malla} : Área de la malla: 96 [m²].
- h : Profundidad de la malla: 1 [m].

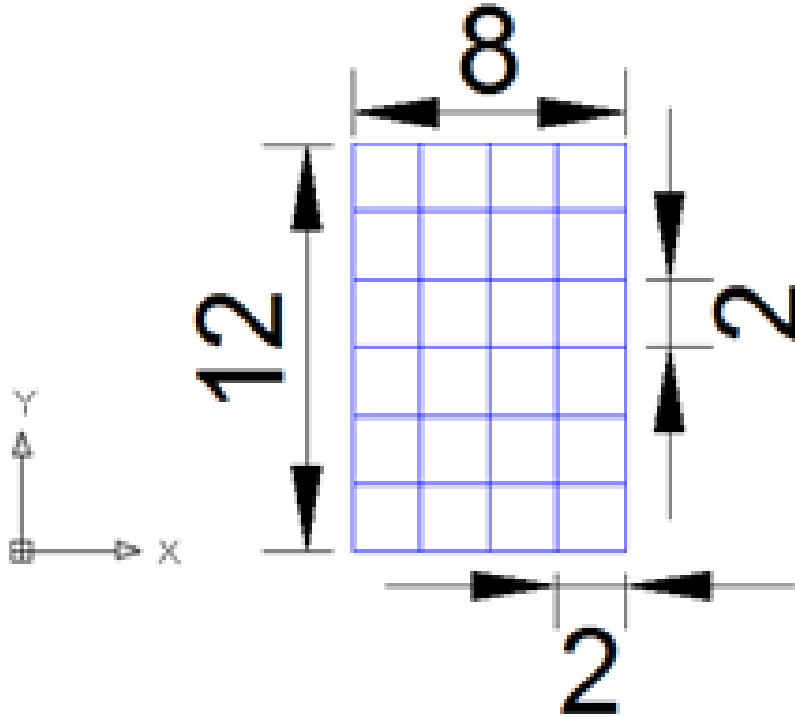


Fig. 101 Diseño de la Malla de Puesta a Tierra Sin Varillas.

De la figura anterior podemos concluir:

- **Número de conductores en el eje X:** $N=7$.
- **Número de conductores en el eje Y:** $M=5$.
- **Longitud Total de Conductores:** $L_T = N \cdot L_x + M \cdot L_y = 7 \cdot (8) + 5 \cdot (12) = 116$ [m].
- **Longitud Total del Perímetro:** $L_P = 2 \cdot L_x + 2 \cdot L_y = 2 \cdot (8) + 2 \cdot (12) = 40$ [m].

Finalmente la resistencia de la malla R_g , utilizando la ecuación de **Sverak** será:

$$R_g = \rho * \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A_{\text{malla}}}} * \left(1 + \frac{1}{1 + h \sqrt{\frac{20}{A_{\text{malla}}}}} \right) \right] [\Omega]$$

$$R_g = 204,6144 * \left[\frac{1}{116} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot (96)}} * \left(1 + \frac{1}{1 + 1 * \sqrt{\frac{20}{96}}} \right) \right] = 9,6398 [\Omega]$$

La resistencia de la malla de puesta a tierra con la configuración elegida, cumple con la exigencia de que debe ser menor a 10 [Ω], así que verificamos la elevación de tensión de la malla:

d) Cálculo de la Elevación de Tensión de la Malla GPR:

Esta tensión viene dada por:

$$GPR = I_G * R_g = 1785,24 \cdot (9,6398) = 17209,3565 [V]$$

Como el valor anterior excede la tensión de toque ó contacto para una persona con un peso de 50 [kg] (caso más crítico) que resultó ser de 1454,4564 [V], es necesario verificar las tensiones reales de malla y de paso.

e) Cálculo de la Tensión Real de Malla:

El valor real de la tensión de malla se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$E_m = \frac{\rho \cdot I_G \cdot K_m \cdot K_i}{L_M}$$

Donde:

- ρ : Resistividad medida del terreno: 204,6144 [$\Omega \cdot m$].
- I_G : Máxima corriente de falla: 1785,24 [A].
- K_m : Es el valor geométrico debido al espaciamiento de la malla dado por:

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d_c} + \frac{(D + 2 \cdot h)^2}{8 \cdot D \cdot d_c} - \frac{h}{4 \cdot d_c} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \cdot \ln \left(\frac{8}{\pi \cdot (2 \cdot n - 1)} \right) \right]$$

Dónde:

- D : Distancia entre conductores: 2 [m].
- d_c : Diámetro de la sección transversal de un conductor de malla: 0,0093 [m].
- K_{ii} : Es un factor de corrección que ajusta los efectos de los conductores sobre la esquina de la malla, dado por:

$$K_{ii} = \frac{1}{(2 \cdot n)^{2/n}} \quad , \quad \text{para mallas sin varilla de tierra.}$$

Donde:

- **n**: Es el número de conductores paralelos de una malla rectangular equivalente dado por:

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d$$

$$n_a = \frac{2 \cdot L_c}{L_p} \quad ; \quad n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}} \quad ; \quad n_c = \left[\frac{L_x \cdot L_y}{A} \right]^{\frac{0,7 \cdot A}{L_x \cdot L_y}} \quad ; \quad n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}}$$

- ➔ Para mallas cuadradas: $n = n_a$, ya que $n_b = n_c = n_d = 1$.
- ➔ Para mallas rectangulares: $n = n_a \cdot n_b$, ya que $n_c = n_d = 1$.
- ➔ Para mallas con forma de L: $n = n_a \cdot n_b \cdot n_c$, ya que $n_d = 1$.

Donde:

- **A**: Área de la malla:

$$A = L_x \cdot L_y = 8 \cdot (12) = 96 [m^2].$$

- **L_c**: Longitud total de los conductores de la malla horizontal:

$$L_c = N \cdot L_x + M \cdot L_y = 7 \cdot (8) + 5 \cdot (12) = 116 [m].$$

- **L_p**: Longitud total del perímetro de la malla:

$$L_p = 2 \cdot L_x + 2 \cdot L_y = 2 \cdot (8) + 2 \cdot (12) = 40 [m].$$

- **L_x**: Longitud máxima de la malla en la dirección **X**= 8 [m].
- **L_y**: Longitud máxima de la malla en la dirección **Y**= 12 [m].
- **D_m**: Distancia máxima entre dos puntos cualesquiera de la malla.

Entonces el valor de k_{ii} para la malla rectangular que se propone será:

$$n_a = \frac{2 \cdot (116)}{40} = 5,8 \quad ; \quad n_b = \sqrt{\frac{40}{4 \cdot \sqrt{96}}} = 1,0103$$

$$n = n_a \cdot n_b = 5,8 \cdot (1,0103) = 5,8597$$

$$K_{ii} = \frac{1}{[2 \cdot (5,8597)]^{2/5,8597}} = 0,4317$$

Ahora seguimos definiendo las variables necesarias:

- K_h : Es un factor de corrección que tiene en cuenta los efectos de la profundidad de la malla, dado por:

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}} \quad , \quad \text{con } h_0 = 1 \text{ [m] , y } h = 1 \text{ [m] del enterramiento de la malla.}$$

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{1}{1}} = 1,4142$$

Con estos valores, podemos hallar el valor de K_m como:

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{(2)^2}{16 \cdot (1) \cdot (0,0093)} + \frac{[1 + 2 \cdot (1)]^2}{8 \cdot (2) \cdot (0,0093)} - \frac{1}{4 \cdot (0,0093)} \right) + \frac{0,4317}{1,4142} \cdot \ln \left(\frac{8}{\pi \cdot (2 \cdot (5,8597) - 1)} \right) \right]$$

$$K_m = 0,5831$$

- K_i : Es el factor de irregularidad y se define como:

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n = 0,644 + 0,148 \cdot (5,8597) = 1,5112$$

- L_M : Es la longitud efectiva enterrada, que para malla sin varillas de tierra viene dada por:

$$L_M = L_c = 116$$

Finalmente la tensión real de malla será:

$$E_m = \frac{204,6144 \cdot (1785,24) \cdot (0,5831) \cdot (1,5112)}{116} = 2774,8518 \text{ [V]}$$

Como el valor de la tensión real de malla es mayor a la tensión de toque permisible de 1454,4564 [V], se debe rediseñar la malla de puesta a tierra, por lo que se adicionarán 26 varillas **cooperweld** de 2,4 [m] y 5/8 [“].

c') Cálculo de la Resistencia de Puesta a Tierra:

Los conductores en la malla de 8x12 [m] están igualmente espaciados, teniendo presente los siguientes parámetros:

- L_x : 8 [m].
- L_y : 12 [m].
- D : Distancia entre conductores: 2 [m].

- A_{malla} : Área de la malla: 96 [m²].
- h : Profundidad de la malla: 1 [m].
- L_r : Longitud de la varilla de enterramiento: 2,4 [m].
- n_r : Número de varillas a utilizar: 26.

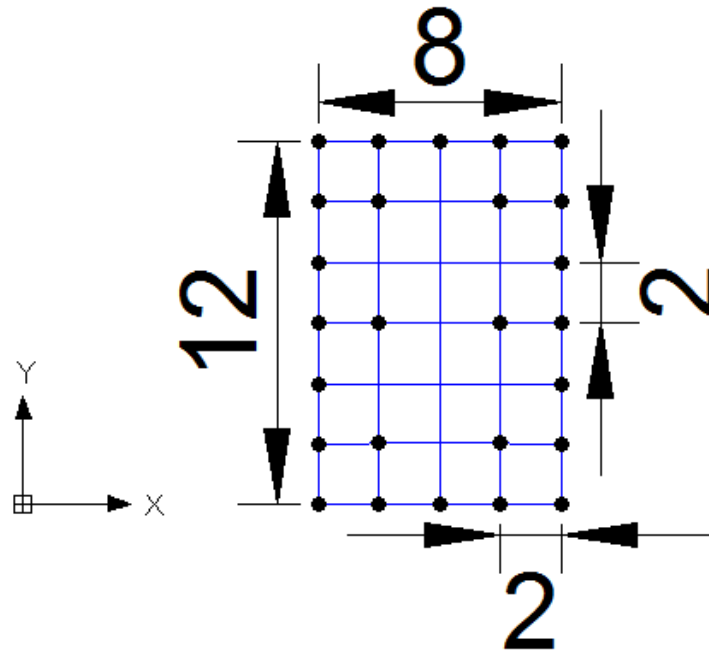


Fig. 102 Diseño de la Malla de Puesta a Tierra Con Varillas.

De la figura anterior podemos concluir:

- **Número de conductores en el eje X:** $N=7$.
- **Número de conductores en el eje Y:** $M=5$.
- **Longitud Total de Conductores:**
 $L_T = L_c + L_R = N \cdot L_x + M \cdot L_y = 7 \cdot (8) + 5 \cdot (12) + 2,4 \cdot (26) = 178,4$ [m].
- **Longitud Total del Perímetro:** $L_P = 2 \cdot L_x + 2 \cdot L_y = 2 \cdot (8) + 2 \cdot (12) = 40$ [m].

Finalmente la resistencia de la malla R_g , utilizando la ecuación de **Sverak** será:

$$R_g = \rho * \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A_{\text{malla}}}} * \left(1 + \frac{1}{1 + h \sqrt{\frac{20}{A_{\text{malla}}}}} \right) \right] [\Omega]$$

$$R_g = 204,6144 * \left[\frac{1}{178,4} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot (96)}} * \left(1 + \frac{1}{1 + 1 * \sqrt{\frac{20}{96}}} \right) \right] = 9,0228 [\Omega]$$

La resistencia de la malla de puesta a tierra con la configuración elegida, cumple con la exigencia de que debe ser menor a 10 [Ω], así que verificamos la elevación de tensión de la malla:

d') Cálculo de la Elevación de Tensión de la Malla GPR:

Esta tensión viene dada por:

$$GPR = I_G * R_g = 1785,24 \cdot (9,0228) = 16107,8635 [V]$$

Como el valor anterior excede la tensión de toque ó contacto para una persona con un peso de 50 [kg] (caso más crítico) que resultó ser de 1454,4564 [V], es necesario verificar las tensiones reales de malla y de paso.

e') Cálculo de la Tensión Real de Malla:

El valor real de la tensión de malla se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$E_m = \frac{\rho \cdot I_G \cdot K_m \cdot K_i}{L_M}$$

Donde:

- ρ : Resistividad medida del terreno: 204,6144 [$\Omega \cdot m$].
- I_G : Máxima corriente de falla: 1785,24 [A].
- K_m : Es el valor geométrico debido al espaciamiento de la malla dado por:

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d_c} + \frac{(D + 2 \cdot h)^2}{8 \cdot D \cdot d_c} - \frac{h}{4 \cdot d_c} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \cdot \ln \left(\frac{8}{\pi \cdot (2 \cdot n - 1)} \right) \right]$$

Dónde:

- D : Distancia entre conductores: 2 [m].
- d_c : Diámetro de la sección transversal de un conductor de malla: 0,0093 [m].
- K_{ii} : Es un factor de corrección que ajusta los efectos de los conductores sobre la esquina de la malla, dado por:

$$K_{ii} = 1 \quad , \quad \text{para mallas con varilla de tierra.}$$

- n : Es el número de conductores paralelos de una malla rectangular equivalente dado por:

$$n = n_a \cdot n_b = 5,8 \cdot (1,0103) = 5,8597$$

Ahora seguimos definiendo las variables necesarias:

- K_h : Es un factor de corrección que tiene en cuenta los efectos de la profundidad de la malla, dado por:

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}}, \quad \text{con } h_0 = 1 \text{ [m]}, \text{ y } h = 1 \text{ [m] del enterramiento de la malla.}$$

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{1}{1}} = 1,4142$$

Con estos valores, podemos hallar el valor de K_m como:

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{(2)^2}{16 \cdot (1) \cdot (0,0093)} + \frac{[2 + 2 \cdot (1)]^2}{8 \cdot (2) \cdot (0,0093)} - \frac{1}{4 \cdot (0,0093)} \right) + \frac{1}{1,4142} \cdot \ln \left(\frac{8}{\pi \cdot (2 \cdot (5,8597) - 1)} \right) \right]$$

$$K_m = 0,5827$$

- K_i : Es el factor de irregularidad y se define como:

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n = 0,644 + 0,148 \cdot (5,8597) = 1,5112$$

- L_M : Es la longitud efectiva enterrada, que para malla con varillas de tierra viene dada por:

$$L_M = L_c + \left[1,55 + 1,22 \left(\frac{L_r}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} \right) \right] \cdot L_R$$

Donde:

- L_c : Longitud total de los conductores de la malla horizontal:

$$L_c = N \cdot L_x + M \cdot L_y = 7 \cdot (8) + 5 \cdot (12) = 116 \text{ [m]}.$$

- L_r : Longitud de cada varilla: 2,4 [m].
- n_r : Número de varillas utilizadas: 26.
- $L_R = n_r \cdot L_r$: Longitud total de todas las varillas: 26 · (2,4)=62,4 [m].

Entonces tendremos:

$$L_M = 116 + \left[1,55 + 1,22 \left(\frac{2,4}{\sqrt{(8)^2 + (12)^2}} \right) \right] \cdot (62,4) = 225,3885 \text{ [m]}$$

Finalmente la tensión real de malla será:

$$E_m = \frac{204,6144 \cdot (1785,24) \cdot (0,5827) \cdot (1,5112)}{225,3885} = 1427,1447 \text{ [V]}$$

Como el valor de la tensión real de malla es menor a la tensión de toque permisible de 1454,4564 [V], se procede a calcular la tensión real de paso.

f) Cálculo de la Tensión Real de Paso:

El valor de la tensión real de paso ocurre a una distancia de 1 metro hacia fuera del conductor perimetral, a la mitad del ángulo de la esquina más extrema de la malla, y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$E_{paso} = \frac{\rho \cdot I_G \cdot K_s \cdot K_i}{L_s}$$

Dónde:

- ρ : Resistividad medida del terreno: 204,6144 [$\Omega \cdot m$].
- I_G : Máxima corriente de falla: 1785,24 [A].
- K_i : Es el factor de irregularidad y se define como:

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n = 0,644 + 0,148 \cdot (5,8597) = 1,5112$$

- L_s : Es la longitud efectiva del conductor enterrado dada por:

$$L_s = 0,75 \cdot L_c + 0,85 \cdot L_R$$

Dónde:

- L_c : Longitud total de los conductores de la malla horizontal:

$$L_c = N \cdot L_x + M \cdot L_y = 7 \cdot (8) + 5 \cdot (12) = 116 [m].$$

- $L_R = n_r \cdot L_r$: Longitud total de todas las varillas: 26. (2,4)=62,4 [m].

Entonces L_s será:

$$L_s = 0,75 \cdot (116) + 0,85 \cdot (62,4) = 140,04 [m]$$

Y el último parámetro K_s se calcula así:

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} \cdot (1 - 0,5^{(n-2)}) \right]$$

Dónde:

- h : Es el enterramiento de la malla: 1 [m].
- D : Distancia entre conductores: 2 [m].
- n : Es el número de conductores paralelos de una malla rectangular equivalente: 5,8597.

Entonces el valor de K_s será:

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 \cdot (1)} + \frac{1}{2 + 1} + \frac{1}{2} \cdot (1 - 0,5^{(5,8597-2)}) \right] = 0,4134$$

Finalmente, la tensión real de paso es:

$$E_{real\ paso} = \frac{204,6144 \cdot (1785,24) \cdot (0,4134) \cdot (1,5112)}{140,04} = 1629,5704 [V]$$

Como la tensión real de paso es menor a la tensión de paso calculada de 5325,6794 [V] para una persona de 50 [kg] de peso (caso más crítico), el diseño de la malla de puesta a tierra para la nueva estación de transformación ha culminado.

Realizado el diseño de la malla de puesta a tierra, se procede a calcular la demanda máxima que requiere el campo 1° de marzo, para determinar el transformador que será utilizado y alimentado por la línea de media tensión de 13200 [V] propiedad de la ESSA, analizándose los dos posibles casos que puede implementar la universidad, con la potencia máxima requerida por cada escenario:

- **Caso 1:**

Cancha 1° Marzo Clase III (Competición): 80 luminarias x 2244 [VA] = 179,520 [kVA]

Pista Atlética Clase III (Entrenamiento): 15 luminarias x 2244 [VA] = 33,660 [kVA]

Carga Máxima = 213,180 [kVA]

- **Caso 2:**

Cancha 1° Marzo Clase II (Competición): 64 luminarias x 2244 [VA] = 143,616 [kVA]

Pista Atlética Clase III (Entrenamiento): 11 luminarias x 2244 [VA] = 24,684 [kVA]

Carga Máxima = 168,3 [kVA]

Sea cual sea el caso seleccionado por la universidad, el transformador trifásico escogido es el que actualmente existe en el mercado, de 225 kVA refrigerado en aceite tipo pad mounted, capsulada de acuerdo al inciso **6.1.1.3** de la Norma ESSA (pág. 82). Ahora se establece la relación de transformación, mediante los siguientes parámetros:

De la guía de transformadores de ABB, se tiene que el valor de la caída de tensión interna del transformador de 225kVA a plena carga, ó tensión de cortocircuito $\mu z\%$ es del 4%, y la regulación de la carga al trafo es de:

- 0,5771% para la clase III.
- 0,5581% para la clase II.
-

La tensión del secundario en vacío será:

$$V_{sec} = V_{diseño} \cdot (1 + \mu Z\% + \delta\%) \quad [V]$$

$$V_{sec\ 1} = 440 \cdot \left(1 + \frac{4}{100} + \frac{0,5771}{100}\right) = 460,14 \cong 460\ V$$

$$V_{sec\ 2} = 440 \cdot \left(1 + \frac{4}{100} + \frac{0,5581}{100}\right) = 460,06 \cong 460\ V$$

Como con cualquiera de las canchas la tensión en vacío es aproximadamente igual a 460 [V], la relación de transformación del transformador trifásico de potencia es de: **13200 / 460 – 266 ($\pm 2 \times 2,5\%$) [V]**.

Como ya se mencionó, el transformador se alimentará de la línea de media tensión de 13200 [V] mediante una acometida subterránea, la cual empezará con la derivación de la línea aérea en el poste **PE1**, el cual se encuentra en la entrada de la portería de la carrera 30 de la universidad (*ver plano Rutas de los Circuitos de Alimentación*), y culminará en donde será ubicado el nuevo transformador.

5.5.2.2 PRIMARIO DEL TRANSFORMADOR: CAMPO DEPORTIVO 1° DE MARZO

Para determinar las protecciones y calibres de los conductores necesarios para el primario del transformador, calculamos las corrientes nominales de estos dos devanados:

$$I_{N-1} = \frac{S_N}{\sqrt{3} V_{N-1}} = \frac{225000}{\sqrt{3} \cdot (13200)} = 9,8412\ [A]$$

Para determinar el valor de la protección, sobredimensionamos un 25% la corriente nominal:

$$I_{k-1} = 1,25 \cdot I_{N-1} = 1,25 \cdot (9,8412) = 12,3015\ [A]$$

Se escoge para la protección del primario un fusible tipo K de 3x15 [A] – 15 [kV] de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

El calibre mínimo que recomienda la Norma ESSA en la tabla **3.13** (pág. 41), es el **#2 AWG cu XLPE** el cual tiene una constante generalizada K_G de 60,021 para un factor de potencia de 0,9 que tiene la carga que se alimentará desde la subestación.

Ahora procedemos a calcular la regulación de tensión, la cual no debe superar el 2%, de acuerdo a la Norma ESSA en la tabla **2.3** (pág. 12). La distancia desde la línea aérea de media tensión que se deriva en el poste **PE1** hasta el transformador, se muestra en la siguiente figura:

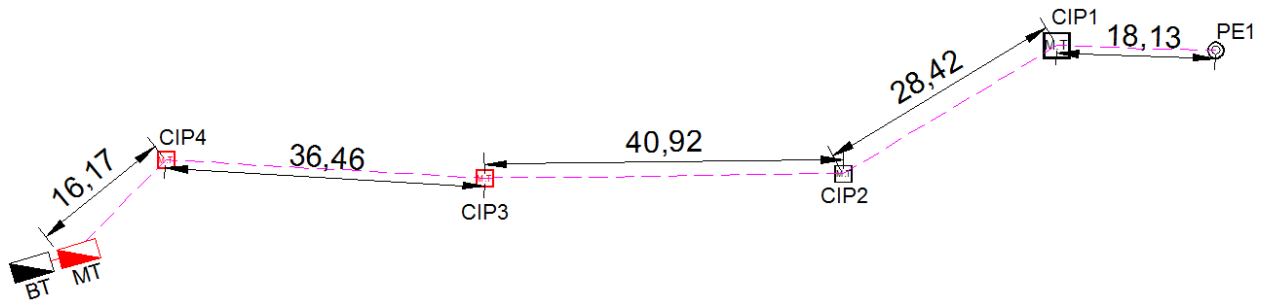


Fig. 103 Distancia desde el Poste PE1 Hasta el Primario del Transformador
Fuente: Autores.

$$distancia - total = h_{L\acute{i}nea\ Poste\ PE1} + 2 \cdot h_{enterramiento} + l_{total\ cto} + h_{T-T}$$

Donde:

- $h_{L\acute{i}nea\ Poste\ PE1}$: Altura de la l\nea ubicada en el poste PE1 = 12 [m]
- $h_{enterramiento}$: Profundidad de enterramiento de los conductores = 0,45 [m]
- $l_{total\ cto}$: Longitud total del circuito = 18,13 + 28,42 + 40,92 + 36,46 + 16,17 = 140,1 [m]
- h_{T-T} : Altura del Transformador + Base = 3,0 [m]

$$distancia - total = 12 + 0,45 + 140,1 + 0,45 + 3,0 = 156 [m]$$

Entonces el momento el\ctrico M_E total es:

$$M_E = S_{C-Transformador} \times distancia - total = 225 \times 156 = 35100 [kVA - m]$$

Finalmente la regulaci3n viene dada por la siguiente expresi3n, teniendo en cuenta que al ser un circuito trif\asico, el factor F_S es 1:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{60,021 \cdot (35100) \cdot (1)}{(13200)^2} = 0,0121\%$$

Entonces por regulaci3n de tensi3n, se selecciona para los conductores de acometida (fases) el conductor **#2 AWG cu XLPE a 90°C**.

El ducto para la canalizaci3n de la red de acometida para el transformador (desde el poste PE1 hasta el lado primario del transformador), tomando el \rea total del conductor a partir de su di\metro total aproximado de 26 [mm] (**Ver Anexo DD**) [34], tenemos:

Conductor cu	2 AWG XLPE
Fases	3
\rea del Conductor	530,93

$$A_{Tubo} = \frac{3(530,93)}{0,4} = 3981,975 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (p\g. 919), se escoge el **ducto de 3"**, (tres pulgadas).

5.5.2.3 SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR: CAMPO DEPORTIVO 1° DE MARZO

Para determinar las protecciones y calibres de los conductores necesarios para el secundario del transformador, calculamos las corrientes nominales de estos dos devanados:

$$I_{N-2} = \frac{S_N}{\sqrt{3} V_{N-2}} = \frac{225000}{\sqrt{3} \cdot (460)} = 282,3996 \text{ [A]}$$

La corriente máxima de cortocircuito está dada por:

$$I_k = \frac{100 \cdot I_{N-2}}{\mu z\%} = \frac{100 \cdot (282,3996)}{4} = 7,059 \text{ [kA]}$$

Se escoge una protección para el secundario de 3x300 [A] de acuerdo a la sección **240-6** NTC 2050 (pág. 94), que debe tener una capacidad de corte $I_k=7,06$ [kA], pero se toma de 15 [kA].

Debido a que por ampacidad necesitaríamos un conductor de gran calibre, usaremos 3 conductores por fase, y para su transporte desde el secundario hasta el tablero general de acometidas se utilizarán dos ductos, en uno irán el neutro y la tierra, y por el otro ducto, las fases:

$$I_{N-1} = \frac{282,3996}{3} = 94,1332 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica se seleccionaría el conductor #3 AWG cu THW a 75°C, pero como el calibre mínimo permitido es el **#1/0 AWG cu THW a 75°C**, seleccionamos este conductor, el cual tiene una ampacidad nominal de 150 [A], pero como por el mismo ducto van 9 conductores transportadores de corriente (3 fases), se debe realizar la corrección por temperatura:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#1/0} \times F_{C-\#} = 150 \times 0,7 = 105 \text{ [A]}$$

Entonces elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor **#1/0 AWG cu THW a 75°C**, el cual tiene una capacidad nominal de 150 [A]. Para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#4 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 300 [A], y para el neutro (debido a que se alimentará la iluminación y los toma-corrientes de los cuartos de la subestación a una tensión de 254 [V] (F-N) (cargas no lineales)), se escoge el conductor **#4/0 AWG cu THW a 75°C** (el cual tiene un área de 107,21), ya que se dimensiona al 173% del área del conductor de fase:

$$Sección_{Neutro} = 1,73 \cdot Sección_{Fase} = 1,73 \cdot (53,5) = 92,555 \text{ [mm}^2\text{]}$$

El ducto para las canalizaciones que transportarán los respectivos conductores (desde el secundario del transformador hasta el tablero general de baja tensión), tomando el área total del conductor de la **tabla 5 (Continuación)**, NTC 2050 (pág. 921) serán:

Conductor cu THW	4/0 AWG	4 AWG
Fases	---	---
Neutro	1	---
Tierra	---	1
Área del Conductor	239,9	62,8

Conductor cu THW	1/0 AWG
Fases	9
Neutro	---
Tierra	---
Área del Conductor	143,4

$$A_{Tubo} = \frac{1(239,9) + 1(62,8)}{0,4} = 756,75 [mm^2] \quad , \quad A_{Tubo} = \frac{9(143,4)}{0,4}$$

$$= 3226,5 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1 $\frac{1}{4}$ "**, (**pulgada y cuarto**), para transportar los conductores de tierra y neutro.

De la **tabla 4 (Final), Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 3, (tres pulgadas)**, para transportar los conductores de las fases.

El sitio en el que se ubicará el nuevo transformador debe adecuarse para el tipo de subestación que se desea implementar, para lo cual se debe tener en cuenta las distancias mínimas de espacio de trabajo y resguardo establecidas en la sección **110-31, 110-32, 110-33 y 110-34** de la NTC 2050 (pág. 27), la cual establece:

- Las instalaciones eléctricas se deben ubicar en sitios rodeados por paredes o cercas enmalladas, cuyo acceso esté controlado por cerradura de llave para evitar el acceso a personas no calificadas. La altura de la cerca ó la pared será mínimo de 2,10 [m].
- Los pernos y tuercas utilizados que queden a simple vista, deben estar diseñados para que no sean removidos fácilmente por cualquier persona no calificada.
- Se debe mantener un espacio de acceso y de trabajo mínimo de 0,9 [m] de ancho medidos paralelamente al equipo, lo cual permite un mantenimiento fácil y seguro de éste.
- Las puertas de acceso al espacio de trabajo, deben tener la capacidad de resistir el fuego (3 horas como mínimo) y abrir en un ángulo mínimo de 90°.
- Las puertas de entrada al sitio de trabajo debe tener como mínimo un ancho de 0,6 [m] y una altura de 1,90 [m].
- Se deben colocar a la vista señales permanentes de advertencia que indiquen: "PELIGRO – ALTA TENSION – PROHIBIDA LA ENTRADA".

También, lo establecido en la **Sección 450 (parte C)** de la NTC 2050 (pág. 477):

- Los cuartos de transformadores deben estar ventilados con aire exterior sin necesidad de ductos siempre que sea posible.
- Las paredes, pisos y techos deben estar hechos de materiales con resistencia mínima al fuego de 3 horas (utilizar concreto reforzado de 0,15 [m] de espesor).

Los pisos que estén en contacto con la tierra deben ser de hormigón con un espesor mínimo de 0,10 [m].

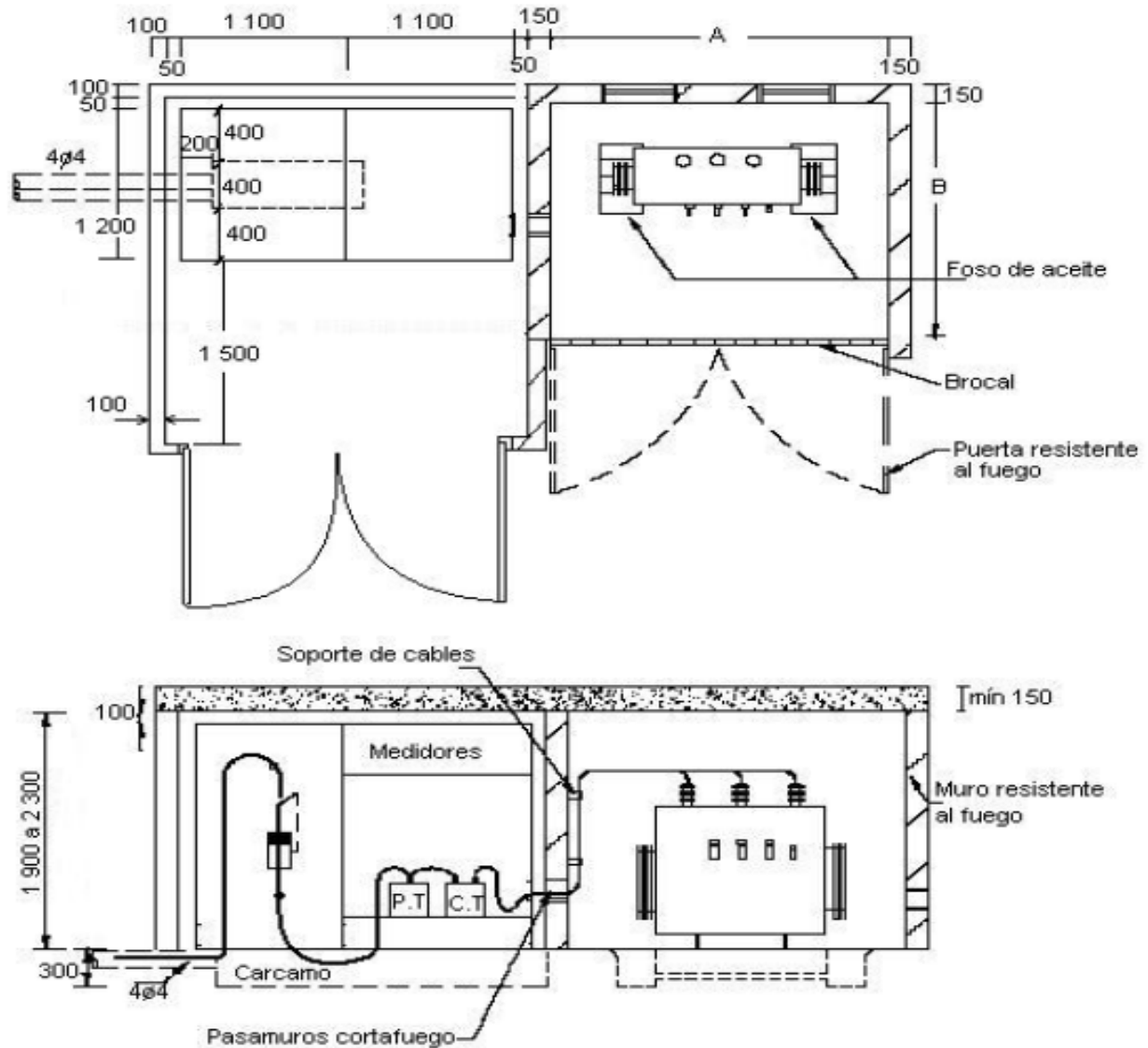
- Para transformadores refrigerados con aceite, se debe construir un brocal ó umbral que recoja el aceite en caso de daños, con una altura mínima de 0,1 [m].
- El área destinada para las aberturas de ventilación que permitan la circulación natural de aire procedente del exterior, no debe ser menor a 1936 [mm²] por cada kVA del transformador.
- Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas o pantallas que eviten situaciones inseguras, como el ingreso de personal no calificado.

Así mismo, también se contempla lo expuesto en los incisos **6.1.6**, **6.2.2**, y **6.4** de la Norma ESSA (pág. 84 y 87), en los cuales se establece:

- Se debe tener un medio de seccionador bajo carga y un cortacircuito con cámara apaga chispa incorporada.
- El gabinete y el neutro deben estar sólidamente conectados a tierra mediante un barraje equipotencial de acero inoxidable o de cobre, equipado con tornillos de acero inoxidable, que para el transformador de 225 [kVA] debe tener una sección mínima de 125 [mm²].
- Los transformadores que tengan tap o conmutador de derivación, deben tener dos avisos: “PELIGRO NO OPERAR” y “OPERACIÓN SIN TENSIÓN”, a menos que el equipo lo permita con carga.
- En zonas adyacentes a la subestación no se deben almacenar combustibles.
- Los locales para subestaciones capsuladas deben tener una altura mínima de 2,5 [m] y un área mínima de 12 [m²], que permita la libre apertura de las puertas y un fácil acceso de los equipos.
- Pueden utilizarse módulos o bóvedas para la instalación del transformador y demás equipos, de los cuales se presentan sus dimensiones mínimas más adelante, mostradas en los anexos de la norma ESSA.
- Bajo el área ocupada por la subestación se debe construir una malla de tierra que se compondrá de un mínimo de 4 varillas cooperweld, formando un paralelogramo y unidas entre sí con un conductor de cobre desnudo de calibre mínimo 2 AWG, el cual se unirá a las varillas mediante soldadura.
- Los barrajes en baja tensión deben ser en cobre electrolítico y estarán soportadas sobre aisladores de resina o porcelana de alta resistencia, con capacidad para soportar los esfuerzos de cortocircuito. Se podrá utilizar un conductor de cobre aislado THW para las conexiones entre el barraje y los interruptores de salida de media tensión.
- Se utilizarán contadores de medida directa de energía activa y reactiva, ya que la demanda supera los 45 [kVA].
- La locación debe contar con una iluminación artificial media de 100 [Lx] como mínimo.

Las dimensiones mínimas de las bóvedas y módulos son las siguientes:

SUBESTACIÓN CAPSULADA QUE REQUIERE BÓVEDA



Dimensiones en mm

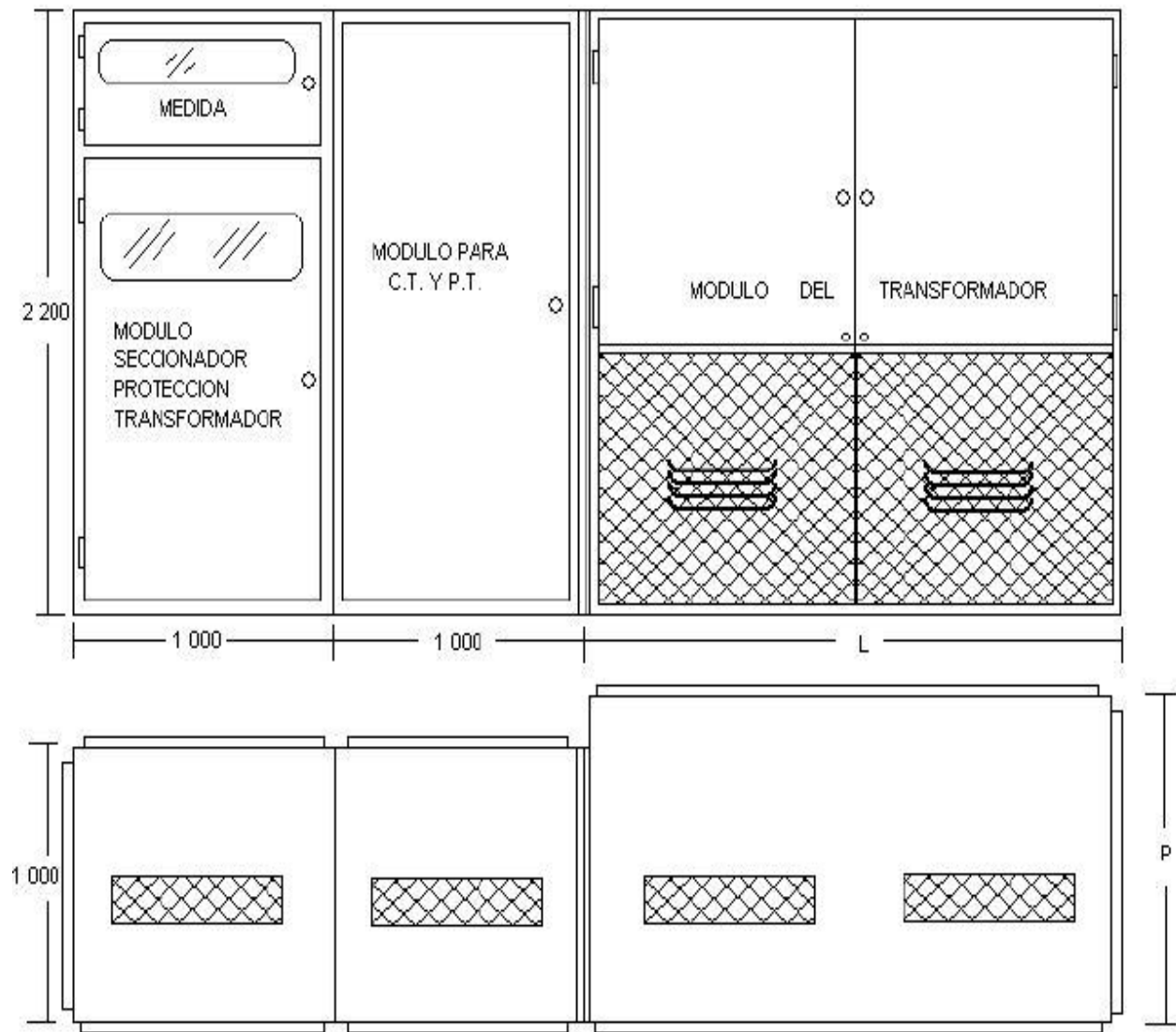
POTENCIA kVA	Dimensiones del local	
	A mm	B mm
30	1 500	1 500
45	1 500	1 500
75	1 500	1 500
112,5	2 000	2 000
150	2 000	2 000
25	2 000	2 000
300 – 400	2 500	2 000
500 – 630	2 500	2 500
750 a 1 000	3 100	2 500

Notas:

- Frente a las celdas de maniobra y protección se debe dejar un espacio un espacio completamente libre para la circulación y maniobra mínimo 1 500 mm.
- En caso de tener equipos de protección en aceite los muros serán cortafuegos.
- Se permite reducir la distancia entre celdas y puerta a 600 mm, siempre que se garantice el espacio para maniobras mas allá de la puerta y el frente de las celdas quede totalmente libres.

Fuente: Norma ESSA.

MÓDULO PARA SUBESTACIÓN QUE NO REQUIERE BÓVEDA



TRANSFORMADOR	L	P
0 – 150 kVA	1 500	1 000
A51 – 315 kVA	1 800	1 200

Dimensiones en mm

Fuente: Norma ESSA.

De acuerdo a las especificaciones de las diferentes normativas indicadas anteriormente, y al espacio disponible en el sitio donde se ubicará la subestación, ésta tendrá las siguientes especificaciones:

- El área calculada para la malla de puesta a tierra es de 96 [m²], (8 x 12 metros).

- La altura del cuarto de la subestación y el cuarto de distribución y medida es de 0,3 metros medidos desde el suelo, debido a la grava que se utilizará para la puesta a tierra.
- Las paredes de la subestación se construirán en concreto, con un ancho de 0,2 metros.
- Las paredes del cuarto de baja tensión se construirán con ladrillo, con un ancho de 0,2 metros.
- La altura de los cuartos desde la base de grava hasta el techo es de 2,5 metros, y éste tendrá un espesor de 0,2 metros.
- Se instalarán dos rejillas para ventilación de 0,3 x 2 metros cada una, tanto para el cuarto del transformador como el cuarto de baja tensión.
- Se instalarán dos puertas cortafuegos de 2 x 2 metros para el acceso de cada cuarto.
- Se elaborará un brocal a la entrada del cuarto del transformador con una profundidad de 0,1 metros y un ancho de 0,1 metros.

Finalmente la estructura física de la subestación y su ubicación en el terreno, tomando como centro el punto de referencia con el que se midió la resistividad del terreno mostrada en incisos anteriores es:

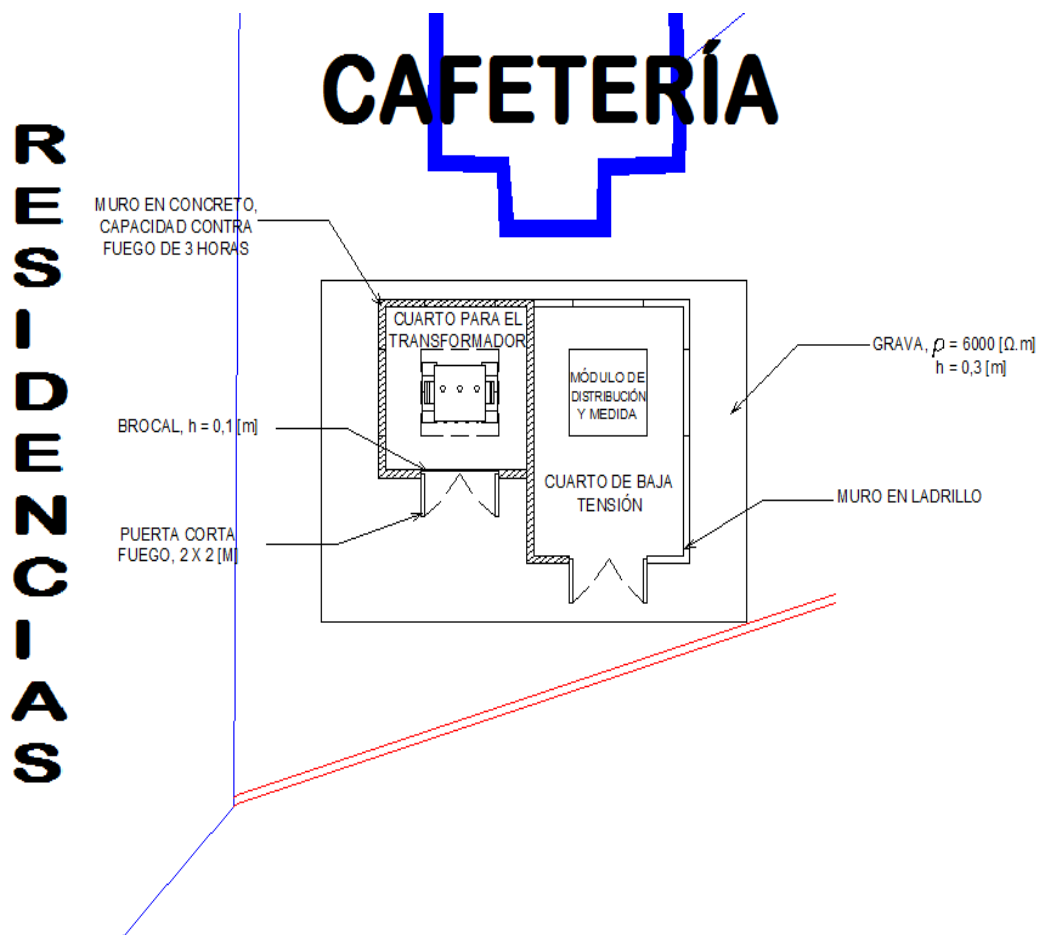
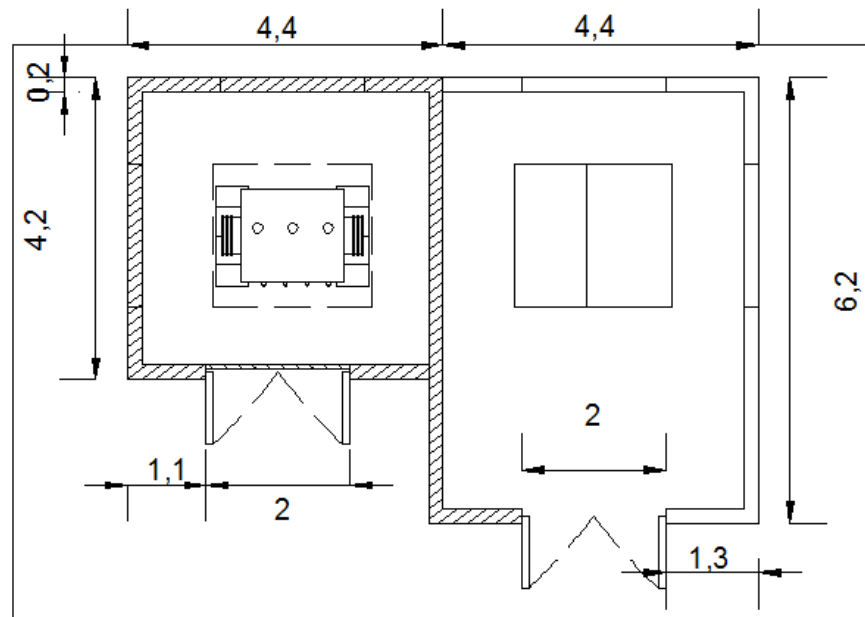
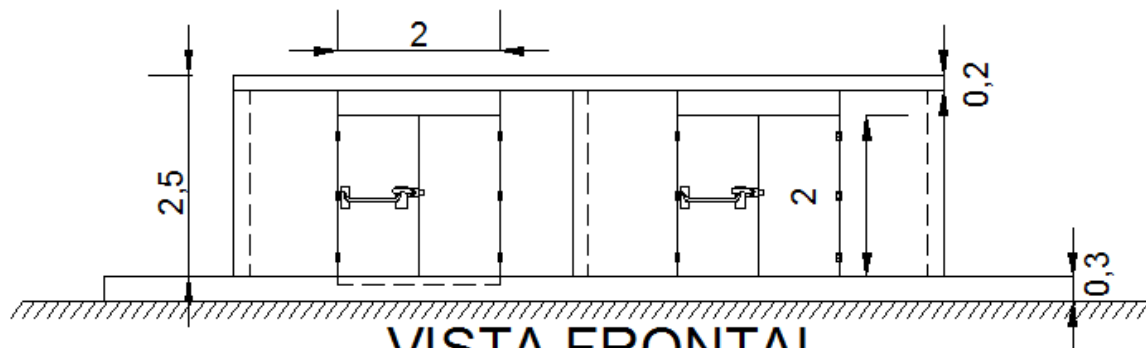


Fig. 104 Ubicación de la Subestación
Fuente: Autores.

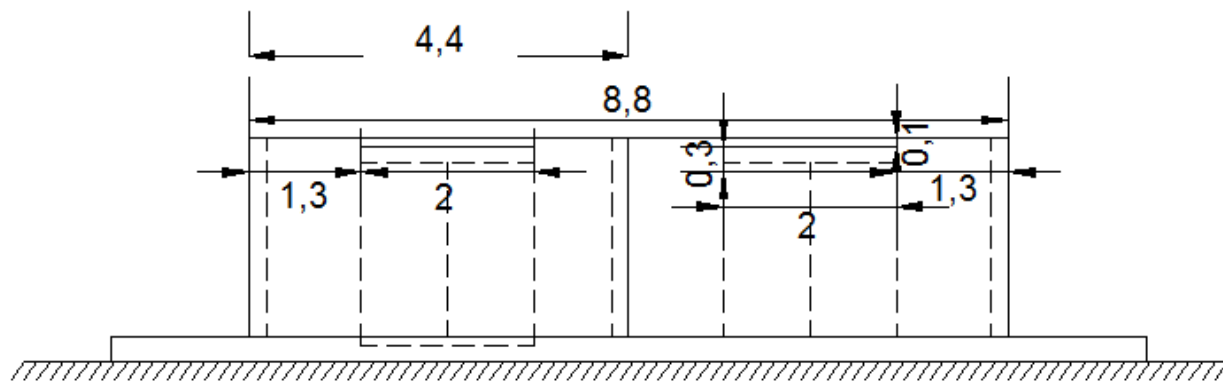
Las dimensiones de la subestación que se propone se muestran a continuación, teniendo en cuenta las distancias mínimas que exigen las normas, y los parámetros expuestos anteriormente:



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



POSTERIOR

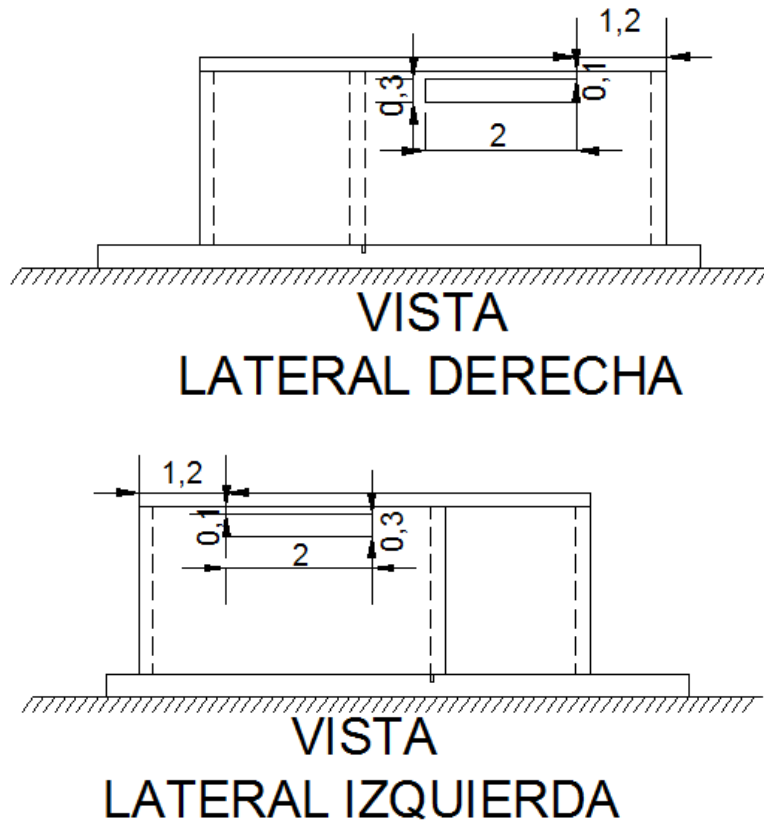


Fig. 105 Vistas y Medidas de la Nueva Subestación.
Fuente: Autores.

5.5.3 ILUMINACIÓN DE LA NUEVA SUBESTACIÓN

Como se requiere una iluminación media mínima de 100 [Lx] en el plano de trabajo, se realizó este diseño en **Relux Pro** utilizando la lámpara fluorescente **TCS260 D/I 2xTL5-28W HFP M6**, obteniendo los siguientes resultados para cada uno de los dos cuartos de la subestación, mediante el método de las cavidades zonales:

- **Cuarto del Transformador (Alta Tensión):**

Mediante el uso de 8 lámparas distribuidas uniformemente se tiene en el plano de trabajo ubicado a 0,75 [m] de altura:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 395 \text{ [Lx]} \quad ; \quad E_{min} = 272 \text{ [Lx]} \quad ; \quad E_{max} = 495 \text{ [Lx]}$$

$$\text{Uniformidad } U_1: \frac{E_{min}}{E_m} = \frac{272}{395} = 0,69 \quad ; \quad U_2 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = \frac{272}{495} = 0,55$$

La malla de cálculo que sustentan los valores anteriores es la que se muestra a continuación, donde el punto de origen (0,0), está ubicado en la esquina izquierda justo en la entrada al cuarto de la subestación:

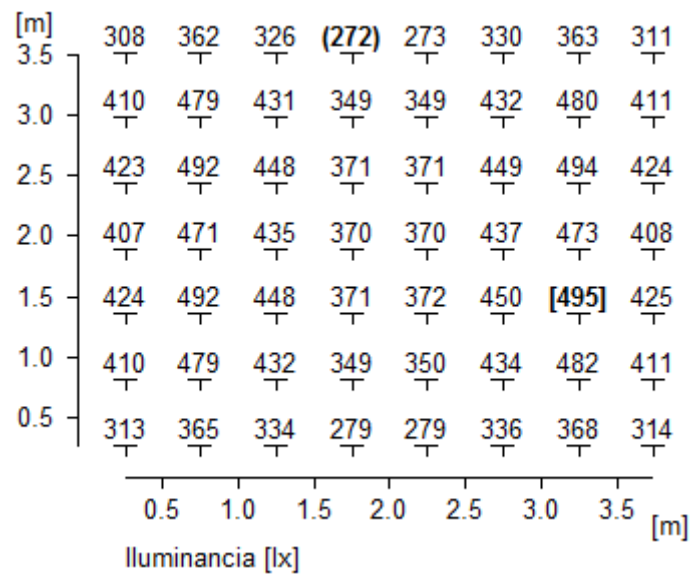


Fig. 106 Iluminancias Medias Horizontales del Cuarto de la Subestación.
Fuente: Autores.

La valoración del deslumbramiento se tomó alrededor de la ubicación del transformador, a una altura de 1,5 [m]:

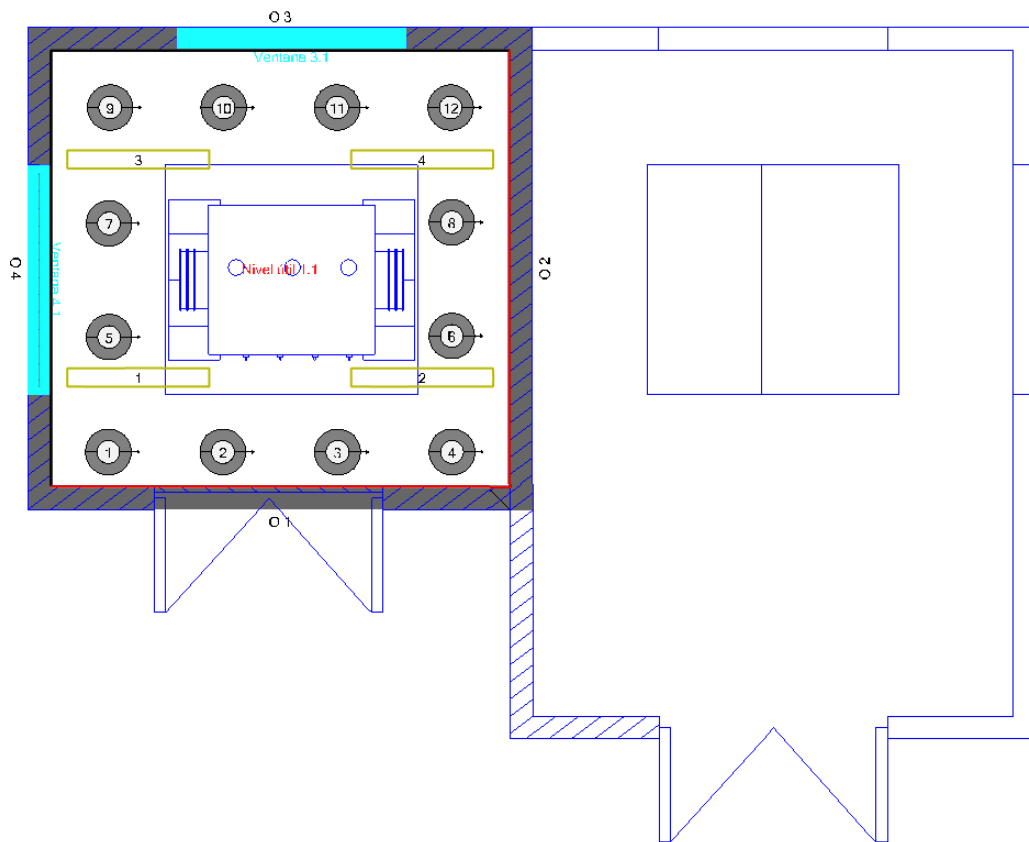


Fig. 107 Posiciones del Observador Para Medición del Deslumbramiento, Cuarto S.E.
Fuente: Autores.

Las mediciones del deslumbramiento para las posiciones definidas del observador son:

Posición del Observador	GR	Posición del Observador	GR
1	29,6	7	28,7
2	27,1	8	28,7
3	27,1	9	26,6
4	29,6	10	28,5
5	22,7	11	28,5
6	22,7	12	26,6

Tabla 35 Valores del Deslumbramiento en el Cuarto de la Subestación.

Fuente: Autores.

• **Cuarto de Distribución (Baja Tensión):**

Mediante el uso de 12 lámparas distribuidas uniformemente se tiene en el plano de trabajo ubicado a 0,75 [m] de altura:

$$E_{m \text{ horizontal}} = 464 \text{ [Lx]} \quad ; \quad E_{min} = 330 \text{ [Lx]} \quad ; \quad E_{max} = 582 \text{ [Lx]}$$

$$Uniformidad U_1: \frac{E_{min}}{E_m} = \frac{330}{464} = 0,71 \quad ; \quad U_2 = \frac{E_{min}}{E_{max}} = \frac{330}{582} = 0,57$$

La malla de cálculo que sustentan los valores anteriores es la que se muestra a continuación, donde el punto de origen (0,0), está ubicado en la esquina izquierda justo en la entrada al cuarto donde se ubican los módulos de medida y distribución en baja tensión:

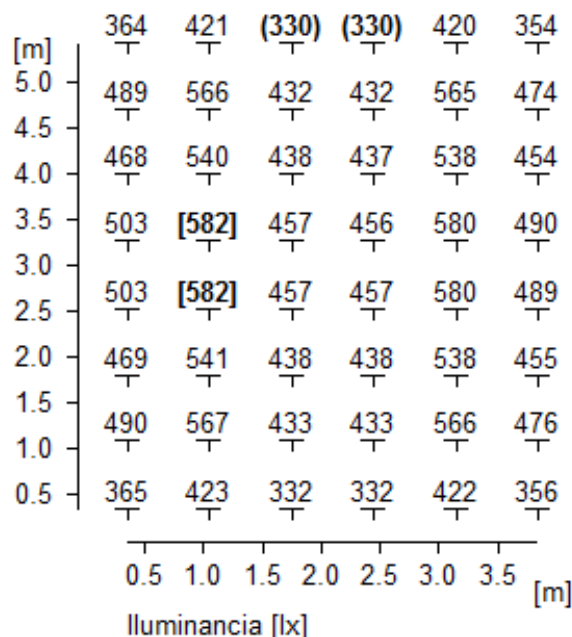


Fig. 108 Iluminancias Medias Horizontales del Cuarto de la Subestación.

Fuente: Autores.

La valoración del deslumbramiento se tomó alrededor de la ubicación de los módulos de distribución y medida, a una altura de 1,5 [m]:

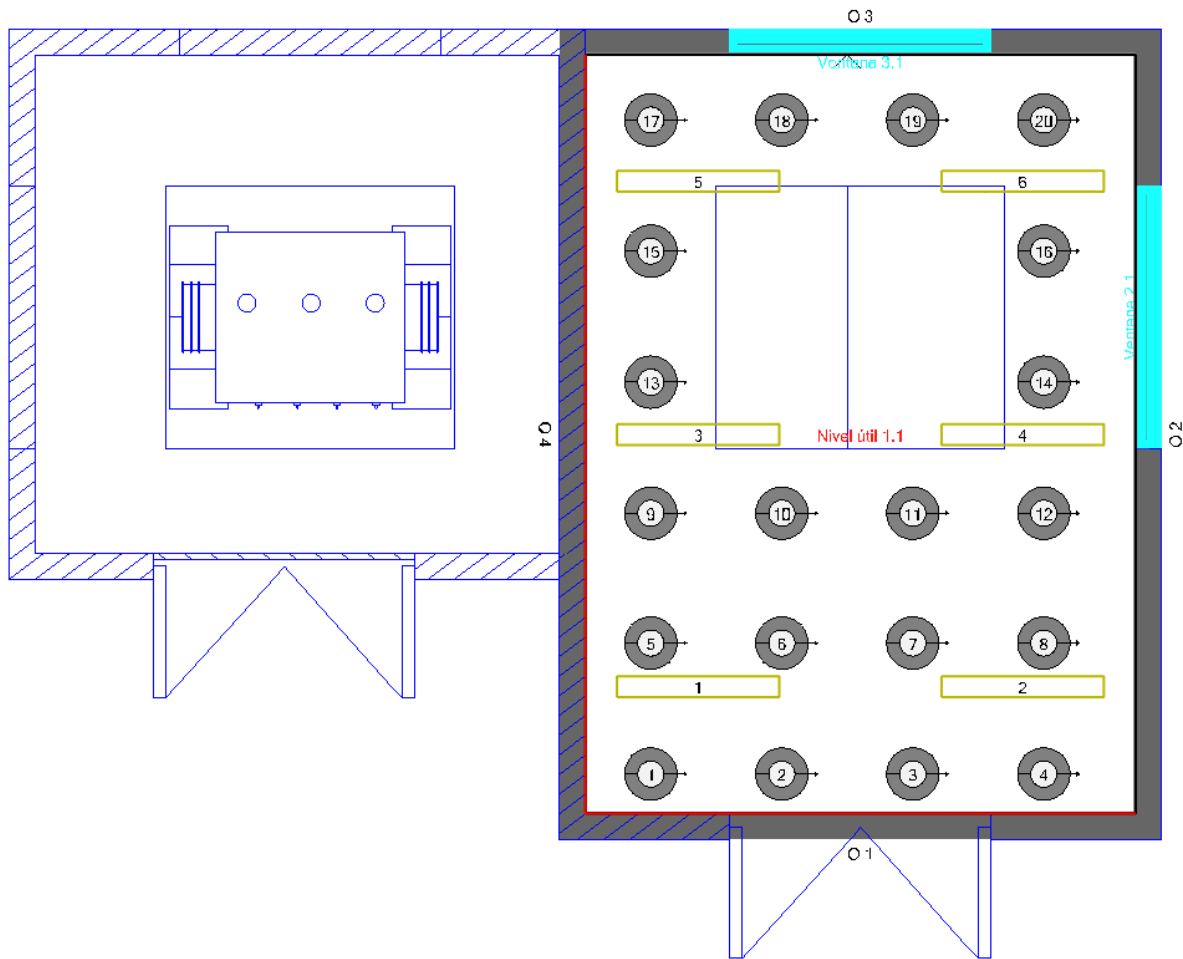


Fig. 109 Posiciones del Observador Para Medición del Deslumbramiento, Cuarto B.T.
Fuente: Autores.

Las mediciones del deslumbramiento para las posiciones definidas del observador son:

Posición del Observador	GR
1	29,5
2	27,9
3	26,1
4	30
5	26
6	27,2
7	28,2
8	22,9
9	29,7
10	28,4

Posición del Observador	GR
11	26,8
12	30
13	26,6
14	23,6
15	28,6
16	27,9
17	27,7
18	28,6
19	27,9
20	26,7

Tabla 36 Valores del Deslumbramiento en el Cuarto de la Subestación.

Fuente: Autores.

Para finalizar, la posición de las luminarias se mostrará en el cálculo de la red de suministro eléctrico que se presenta a continuación, y cabe mencionar que todas las lámparas están orientadas exactamente hacia abajo ya que se ubican paralelamente al techo, también que cada lámpara fluorescente se compone de dos tubos, los cuales consumen 28 [W] cada uno, independientemente del balasto que se utilice.

A continuación se muestra el cálculo de las redes para el suministro de éstas lámparas:

5.5.4 RED ELÉCTRICA PARA LA ILUMINACIÓN DE LA SUBESTACIÓN

Como se tienen dos cuartos que son independientes, el control de la iluminación también lo será, por lo que se tendrán dos circuitos para el alumbrado de cada uno de los dos recintos, los cuales saldrán por un mismo ducto bajo el suelo y se dirigirán a sus respectivos interruptores:

La ruta que seguirán estos dos circuitos hasta los interruptores ubicados en las entradas de cada cuarto (a 0,20 [m] de la pared y a 1,40 [m] del suelo) será:

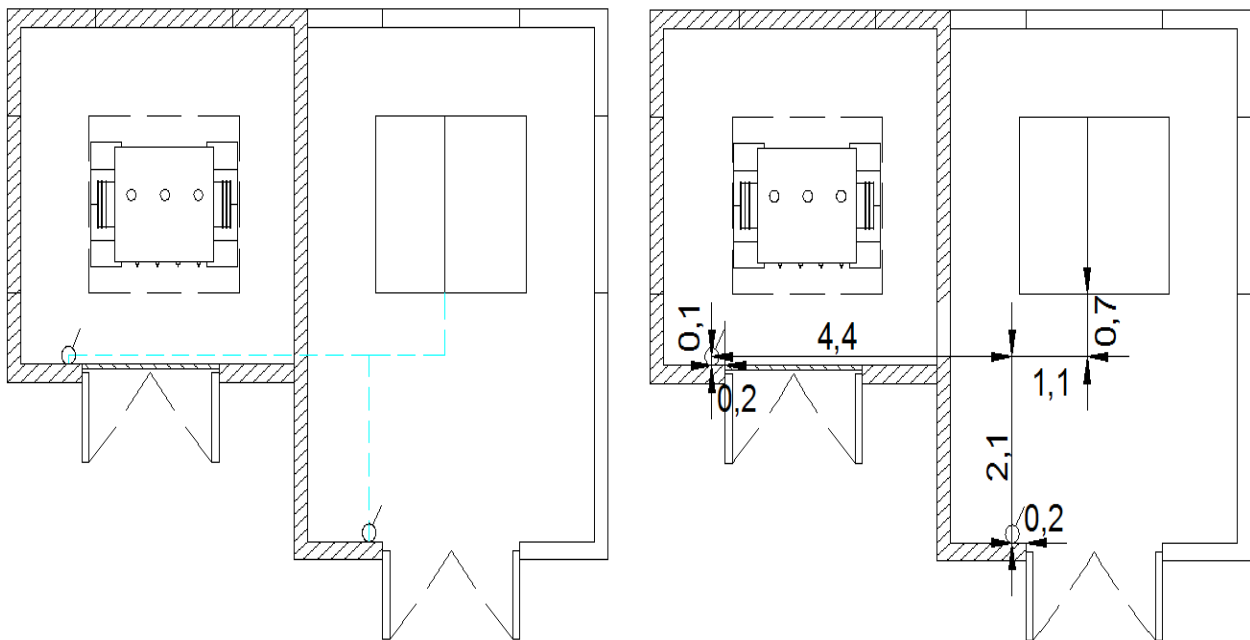
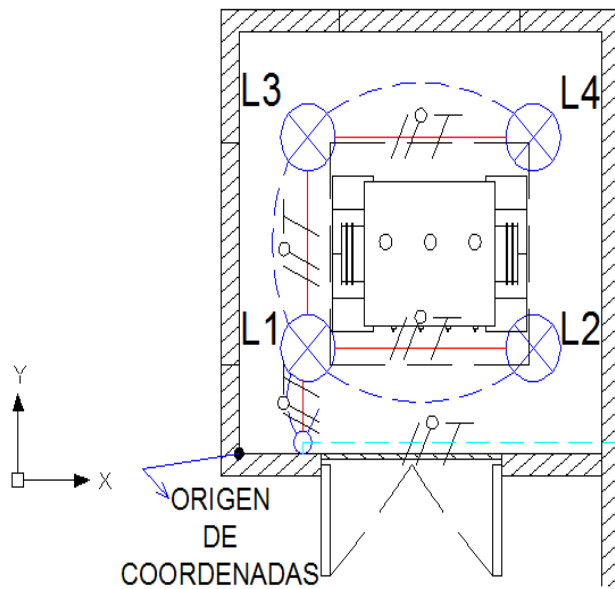


Fig. 110 Distancias de los Circuitos de Iluminación Desde el Tablero de Distribución General Hasta los Interruptores

Fuente: Autores.

Las rutas de los circuitos 2 y 3 desde los interruptores hasta las lámparas son las que se muestran a continuación, recordando que el circuito 1 es el que alimenta la iluminación del escenario 1° de Marzo:

- **Circuito 2, Cuarto del Transformador:** La red del circuito desde el interruptor hasta las lámparas de iluminación es:



LÁMPARA	POSICIÓN RESPECTO A ORIGEN		
	X [m]	Y [m]	Z [m]
L 1	0,76	0,95	2,3
L 2	3,24	0,95	2,3
L 3	0,76	2,85	2,3
L 4	3,24	2,85	2,3

Fig. 111 Ruta del Circuito de Iluminación y Posición de las Lámparas, Cuarto Subestación

Fuente: Autores.

De la anterior figura se puede apreciar que la posición del centro de las lámparas está referenciada respecto al punto de origen, donde el eje Z es el saliente del plano (altura).

El cálculo de los conductores para este circuito que alimenta ocho lámparas de 28 [W] (dos por bloque), donde se utilizará un balasto con factor de potencia 0,98 y que toma de la red una corriente de 0,5 [A] será:

$$S_{cto 2} = \#_{lámparas} \cdot V_{diseño} \cdot I_{balasto} = 8 \cdot (254) \cdot (0,8) = 1625,6 [VA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución general de la S.E. hasta el final de este ramal (luminaria 4) serían:

$$I_{cto 2} = \frac{S_{cto 2}}{V_{fase}} = \frac{1625,6}{254} = 6,4 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], pero teniendo en cuenta que hasta la derivación hacia el interruptor que controla las lámparas del cuarto de baja tensión por el mismo ducto van 4 conductores (comparte ducto con el circuito 3), se debe aplicar el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#14} \times F_{C-\#} = 20 \times 0,8 = 16 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente aun es mayor que la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la

tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], y un valor de K_G de 927,36 para un factor de potencia de 1 que tiene la carga aproximadamente.

La protección para éste circuito ramal se escoge de 1 x 15 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales, donde el momento eléctrico del circuito 2 (desde el tablero de distribución general hasta la luminaria **L4** que es la más lejana) es la que se muestra a continuación, teniendo en cuenta que la profundidad de enterramiento para este circuito es de 0,2 [m], y la altura del interruptor es de 1,20 [m]:

$$M_E - Cto2 = [2x(2,48) + 4x(1,9) + 8x(0,85 + 1,1 + 1,2 + 0,2 + 0,1 + 4,4 + 1,1 + 0,7 + 0,2 + 1,4)]x203,2 = 20,8402 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red monofásica que proviene de una subestación trifásica el factor F_S es 6:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{927,36 \cdot (20,8402) \cdot (6)}{(440)^2} = 0,5989\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fase y el neutro el conductor **#14 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#14 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 15 [A], y como este conductor será compartido, se utilizará también para el circuito 3 (iluminación cuarto de baja tensión).

- **Circuito 3, Cuarto de Baja Tensión:** La red del circuito desde el interruptor hasta las lámparas de iluminación es:

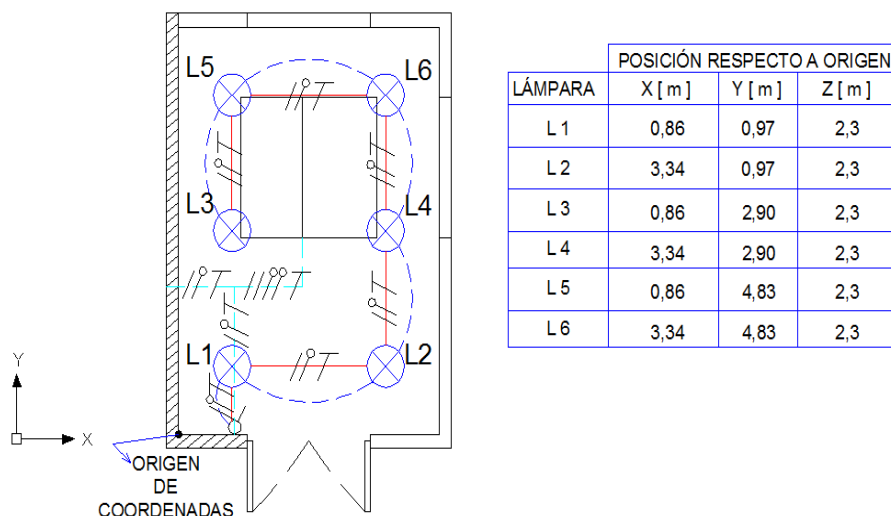


Fig. 112 Ruta del Circuito de Iluminación y Posición de las Lámparas, Cuarto B.T.
Fuente: Autores.

De la anterior figura se puede apreciar que la posición del centro de las lámparas esta referenciada respecto al punto de origen, donde el eje Z es el saliente del plano (altura).

El cálculo de los conductores para este circuito que alimenta doce lámparas de 28 [W] (dos por bloque), donde se utilizará un balasto con factor de potencia 0,98 por cada una es:

$$S_{cto\ 3} = \#lámparas \cdot V_{diseño} \cdot I_{balasto} = 12 \cdot (254) \cdot (0,8) = 2438,4 \text{ [VA]}$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución general de la S.E. hasta el final de este ramal (luminaria 3) serían:

$$I_{cto\ 3} = \frac{S_{cto\ 3}}{V_{fase}} = \frac{2438,4}{254} = 9,6 \text{ [A]}$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], pero teniendo en cuenta que hasta la derivación hacia el interruptor que controla las lámparas del cuarto del transformador por el mismo ducto van 4 conductores (comparte ducto con el circuito 2), se debe aplicar el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#14} \times F_{C-\#} = 20 \times 0,8 = 16 \text{ [A]}$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente aun es mayor que la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], y un valor de K_G de 927,36 para un factor de potencia de 1 que tiene la carga aproximadamente.

La protección para éste circuito ramal se escoge de 1 x 15 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales, donde el momento eléctrico del circuito 3 (desde el tablero de distribución general hasta la luminaria **L3** que es la más lejana) es la que se muestra a continuación, teniendo en cuenta que la profundidad de enterramiento para este circuito es de 0,2 [m], y la altura del interruptor es de 1,20 [m]:

$$\begin{aligned} M_E - Cto3 &= [2x(1,93) + 4x(2,48) + 6x(1,93) + 8x(1,93) + 10x(2,48) \\ &\quad + 12x(0,97 + 1,1 + 1,2 + 0,2 + 2,1 + 1,1 + 0,7 + 0,2 + 1,4)]x203,2 \\ &= 39,5915 \text{ [VA - m]} \end{aligned}$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red monofásica que proviene de una subestación trifásica el factor F_S es 6:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{927,36 \cdot (39,5915) \cdot (6)}{(440)^2} = 1,1379\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fase y el neutro el conductor **#14 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#14 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 15 [A].

El ducto para los circuitos 2 y 3 será el mismo (desde el tablero de distribución general hasta el final de cada circuito), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	14 AWG
Fases	2
Neutro	2
Tierra	1
Área del Conductor	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{2(8,9) + 2(8,9) + 1(8,9)}{0,4} = 111,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el ducto de **1/2"**, (media pulgada).

5.5.5 RED ELÉCTRICA PARA LOS TOMA-CORRIENTES DE LA SUBESTACIÓN

Para evaluar cuantos circuitos para toma-corrientes se deben utilizar, se procederá a ubicar estos dispositivos espaciados 3,6 [m] uno del otro, tal como lo dicta la NTC 2050 en cada uno de los dos cuartos de la subestación.

Con el procedimiento mencionado anteriormente, se obtiene la distribución que se muestra a continuación, en la que se observa que son necesarios únicamente 2 circuitos:

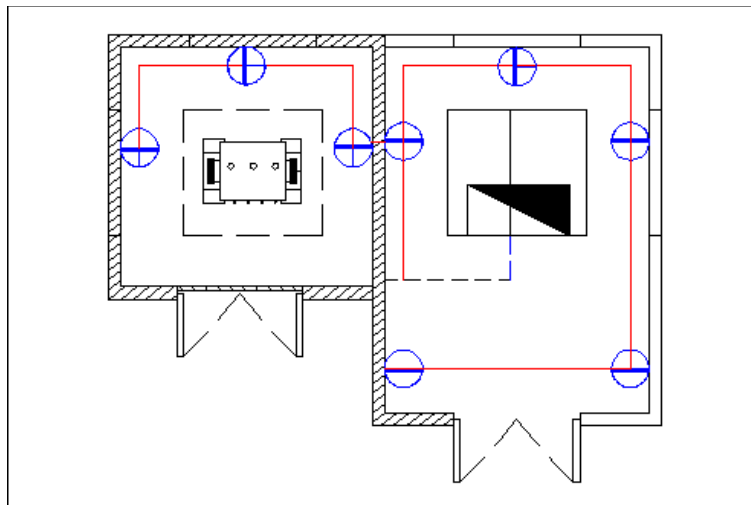


Fig. 113 Ruta de los Circuitos de Tomas desde el Tablero de Distribución General
Fuente: Autores.

La ruta que seguirán estos dos circuitos (4 y 5) desde el tablero de distribución general hasta los toma-corrientes ubicados en los cuartos de la subestación a 0,60 [m] del suelo) es la que se muestra anteriormente.

- **Circuito 4, Cuarto del Transformador:** La distancia de la red del circuito desde el tablero hasta cada toma-corriente es:

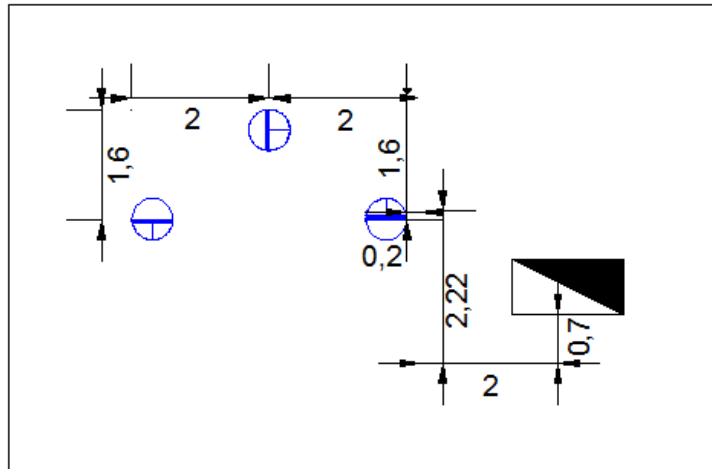


Fig. 114 Distancia de la Ruta del Circuito de los Toma-Corrientes, Cuarto Subestación
Fuente: Autores.

El cálculo de los conductores para este circuito que alimenta tres tomacorrientes especiales de 500 [VA] (se asumió esta carga) a un factor de potencia de 0,9 será:

$$S_{cto4} = \#_{toma-corrientes} \cdot S_{Toma-Correinte} = 3 \cdot (500) = 1500 [VA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución general de la S.E. hasta el final de este ramal (luminaria 4) serían:

$$I_{Cto2} = \frac{S_{cto2}}{V_{fase}} = \frac{1500}{254} = 5,9055 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], pero teniendo en cuenta que hasta la derivación hacia el interruptor que controla las lámparas del cuarto de baja tensión por el mismo ducto van 4 conductores (comparte ducto con el circuito 5), se debe aplicar el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#14} \times F_{C-\#} = 20 \times 0,8 = 16 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente aun es mayor que la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], y un valor de K_G de 842,141 para un factor de potencia de 0,9 que se asumió para las cargas.

La protección para éste circuito ramal se escoge de 1 x 15 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales, donde el momento eléctrico del circuito 4 (desde el tablero de distribución general hasta el último toma-corriente) es la que se muestra a continuación, teniendo en cuenta que la profundidad de enterramiento para este circuito es de 0,2 [m], y la altura del toma-corriente es de 0,60 [m]:

$$M_E - Cto4 = [1x(1,6 + 2) + 2x(2 + 1,6) + 3x(0,2 + 2,22 + 0,6 + 0,2 + 2 + 0,7 + 0,2 + 1,4)]x500 = 16,68 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red monofásica que proviene de una subestación trifásica el factor F_S es 6:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (16,68) \cdot (6)}{(440)^2} = 0,4353\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fase y el neutro el conductor **#14 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se selecciona el calibre **#14 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 15 [A], y como este conductor será compartido, se utilizará también para el circuito 5 (toma-corrientes del cuarto de baja tensión).

- **Circuito 5, Cuarto de Baja Tensión:** La distancia de la red del circuito desde el tablero hasta cada toma-corriente es:

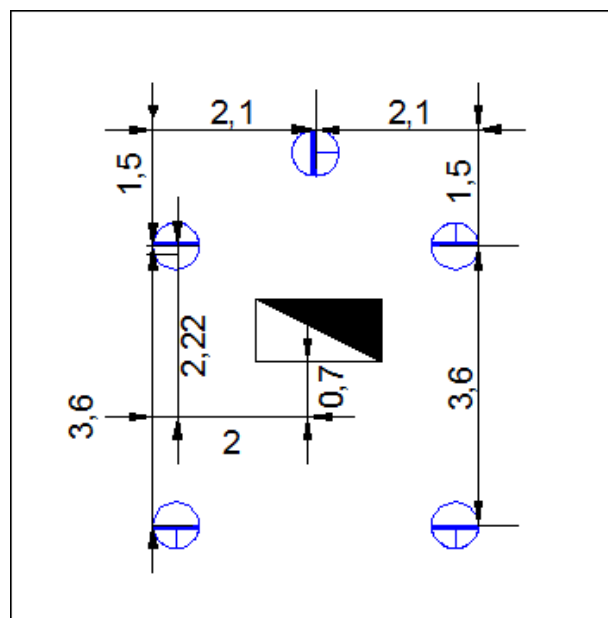


Fig. 115 Distancia de la Ruta del Circuito de los Toma-Corrientes, Cuarto Subestación
Fuente: Autores.

El cálculo de los conductores para este circuito que alimenta tres tomacorrientes comunes de 300 [VA] (se asumió esta carga) a un factor de potencia de 0,9 será:

$$S_{cto4} = \#_{toma-corrientes} \cdot S_{Toma-Correinte} = 5 \cdot (300) = 1500 [VA]$$

Entonces los conductores seleccionados por capacidad amperimétrica, desde el tablero de distribución general de la S.E. hasta el final de este ramal (luminaria 4) serían:

$$I_{cto2} = \frac{S_{cto2}}{V_{fase}} = \frac{1500}{254} = 5,9055 [A]$$

Por capacidad amperimétrica, se selecciona inicialmente de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], pero teniendo en cuenta que hasta la derivación hacia el interruptor que controla las lámparas del cuarto de baja tensión por el mismo ducto van 4 conductores (comparte ducto con el circuito 4), se debe aplicar el factor de corrección por número de conductores transportadores de corriente, para garantizar que el conductor seleccionado suministre la totalidad de la corriente:

$$I_{CORREGIDA-Fcx\#} = I_{\#14} \times F_{C-\#} = 20 \times 0,8 = 16 [A]$$

Como el valor de corriente que puede transportar el conductor elegido inicialmente aun es mayor que la calculada para el circuito, elegimos por capacidad amperimétrica de la tabla **310-16** de la NTC 2050 (pág. 182), el conductor #14 AWG cu TW a 60°C, el cual tiene una capacidad nominal de 20 [A], y un valor de K_G de 842,141 para un factor de potencia de 0,9 que se asumió para las cargas.

La protección para éste circuito ramal se escoge de 1 x 15 [A], de acuerdo a la sección **240-6** de la NTC 2050 (pág. 94).

Ahora se verifica la regulación de tensión que para los circuitos ramales, donde el momento eléctrico del circuito 5 (desde el tablero de distribución general hasta el último toma-corriente) es la que se muestra a continuación, teniendo en cuenta que la profundidad de enterramiento para este circuito es de 0,2 [m], y la altura del toma-corriente es de 0,60 [m]:

$$M_E - Cto5 = [1x(3,6) + 2x(1,5 + 2,1) + 3x(2,1 + 1,5) + 4x(2,22) + 5x(0,2 + 2 + 0,7 + 0,2 + 1,4)]x300 = 15,894 [kVA - m]$$

Finalmente la regulación viene dada por la siguiente expresión, teniendo en cuenta que al ser una red monofásica que proviene de una subestación trifásica el factor F_S es 6:

$$\delta\% = \frac{K_G M_E F_S}{V_L^2} = \frac{842,141 \cdot (15,894) \cdot (6)}{(440)^2} = 0,4148\%$$

Finalmente por capacidad amperimétrica y regulación de tensión se selecciona para las fase y el neutro el conductor **#14 AWG cu TW a 60°C**, y para el conductor de tierra se

selecciona el calibre **#14 AWG cu**, de acuerdo a la tabla **250-95** de la NTC 2050 (pág. 140), ya que la protección seleccionada es de 15 [A], y como este conductor será compartido, se utilizará el del circuito 4 (toma-corrientes del cuarto de la subestación).

El ducto para los circuitos 4 y 5 será el mismo (desde el tablero de distribución general hasta el final de cada circuito), tomando el área total del conductor de la **tabla 5**, NTC 2050 (pág. 920) será:

Conductor cu TW	14 AWG
Fases	2
Neutro	2
Tierra	1
Área del Conductor	8,9

$$A_{Tubo} = \frac{2(8,9) + 2(8,9) + 1(8,9)}{0,4} = 111,25 [mm^2]$$

De la **tabla 4 (Final)**, **Tubo Schedule 80**, NTC 2050 (pág. 919), se escoge el **ducto de 1/2"**, (media pulgada).

5.5.6 SELECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS CONTRA SOBRETENSIONES DPS [35]

Para la protección interna de las instalaciones también se utiliza un dispositivo de protección contra sobretensiones o DPS, el cual interrumpe las sobretensiones transitorias originadas en el sistema que puedan colocar en peligro el funcionamiento de los equipos o la vida de seres humanos.

Según la norma IEEE C62.41 existen tres clases de DPS:

- **Clase C:** Son los ubicados en las entradas de los edificios, es decir, las acometidas de estos mismos. Se ubican en las partes externas a las estructuras.
- **Clase B:** Se ubican en barrajes, alimentadores de plantas industriales, tableros de distribución y hasta en tableros de iluminación de grandes edificaciones.
- **Clase A:** Es una protección muy específica empleada para proteger un equipo en particular o también a tomacorrientes a mas de 10m de la categoría B y tomacorrientes a mas de 20m de la categoría C.

Entonces para proteger contra las sobretensiones hay que instalar un sistema de protecciones coordinado de la siguiente manera:

1. **DPS principal:** Ubicado en el tablero principal o subestación. Se encarga de proteger contra las sobretensiones generadas externamente.

2. **DPS secundario:** Ubicados en los tableros de distribución. Se encargan de proteger contra las sobretensiones generadas internamente. Además, deben controlar el remanente que deja pasar el DPS principal.

Antes de continuar es necesario definir algunos términos:

Corriente Nominal (In): Corriente que el DPS es capaz de soportar muchas veces sin deteriorar su capacidad de protección. Forma de onda 8/20.

Corriente Máxima (Imáx): Corriente máxima que el DPS es capaz de soportar. Forma de onda 8/20.

Corriente de Impulso (Imp.): Corriente de **RAYO** que el DPS es capaz de soportar. Forma de onda 10/350.

Forma de onda 8/20: Sobretensiones generadas por motores y por elementos de las redes de distribución eléctrica.

Forma de onda 10/350: Sobretensiones generadas por descargas atmosféricas. Tienen una energía 17 veces mayor a las sobretensiones 8/20.

Ahora, para seleccionar el dispositivo de protección, se debe determinar si el lugar que alberga la instalación tiene o no sistema de protección externo contra rayos:

1. Si tiene sistema de protección externa, el DPS debe ser capaz de manejar corrientes de rayo 10/350, por lo que la **Imp.** a especificar se recomienda que sea:

- **Imp. = 25kA 10/350 por polo:** Para sitios con cargas críticas, como Hospitales, Repetidoras de Telecomunicaciones, Servicios Públicos, Fuerzas Militares. Protegen contra rayos con magnitudes de hasta 200kA. De acuerdo a la IEC el 100% de los rayos esperados es menor a 200kA.
- **Imp. = 12kA 10/350 por polo:** Recomendado para el sector industrial y aquellas estructuras residenciales y comerciales de gran altura. Protegen contra rayos con magnitudes de hasta 100kA. De acuerdo a la IEC el 97% de los rayos esperados es menor a 100kA.
- **Imp. = 7kA 10/350 por polo:** Recomendado para edificaciones con altura promedio. También se recomienda para estructuras **SIN** pararrayos pero rodeadas de estructuras con Apantallamiento Externo. Protegen contra rayos con magnitudes de hasta 56kA. De acuerdo a la IEC el 80% de los rayos esperados es menor a 56kA.

2. Si la edificación **NO** tiene Apantallamiento Externo el riesgo más alto lo representan los interruptores de las redes eléctricas que generan sobretensiones de hasta 20kA 8/20. En este caso se recomienda utilizar:

- **DPS principal** un equipo con una $I_n = 20\text{kA } 8/20$, pero sería mucho mejor con $I_n = 30\text{kA } 8/20$. De esta manera el DPS funcionaría por debajo de su capacidad nominal protegiendo efectivamente sin deterioro de su capacidad por largo tiempo.
- **DPS Secundario:** Este equipo debe soportar el remanente que viene del DPS principal más las sobretensiones generadas por motores, los cuales tienen una magnitud promedio de $3\text{kA } 8/20$ pero alcanzan fácilmente los $10\text{kA } 8/20$. Por esta razón se recomienda que estos equipos tengan $I_n = 10\text{kA } 8/20$, pero sería mucho mejor con $I_n = 20\text{kA } 8/20$.

Industria: $I_n = 20\text{kA } 8/20$

Comercial y Residencial: $I_n = 10\text{kA } 8/20$

Para resumir lo expuesto anteriormente, tenemos:

UBICACIÓN	APLICACIÓN	$I_{mp.}$ 10/350 [kA]	I_n 8/20 [kA]	$I_{máx}$ 8/20 [kA]
DPS PRINCIPAL Tablero Principal de la S.E.	Sitio con Apantallamiento Externo (Pararrayos): Cargas Críticas como hospitales.	25	50	100
	Sitio con Apantallamiento Externo (Pararrayos): Sector Industrial, Comercial y Residencial. Edificios Altos	12	40	80
	Sitio con Apantallamiento Externo (Pararrayos): Sector Comercial y Residencial. Edificios de altura promedio	7	30	60
	Sin Apantallamiento Externo: Sector Industrial.	---	30	60
	Sin Apantallamiento Externo: Sector Comercial y Residencial.	---	20	40
DPS SECUNDARIO Tableros de Distribución.	Sector Industrial – Planta.	---	30	60
	Sector Industrial – Oficinas.	---	20	40
	Sector Comercial y Residencial.	---	10	20

Tabla 37 Selección de los DPS.

Fuente: <http://www.fatech-surge-protection.com>.

Para cada uno de los tableros de distribución que se ubicarán en los diferentes escenarios deportivos, como en los tableros generales de acometidas ubicados en las dos subestaciones, se instalará un DPS clase B **Clamper VCL 460V 60 kA** con las siguientes características tomadas del catálogo de la marca **CLAMPER**:

- **Modelo:** VCL 460V 60 kA.
- **Máxima Tensión de Operación Continua U_c :** 460 [V] en A.C., y 615 [V] en D.C.
- **Corriente Nominal I_n , a 8/20 μ s:** 30 [kA].
- **Máxima Corriente de Sobretensión $I_{máx}$, a 8/20 μ s:** 60 [kA].
- **Corriente de Impulso I_{imp} , a 10/350 μ s:** 12,5 [kA].
- **Máxima Energía Absorbida $W_{máx}$, en 10/100 μ s:** 3860 [J].
- **Tensión de Referencia a 1mA:** 750 [V].
- **Nivel de Protección U_p :** 2 [kV].
- **Tensión Residual a 5 kA:** 1,3 [kV].
- **Peso g:** 140 [g].

5.5.7 SELECCIÓN DEL MEDIDOR DE ENERGÍA

De acuerdo al inciso 4.7.2.1 del capítulo 4.7 de la Norma ESSA (pág. 61), se debe escoger un medidor de energía activa y reactiva trifásico debido a que la demanda máxima supera los 45 [kVA]. Para el funcionamiento de éste equipo, es necesaria la utilización de transformadores de medida CT (corriente) y PT (Tensión), los cuales se escogen de la siguiente manera:

- **Transformador de Tensión PT:** Su tensión nominal primaria debe corresponder con la tensión nominal del sistema eléctrico al cual se conectará, y la tensión secundaria nominal debe corresponder con los rangos de operación del medidor seleccionado. Las tensiones secundarias del PT normalizadas son 100, 110, 115 y 120 V, y la relación de transformación debe ser un número entero ó máximo un dígito decimal.
- **Transformador de Corriente CT:** Su corriente nominal se determina para que el valor de la corriente a plena carga del sistema eléctrico al cual se conectará, esté comprendido entre el 80% y el 120% de su valor. La corriente secundaria nominal del CT debe estar comprendida entre el valor nominal y máximo de corriente del medidor que se utilizará. Los valores normalizados de corriente secundaria son 1 y 5 [A].

Con éste orden de ideas, el medidor se instalará por el lado de baja del transformador, por lo que no será necesario el uso del PT, ya que la tensión es de 440 [V]. El CT que se utilizará depende de la corriente del secundario, la cual es de aproximadamente 300 [A] y utilizando una tensión normalizada de 60 [A] tenemos:

$$I_{CT} = \frac{I_{Nom}}{60} = \frac{300}{60} = 5 [A]$$

Se selecciona entonces un transformador de corriente (CT) de 300/5 [A] a 600 [V] que se encuentra en el mercado actual colombiano, y finalmente escogemos un medidor trifásico electromagnético de 20-100 [A] marca ELSTER.

Los conductores que interconectan el CT y los de medida de tensión con el medidor irán por un mismo ducto y serán:

- **CT:** Conductores #12 TW a 60°C con una capacidad nominal de 25 [A] de acuerdo a la tabla 310-16 de la NTC 2050 (pág. 182).
- **Medida de Tensión:** Conductores #14 TW a 60°C con capacidad nominal de 20 [A] de acuerdo a la tabla 310-16 de la NTC 2050 (pág. 182).

El ducto para los conductores determinado anteriormente es:

Conductor cu TW	14 AWG	12 AWG
Fases	3	3
Neutro	1	1
Área del Conductor	8,9	11,7

$$A_{Tubo} = \frac{3(8,9) + 1(8,9) + 3(11,7) + 1(11,7)}{0,4} = 206 [mm^2]$$

Se escoge un **ducto metálico de $\frac{3}{4}$ "**, (**tres cuartos de pulgada**) para transportar los conductores necesarios para la medición del consumo de energía.

6. PRESUPUESTO Y CANTIDADES DE OBRA

Debido a que se realizaron varios diseños para que la universidad pueda escoger el que mejor se adapte a sus necesidades más inmediatas, se presentará a continuación el costo de la implementación de la iluminación en cada escenario deportivo por separado, para finalmente obtener un total de acuerdo a las posibilidades de ejecución. Los precios que se muestran son obtenidos de las páginas web de fabricantes y distribuidores, y la mayoría están consignados en el **Anexo FF**. A continuación se presenta el análisis de costos unitarios:

6.1 CAPÍTULO 1: SUBESTACIÓN PARA EL CAMPO 1° DE MARZO

SUBESTACIÓN PARA LA CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA - UIS BUCARAMANGA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 1: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	UNIDAD	un	
1,01	Construcción del Cuarto de la SE para el TRAF0 de 225 [kVA]			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Ladrillo refractario 20x10x5 cm	Unidad	4500	698,77	\$ 3.144.465
Varilla 1/2 pulg	Unidad	24	7900	\$ 189.600
Piedra (Río)	Carga (Volqueta)	1	1700000	\$ 1.700.000
Cemento	Bulto	12	18500	\$ 222.000
Arena (Río)	Carga (Volqueta)	1	1400000	\$ 1.400.000
Rejillas Ventilación 2 x 0,2 [m]	Unidad	4	78300	\$ 313.200
Puerta Corta-Fuego 2 x 2 [m]	Unidad	2	1900000	\$ 3.800.000
			SUBTOTAL	\$ 10.769.265
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Maestro de construcción	50000	12,50%	400000	\$ 400.000
Obrero 1	30000	12,50%	240000	\$ 240.000
Obrero 2	30000	12,50%	240000	\$ 240.000
			SUBTOTAL	\$ 880.000
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000
			SUBTOTAL	\$ 100.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	200000	100%	200000	\$ 200.000
			SUBTOTAL	\$ 200.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Vparcial (\$)
Transporte	80000	50,00%	160000	\$ 160.000
			SUBTOTAL	\$ 160.000
TOTAL				\$ 12.109.265

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 1: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA		UNIDAD	un
1,02	Instalación del Transformador y Acometida al T.D.G.			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
TRANSFORMADOR ABB D-Y5 en aceite, 225kVA de 13200/460-266 V	Unidad	1	\$ 33.103.000,00	\$ 33.103.000
Conductor #1/0 AWG Cu THW, color amarillo para fase A	Metros	30	\$ 23.629,00	\$ 708.870
Conductor #1/0 AWG Cu THW, color azul para fase B	Metros	30	\$ 23.629,00	\$ 708.870
Conductor #1/0 AWG Cu THW, color rojo para fase C	Metros	30	\$ 23.629,00	\$ 708.870
Conductor #4/0 AWG Cu THW, color blanco para el Neutro	Metros	10	\$ 46.293,00	\$ 462.930
Conductor #4 AWG Cu THW, color verde para tierra	Metros	10	\$ 9.322,00	\$ 93.220
Conductor #2/0 AWG Cu desnudo de 19 hilos	Metros	2	\$ 15.341,00	\$ 30.682
Breaker Tripolar 3x300[A], Ik=15 [kA]	Unidad	1	\$ 600.650,00	\$ 600.650
Tubo Conduit PVC 1 1/4"	Metros	10	\$ 1.816,67	\$ 18.167
Tubo Conduit PVC 1 1/2"	Metros	10	\$ 2.088,89	\$ 20.889
			SUBTOTAL	\$ 36.456.148
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	20,00%	490000	\$ 490.000
Técnico electricista	50000	20,00%	250000	\$ 250.000
Asistente de técnico	25000	20,00%	125000	\$ 125.000
			SUBTOTAL	\$ 865.000
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	200000	100%	200000	\$ 200.000
			SUBTOTAL	\$ 200.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	200000	100%	200000	\$ 200.000
			SUBTOTAL	\$ 200.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	120000	50,00%	240000	\$ 240.000
			SUBTOTAL	\$ 240.000
TOTAL				\$ 37.961.148

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 1: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA		UNIDAD	un	
1,03	Instalación de Protecciones y Acometidas de MT				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Corta Circuitos Siemens de 100A para distribución exterior con fusible tipo K 3x15A	Unidad	3	\$ 233.250,00	\$ 699.750	
DPS CLAMPER MT 3X15 Kv a 10 kA tipo distribución	Unidad	3	\$ 2.035.000,00	\$ 6.105.000	
Seccionador tripolar con fusible HH 10A tipo BAY O NET 400A-15kV.	Unidad	1	\$ 8.003.000,00	\$ 8.003.000	
Conductor #2 AWG Cu XLPE 15 KV	Metros	468	\$ 20.933,00	\$ 9.796.644	
Tubería GALV. Diámetro de 1/2"	Metros	12	\$ 5.350,00	\$ 64.200	
Tubería GALV. Diámetro de 3"	Metros	12	\$ 50.533,34	\$ 606.400	
Tubería Conduit PVC 3"	Metros	156	\$ 6.266,67	\$ 977.601	
Fleje ó Cinta Metálica de Acero Inoxidable de 3/4"	Unidad	6	\$ 2.850,00	\$ 17.100	
Hebilla en acero Inoxidable para Fleje de 3/4"	Unidad	3	\$ 700,00	\$ 2.100	
Caja de Inspección de Media Tensión, de 0,7x1, 2x1, 2 m con tapa en concreto.	Unidad	2	\$ 83.700,00	\$ 167.400	
				SUBTOTAL	\$ 26.439.195
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Vparcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Obrero 1 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000	
Obrero 2 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000	
				SUBTOTAL	\$ 1.634.000
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	150000	100%	150000	\$ 150.000	
				SUBTOTAL	\$ 150.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	80000	50,00%	160000	\$ 160.000	
				SUBTOTAL	\$ 160.000
TOTAL				SUBTOTAL	\$ 28.483.195

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 1: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA		UNIDAD	un
1,04	Instalación de Medidores de Energía y Transformador de Corriente			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
CT ELSTER 300/5 A clase 0,5 600V.	Unidad	1	\$ 131.200,00	\$ 131.200
Conductor #14 AWG Cu TW 60°C	Metros	40	\$ 1.309,00	\$ 52.360
Conductor #12 AWG Cu TW 60°C	Metros	40	\$ 1.883,00	\$ 75.320
Contador Trifásico Electromagnético ELSTER, ACTIVA/REACTIVA, 20-100A 3x460-266V	Unidad	1	\$ 215.050,00	\$ 215.050
Tubo Conduit Metálico 1 1/2"	Metros	10	\$ 2.433,33	\$ 24.333
			SUBTOTAL	\$ 498.263
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	75,00%	130666,6667	\$ 130.667
Técnico electricista	50000	75,00%	66666,66667	\$ 66.667
Asistente de técnico	25000	75,00%	33333,33333	\$ 33.333
			SUBTOTAL	\$ 230.667
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Vparcial (\$)
Varios	150000	100%	150000	\$ 150.000
			SUBTOTAL	\$ 150.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000
			SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	40000	100,00%	40000	\$ 40.000
			SUBTOTAL	\$ 40.000
TOTAL				\$ 1.018.930

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 1: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA		UNIDAD	un
1,05	Instalación de Iluminación en los Cuartos de la Subestación			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Conductor #14 AWG Cu TW	Metros	39,76	\$ 1.309,00	\$ 52.046
Conductor #14 AWG Cu TW Color Blanco	Metros	39,76	\$ 1.309,00	\$ 52.046
Conductor #14 AWG Cu TW Color Verde	Metros	36,36	\$ 1.309,00	\$ 47.595
Lámpara TCS260 D/I 2xTL5-28W HFP M6 Philips	Unidad	10	\$ 132.750,00	\$ 1.327.500
Balasto ICN2S28N F28T5 Philips	Unidad	10	\$ 61.800,00	\$ 618.000
Interruptor Sencillo 15 A	Unidad	2	\$ 3.950,00	\$ 7.900
Breaker Monopolar Termomagnético 1 x 15 A, Marca SIEMENS	Unidad	2	\$ 5.250,00	\$ 10.500
Caja Rectangular de 101,6X31,8 mm 4 x 1 1/4"	Unidad	8	\$ 1.100,00	\$ 8.800
			SUBTOTAL	\$ 2.124.387
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	100,00%	98000	\$ 98.000
Técnico electricista	50000	100,00%	50000	\$ 50.000
Asistente de técnico	25000	100,00%	25000	\$ 25.000
			SUBTOTAL	\$ 173.000
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	20000	100%	20000	\$ 20.000
			SUBTOTAL	\$ 20.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	10000	100%	10000	\$ 10.000
			SUBTOTAL	\$ 10.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	30000	100,00%	30000	\$ 30.000
			SUBTOTAL	\$ 30.000
TOTAL				\$ 2.357.387

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 1: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	UNIDAD	un	
1,06	Instalación de Toma-Corrientes en los Cuartos de la Subestación			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Conductor #14 AWG Cu TW	Metros	34,22	\$ 1.309,00	\$ 44.794
Conductor #14 AWG Cu TW Color Blanco	Metros	34,22	\$ 1.309,00	\$ 44.794
Conductor #14 AWG Cu TW Color Verde	Metros	26,9	\$ 1.309,00	\$ 35.212
Toma-Corriente Doble con Polo a Tierra y Protección de Falla a Tierra	Unidad	8	\$ 27.500,00	\$ 220.000
Breaker Monopolar Termomagnético 1 x 15 A, Marca SIEMENS	Unidad	2	\$ 5.250,00	\$ 10.500
Caja Rectangular de 101,6X31,8 mm 4 x 1 1/4"	Unidad	6	\$ 1.100,00	\$ 6.600
			SUBTOTAL	\$ 361.900
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	100,00%	98000	\$ 98.000
Técnico electricista	50000	100,00%	50000	\$ 50.000
Asistente de técnico	25000	100,00%	25000	\$ 25.000
			SUBTOTAL	\$ 173.000
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	20000	100%	20000	\$ 20.000
			SUBTOTAL	\$ 20.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	10000	100%	10000	\$ 10.000
			SUBTOTAL	\$ 10.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	30000	100,00%	30000	\$ 30.000
			SUBTOTAL	\$ 30.000
TOTAL				\$ 594.900

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 1: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA		UNIDAD	un
1,07	Instalación del Sistema de Puesta a Tierra			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varilla Cooper Weld 2,4 [m] y 5/8"	Unidad	26	\$ 81.250,00	\$ 2.112.500,00
Conector Transversal 5/8" - 2/0	Unidad	26	\$ 80.400,00	\$ 2.090.400,00
Conductor #2/0 AWG Cu desnudo	Metros	116	\$ 15.341,00	\$ 1.779.556
			SUBTOTAL	\$ 5.982.456
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	25,00%	392000	\$ 392.000
Técnico electricista	50000	25,00%	200000	\$ 200.000
Asistente de técnico	25000	25,00%	100000	\$ 100.000
			SUBTOTAL	\$ 692.000
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	120000	100%	120000	\$ 120.000
			SUBTOTAL	\$ 120.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000
			SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	50000	50,00%	100000	\$ 100.000
			SUBTOTAL	\$ 100.000
TOTAL				\$ 6.894.456

TOTAL CAPITULO 1: SUBESTACIÓN 225 KVA PARA CANHA 1° DE MARZO	\$ 89.419.280
--------------------------------------------------------------	----------------------

6.2CAPÍTULO 2: TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS DE LA NUEVA SUBESTACIÓN

TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS: CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA - UIS BUCARAMANGA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 2: T.D.G PARA EL CAMPO 1° DE MARZO				
2,01	Instalación del Tablero de 12 Puestos				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Tablero Trifásico con Puerta, 12 circuitos, barraje 350 [A]	Unidad	1	\$ 235.800,00	\$ 235.800	
Conductor#2/0 AWG Cu desnudo de 19 hilos	Metros	2	\$ 15.341,00	\$ 30.682	
				SUBTOTAL	\$ 266.482
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	50,00%	196000	\$ 196.000	
Técnico electricista	50000	50,00%	100000	\$ 100.000	
Asistente de técnico	25000	50,00%	50000	\$ 50.000	
				SUBTOTAL	\$ 346.000
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000	
				SUBTOTAL	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000	
				SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	50000	75,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 66.667
TOTAL					\$ 729.149

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 2: T.D.G PARA EL CAMPO 1° DE MARZO			
2,02	Instalación de Protecciones y DPS			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
DPS CLAMPER Clase B 460 V a 60 kA, Tres Hilos	Unidad	1	\$ 2.600.000,00	\$ 2.600.000
Breaker Industrial Tripolar Graduable 252A-630A	Unidad	1	\$ 1.700.900,00	\$ 1.700.900
			SUBTOTAL	\$ 4.300.900
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	75,00%	130666,6667	\$ 130.667
Técnico electricista	50000	75,00%	66666,66667	\$ 66.667
Asistente de técnico	25000	75,00%	33333,33333	\$ 33.333
			SUBTOTAL	\$ 230.667
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000
			\$ 30.000	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000
			SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Vparcial (\$)
Transporte	30000	75,00%	40000	\$ 40.000
			SUBTOTAL	\$ 40.000
TOTAL				\$ 4.621.567
TOTAL CAPITULO 2: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL PARA CANHA 1° DE MARZO				\$ 5.350.715

6.3 CAPÍTULO 3: CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III

CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III - UIS BUCARAMANGA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III				
3,01	Acometida de Alimentación				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #2/0 AWG Cu THW, color amarillo	Metros	151,38	\$ 29.544,00	\$ 4.472.371	
Conductor #2/0 AWG Cu THW, color azul	Metros	151,38	\$ 29.544,00	\$ 4.472.371	
Conductor #2/0 AWG Cu THW, color rojo	Metros	151,38	\$ 29.544,00	\$ 4.472.371	
Conductor #2 AWG Cu THW, color verde	Metros	50,46	\$ 14.474,00	\$ 730.358	
Tubería PVC Conduit 3"	Metros	50,46	\$ 6.266,67	\$ 316.216	
				SUBTOTAL	\$ 14.463.686
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	35,00%	280000	\$ 280.000	
Técnico electricista	50000	35,00%	142857,142	\$ 142.857	
Asistente de técnico	25000	35,00%	71428,5714	\$ 71.429	
				SUBTOTAL	\$ 494.286
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000	
				SUBTOTAL	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000	
				SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	30000	75,00%	40000	\$ 40.000	
				SUBTOTAL	\$ 40.000
TOTAL					\$ 15.047.972

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III			
3,02	Instalación de Cajas de inspección			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor parcial (\$)
Caja de Inspección de Baja Tensión, de 0,6x0, 6x0, 82 m con tapa en concreto.	Unidad	2	\$ 45.800,00	\$ 91.600
				SUBTOTAL \$ 91.600
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	25,00%	392000	\$ 392.000
Técnico electricista	50000	25,00%	200000	\$ 200.000
Asistente de técnico	25000	25,00%	100000	\$ 100.000
Obrero 1 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000
Obrero 2 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000
				SUBTOTAL \$ 942.000
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	50000	100%	50000	\$ 50.000
				SUBTOTAL \$ 50.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000
				SUBTOTAL \$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	50000	75,00%	66666,6666	\$ 66.667
				SUBTOTAL \$ 66.667
TOTAL				\$ 1.250.267

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III				
3,03	Instalación de los Tableros de Distribución y Control				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Tablero Trifásico con Puerta, 42 circuitos, barraje 375 [A]	Unidad	1	\$ 361.500,00	\$ 361.500	
Tablero para Control Schneider Electric	Unidad	2	\$ 83.200,00	\$ 166.400	
Base y Cerramiento en Ladrillo, Incrustación y Protección Hermética del Tablero	Global	3	\$ 180.000,00	\$ 540.000	
Botón Pulsador rasante verde NA (Marcha del Proceso) XB5AA31	Unidad	8	\$ 39.000,00	\$ 312.000	
Botón Pulsador retorno por resorte rojo NC (Paro del Proceso) XB5AA42	Unidad	2	\$ 39.000,00	\$ 78.000	
Switch selector con llave, 2 posiciones fijas, 1 NA, XB5AG21	Unidad	2	\$ 114.000,00	\$ 228.000	
				SUBTOTAL	\$ 1.685.900
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	50,00%	196000	\$ 196.000	
Técnico electricista	50000	50,00%	100000	\$ 100.000	
Asistente de técnico	25000	50,00%	50000	\$ 50.000	
Obrero 1 (Estructura Para Tablero)	25000	50,00%	50000	\$ 50.000	
Obrero 2 (Estructura Para Tablero)	25000	50,00%	50000	\$ 50.000	
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000	
				SUBTOTAL	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000	
				SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	50000	75,00%	66666,6666	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 66.667
TOTAL					\$ 1.802.567

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III				
3,04	Instalación de Protecciones, DPS y Contactores				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
DPS CLAMPER Clase B 460 V a 60 kA, Tres Hilos	Unidad	1	\$ 2.600.000,00	\$ 2.600.000	
Breaker Tripolar Enchufable 3x50 [A]	Unidad	4	\$ 40.550,00	\$ 162.200	
Breaker Tripolar Enchufable 3x30 [A]	Unidad	6	\$ 38.800,00	\$ 232.800	
Breaker Tripolar Enchufable 3x20 [A]	Unidad	1	\$ 38.800,00	\$ 38.800	
Breaker Tripolar Enchufable 3x15 [A]	Unidad	1	\$ 38.800,00	\$ 38.800	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D18F7	Unidad	1	\$ 303.000,00	\$ 303.000	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D25F7	Unidad	1	\$ 417.000,00	\$ 417.000	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D32F7	Unidad	1	\$ 617.000,00	\$ 617.000	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D38F7	Unidad	9	\$ 721.000,00	\$ 6.489.000	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D50AF7	Unidad	4	\$ 860.000,00	\$ 3.440.000	
				SUBTOTAL	\$ 14.338.600
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	90,00%	108888,888	\$ 108.889	
Técnico electricista	50000	90,00%	55555,5555	\$ 55.556	
Asistente de técnico	25000	90,00%	27777,7777	\$ 27.778	
				SUBTOTAL	\$ 192.222
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	5000	100%	5000	\$ 5.000	
				SUBTOTAL	\$ 5.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	5000	100%	5000	\$ 5.000	
				SUBTOTAL	\$ 5.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	8000	75,00%	10666,6666	\$ 10.667	
				SUBTOTAL	\$ 10.667
TOTAL					\$ 14.551.489

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III			
3,05	Instalación de Canalizaciones y Cajas de Inspección para las Redes Eléctricas			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Caja de Inspección de Baja Tensión, de 0,6x0, 6x0, 82 m con tapa en concreto.	Unidad	15	\$ 45.800,00	\$ 687.000
Tubería Conduit PVC 1/2"	Metros	451,99	\$ 633,33	\$ 286.259
Tubería Conduit PVC 3/4"	Metros	698,33	\$ 833,33	\$ 581.939
Tubería Conduit PVC 1"	Metros	436,3	\$ 1.133,33	\$ 494.472
Tubería Conduit PVC 1 1/4"	Metros	526,112	\$ 1.816,67	\$ 955.772
Tubería Conduit PVC 1 1/2"	Metros	165,3	\$ 2.088,89	\$ 345.294
Conductor #14 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	1220,26	\$ 1.309,00	\$ 1.597.320
Conductor #14 AWG Cu TW, color azul	Metros	1220,26	\$ 1.309,00	\$ 1.597.320
Conductor #14 AWG Cu TW, color rojo	Metros	1220,26	\$ 1.309,00	\$ 1.597.320
Conductor #14 AWG Cu TW, color verde	Metros	200,5	\$ 1.309,00	\$ 262.455
Conductor #12 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	250,49	\$ 1.883,00	\$ 471.673
Conductor #12 AWG Cu TW, color azul	Metros	250,49	\$ 1.883,00	\$ 471.673
Conductor #12 AWG Cu TW, color rojo	Metros	250,49	\$ 1.883,00	\$ 471.673
Conductor #12 AWG Cu TW, color verde	Metros	250,49	\$ 1.883,00	\$ 471.673
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	1575,11	\$ 2.709,00	\$ 4.266.973
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	941,91	\$ 3.925,00	\$ 3.696.997
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	941,91	\$ 3.925,00	\$ 3.696.997
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	941,91	\$ 3.925,00	\$ 3.696.997
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	275,63	\$ 6.047,00	\$ 1.666.735
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	275,63	\$ 6.047,00	\$ 1.666.735
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	275,63	\$ 6.047,00	\$ 1.666.735
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	691,42	\$ 9.322,00	\$ 6.445.417
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	691,42	\$ 9.322,00	\$ 6.445.417
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	691,42	\$ 9.322,00	\$ 6.445.417
			SUBTOTAL	\$ 49.986.260
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000
Obrero 1 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000

Obrero 2 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000	
				SUBTOTAL	\$ 1.634.000
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	60000	100%	60000	\$ 60.000	
				SUBTOTAL	\$ 60.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	80000	50,00%	160000	\$ 160.000	
				SUBTOTAL	\$ 160.000
TOTAL					\$ 51.940.260

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III			
3,06	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P1 desde la Caja de Inspección CI_F2			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Conductor #12 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	25,9	\$ 1.883,00	\$ 48.770
Conductor #12 AWG Cu TW, color azul	Metros	25,9	\$ 1.883,00	\$ 48.770
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	38,95	\$ 2.709,00	\$ 105.516
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	61,7	\$ 3.925,00	\$ 242.173
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	61,7	\$ 3.925,00	\$ 242.173
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	61,7	\$ 3.925,00	\$ 242.173
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	34,45	\$ 9.322,00	\$ 321.143
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	34,45	\$ 9.322,00	\$ 321.143
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	34,45	\$ 9.322,00	\$ 321.143
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	9	\$ 2.412.926,44	\$ 21.716.338
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	16	\$ 362.700,00	\$ 5.803.200
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800

Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	2	\$ 224.150,00	\$ 448.300	
Poste en Concreto 23 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 3.251.700,00	\$ 3.251.700	
				SUBTOTAL	\$ 50.103.824
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,6666 7	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 52.254.491

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III			
3,07	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P2 desde la Caja de Inspección CI_F5			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Conductor #12 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	26,35	\$ 1.883,00	\$ 49.617
Conductor #12 AWG Cu TW, color azul	Metros	26,35	\$ 1.883,00	\$ 49.617
Conductor #12 AWG Cu TW, color rojo	Metros	26,35	\$ 1.883,00	\$ 49.617
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	38,95	\$ 2.709,00	\$ 105.516
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	59,9	\$ 3.925,00	\$ 235.108
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	59,9	\$ 3.925,00	\$ 235.108

Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	59,9	\$ 3.925,00	\$ 235.108	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	34,45	\$ 9.322,00	\$ 321.143	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	34,45	\$ 9.322,00	\$ 321.143	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	34,45	\$ 9.322,00	\$ 321.143	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	9	\$ 2.412.926,44	\$ 21.716.338	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	16	\$ 362.700,00	\$ 5.803.200	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	2	\$ 224.150,00	\$ 448.300	
Poste en Concreto 26 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 4.608.250,00	\$ 4.608.250	
				SUBTOTAL	\$ 51.490.491
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,6666	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 53.641.158

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III			
3,08	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P3 desde la Caja de Inspección CI_F11			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Conductor #14 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	26,35	\$ 1.309,00	\$ 34.492
Conductor #14 AWG Cu TW, color azul	Metros	26,35	\$ 1.309,00	\$ 34.492
Conductor #14 AWG Cu TW, color rojo	Metros	26,35	\$ 1.309,00	\$ 34.492
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	38,95	\$ 2.709,00	\$ 105.516
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	59,9	\$ 3.925,00	\$ 235.108
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	59,9	\$ 3.925,00	\$ 235.108
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	59,9	\$ 3.925,00	\$ 235.108
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	34,45	\$ 9.322,00	\$ 321.143
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	34,45	\$ 9.322,00	\$ 321.143
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	34,45	\$ 9.322,00	\$ 321.143
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	9	\$ 2.412.926,44	\$ 21.716.338
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	16	\$ 362.700,00	\$ 5.803.200
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	2	\$ 224.150,00	\$ 448.300
Poste en Concreto 26 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 4.608.250,00	\$ 4.608.250
			SUBTOTAL	\$ 51.445.116
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,6666	\$ 66.667
			SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000

				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 53.595.783

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III			
3,09	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P4 desde la Caja de Inspección CI_F14			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Conductor #14 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	31,35	\$ 1.309,00	\$ 41.037
Conductor #14 AWG Cu TW, color rojo	Metros	31,35	\$ 1.309,00	\$ 41.037
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	41,25	\$ 2.709,00	\$ 111.746
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	31,35	\$ 3.925,00	\$ 123.049
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	31,35	\$ 3.925,00	\$ 123.049
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	31,35	\$ 3.925,00	\$ 123.049
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	36,75	\$ 6.047,00	\$ 222.227
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	36,75	\$ 6.047,00	\$ 222.227
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	36,75	\$ 6.047,00	\$ 222.227
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	39,45	\$ 9.322,00	\$ 367.753
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	39,45	\$ 9.322,00	\$ 367.753
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	39,45	\$ 9.322,00	\$ 367.753
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B1	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	10	\$ 2.412.926,44	\$ 24.129.264
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	16	\$ 362.700,00	\$ 5.803.200
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	2	\$ 224.150,00	\$ 448.300

Poste en Concreto 29 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 6.344.500,00	\$ 6.344.500	
				SUBTOTAL	\$ 53.636.530
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,6666 7	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 55.787.197

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III			
3,1	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P5 desde la Caja de Inspección CI_FP2			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Conductor #12 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	28,55	\$ 1.883,00	\$ 53.760
Conductor #12 AWG Cu TW, color azul	Metros	28,55	\$ 1.883,00	\$ 53.760
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	31,25	\$ 2.709,00	\$ 84.656
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	26,3	\$ 3.925,00	\$ 103.228
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	52,6	\$ 3.925,00	\$ 206.455
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	52,6	\$ 3.925,00	\$ 206.455
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	29,45	\$ 9.322,00	\$ 274.533

Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	29,45	\$ 9.322,00	\$ 274.533	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	29,45	\$ 9.322,00	\$ 274.533	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	10	\$ 362.700,00	\$ 3.627.000	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150	
Poste en Concreto 20 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 2.007.100,00	\$ 2.007.100	
				SUBTOTAL	\$ 31.620.226
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,6666 7	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 33.770.893

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III				
3,11	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P6 desde la Caja de Inspección CI_F9				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #14 AWG Cu TW, color azul	Metros	26,3	\$ 1.309,00	\$ 34.427	
Conductor #14 AWG Cu TW, color rojo	Metros	26,3	\$ 1.309,00	\$ 34.427	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	31,25	\$ 2.709,00	\$ 84.656	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	52,6	\$ 3.925,00	\$ 206.455	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	26,3	\$ 3.925,00	\$ 103.228	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	52,6	\$ 3.925,00	\$ 206.455	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	29,45	\$ 9.322,00	\$ 274.533	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	29,45	\$ 9.322,00	\$ 274.533	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	29,45	\$ 9.322,00	\$ 274.533	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	10	\$ 362.700,00	\$ 3.627.000	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150	
Poste en Concreto 20 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 2.007.100,00	\$ 2.007.100	
				SUBTOTAL	\$ 31.581.560
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,6666	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 33.732.227

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III			
3,12	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P7 desde la Caja de Inspección CI_F7			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Conductor #12 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	26,3	\$ 1.883,00	\$ 49.523
Conductor #12 AWG Cu TW, color rojo	Metros	26,3	\$ 1.883,00	\$ 49.523
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	31,25	\$ 2.709,00	\$ 84.656
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	52,6	\$ 3.925,00	\$ 206.455
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	52,6	\$ 3.925,00	\$ 206.455
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	26,3	\$ 3.925,00	\$ 103.228
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	29,45	\$ 9.322,00	\$ 274.533
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	29,45	\$ 9.322,00	\$ 274.533
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	29,45	\$ 9.322,00	\$ 274.533
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	10	\$ 362.700,00	\$ 3.627.000
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150
Poste en Concreto 20 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 2.007.100,00	\$ 2.007.100
			SUBTOTAL	\$ 31.611.753
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,6666	\$ 66.667
			SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000

				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 33.762.419

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III				
3,13	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P8 desde la Caja de Inspección CI_F8				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	31,25	\$ 2.709,00	\$ 84.656	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	28,55	\$ 3.925,00	\$ 112.059	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	28,55	\$ 3.925,00	\$ 112.059	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	28,55	\$ 3.925,00	\$ 112.059	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	26,3	\$ 6.047,00	\$ 159.036	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	26,3	\$ 6.047,00	\$ 159.036	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	26,3	\$ 6.047,00	\$ 159.036	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	29,45	\$ 9.322,00	\$ 274.533	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	29,45	\$ 9.322,00	\$ 274.533	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	29,45	\$ 9.322,00	\$ 274.533	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B1	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	10	\$ 362.700,00	\$ 3.627.000	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150	
Poste en Concreto 20 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 2.007.100,00	\$ 2.007.100	
				SUBTOTAL	\$ 31.809.854
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	

Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,6666	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 33.960.521

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III				
3,14	Mantenimiento Sistema de Iluminación				
1. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Técnico electricista	50000	60,00%	83333,33333	\$ 83.333	
Asistente de técnico	25000	60,00%	41666,66667	\$ 41.667	
				SUBTOTAL	\$ 125.000
2. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	20000	100%	20000	\$ 20.000	
				SUBTOTAL	\$ 20.000
3. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	30000	100%	30000	\$ 30.000	
				SUBTOTAL	\$ 30.000
4. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	8000	75,00%	10666,6666	\$ 10.667	
				SUBTOTAL	\$ 10.667
TOTAL					\$ 185.667

TOTAL CAPITULO 3: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE III	\$ 435.282.909
--------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------

6.4CAPÍTULO 4: CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II

CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II - UIS BUCARAMANGA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 4: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE II				
4,01	Acometida de Alimentación				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #1/0 AWG Cu THW, color amarillo	Metros	151,38	\$ 14.474,00	\$ 2.191.074	
Conductor #1/0 AWG Cu THW, color azul	Metros	151,38	\$ 14.474,00	\$ 2.191.074	
Conductor #1/0 AWG Cu THW, color rojo	Metros	151,38	\$ 14.474,00	\$ 2.191.074	
Conductor #4 AWG Cu THW, color verde	Metros	50,46	\$ 9.322,00	\$ 470.388	
Tubería PVC Conduit 3"	Metros	50,46	\$ 4.766,67	\$ 240.526	
				SUBTOTAL	\$ 7.284.137
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	35,00%	280000	\$ 280.000	
Técnico electricista	50000	35,00%	142857,1429	\$ 142.857	
Asistente de técnico	25000	35,00%	71428,57143	\$ 71.429	
				SUBTOTAL	\$ 494.286
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000	
				SUBTOTAL	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000	
				SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	30000	75,00%	40000	\$ 40.000	
				SUBTOTAL	\$ 40.000
TOTAL					\$ 7.868.422

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 4: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE II			
4,02	Instalación de Cajas de inspección			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor parcial (\$)
Caja de Inspección de Baja Tensión, de 0,6x0, 6x0, 82 m con tapa en concreto.	Unidad	2	\$ 45.800,00	\$ 91.600
				SUBTOTAL \$ 91.600
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	25,00%	392000	\$ 392.000
Técnico electricista	50000	25,00%	200000	\$ 200.000
Asistente de técnico	25000	25,00%	100000	\$ 100.000
Obrero 1 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000
Obrero 2 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000
				SUBTOTAL \$ 942.000
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	50000	100%	50000	\$ 50.000
				SUBTOTAL \$ 50.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000
				SUBTOTAL \$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	50000	75,00%	66666,66667	\$ 66.667
				SUBTOTAL \$ 66.667
TOTAL				\$ 1.250.267

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 4: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE II			
4,03	Instalación de los Tableros de Distribución y Control			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Tablero Trifásico con Puerta, 42 circuitos, barraje 313 [A]	Unidad	1	\$ 361.500,00	\$ 361.500
Tablero para Control Schneider Electric	Unidad	2	\$ 83.200,00	\$ 166.400
Base y Cerramiento en Ladrillo, Incrustación y Protección Hermética del Tablero	Global	3	\$ 180.000,00	\$ 540.000
Botón Pulsador rasante verde NA (Marcha del Proceso) XB5AA31	Unidad	8	\$ 39.000,00	\$ 312.000
Botón Pulsador retorno por resorte rojo NC (Paro del Proceso) XB5AA42	Unidad	2	\$ 39.000,00	\$ 78.000
Switch selector con llave, 2 posiciones fijas, 1 NA, XB5AG21	Unidad	2	\$ 114.000,00	\$ 228.000

				SUBTOTAL	\$ 1.685.900
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	50,00%	196000	\$ 196.000	
Técnico electricista	50000	50,00%	100000	\$ 100.000	
Asistente de técnico	25000	50,00%	50000	\$ 50.000	
Obrero 1 (Estructura Para Tablero)	25000	50,00%	50000	\$ 50.000	
Obrero 2 (Estructura Para Tablero)	25000	50,00%	50000	\$ 50.000	
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000	
				SUBTOTAL	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000	
				SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	50000	75,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 66.667
TOTAL					\$ 1.802.567

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 4: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE II			
4,04	Instalación de Protecciones, DPS y Contactores			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
DPS CLAMPER Clase B 460 V a 60 kA, Tres Hilos	Unidad	1	\$ 2.600.000,00	\$ 2.600.000
Breaker Tripolar Enchufable 3x50 [A]	Unidad	3	\$ 40.550,00	\$ 121.650
Breaker Tripolar Enchufable 3x40 [A]	Unidad	1	\$ 40.550,00	\$ 40.550
Breaker Tripolar Enchufable 3x30 [A]	Unidad	1	\$ 38.800,00	\$ 38.800
Breaker Tripolar Riel 3x25 [A]	Unidad	2	\$ 50.200,00	\$ 100.400
Breaker Tripolar Enchufable 3x20 [A]	Unidad	2	\$ 38.800,00	\$ 77.600
Breaker Tripolar Enchufable 3x15 [A]	Unidad	2	\$ 38.800,00	\$ 77.600
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D18F7	Unidad	2	\$ 303.000,00	\$ 606.000
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D25F7	Unidad	4	\$ 417.000,00	\$ 1.668.000
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D32F7	Unidad	4	\$ 617.000,00	\$ 2.468.000

Contactor Tripolar TESYS Serie D LC1D38F7	Unidad	2	\$ 721.000,00	\$ 1.442.000	
				SUBTOTAL	\$ 9.240.600
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	90,00%	108888,8889	\$ 108.889	
Técnico electricista	50000	90,00%	55555,55556	\$ 55.556	
Asistente de técnico	25000	90,00%	27777,77778	\$ 27.778	
				SUBTOTAL	\$ 192.222
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	5000	100%	5000	\$ 5.000	
				SUBTOTAL	\$ 5.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	5000	100%	5000	\$ 5.000	
				SUBTOTAL	\$ 5.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	8000	75,00%	10666,66667	\$ 10.667	
				SUBTOTAL	\$ 10.667
TOTAL					\$ 9.453.489

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 4: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE II			
4,05	Instalación de Canalizaciones y Cajas de Inspección para las Redes Eléctricas			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Caja de Inspección de Baja Tensión, de 0,6x0, 6x0, 82 m con tapa en concreto.	Unidad	13	\$ 45.800,00	\$ 595.400
Tubería Conduit PVC 1/2"	Metros	650,06	\$ 633,33	\$ 411.702
Tubería Conduit PVC 3/4"	Metros	473,46	\$ 833,33	\$ 394.548
Tubería Conduit PVC 1"	Metros	616,76	\$ 1.133,33	\$ 698.993
Tubería Conduit PVC 1 1/4"	Metros	187,2	\$ 1.816,67	\$ 340.081
Tubería Conduit PVC 1 1/2"	Metros	181,88	\$ 2.088,89	\$ 379.927
Conductor #14 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	1235,91	\$ 1.309,00	\$ 1.617.806
Conductor #14 AWG Cu TW, color azul	Metros	1235,91	\$ 1.309,00	\$ 1.617.806
Conductor #14 AWG Cu TW, color rojo	Metros	1235,91	\$ 1.309,00	\$ 1.617.806
Conductor #14 AWG Cu TW, color verde	Metros	456,17	\$ 1.309,00	\$ 597.127

Conductor #12 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	201,89	\$ 1.883,00	\$ 380.159	
Conductor #12 AWG Cu TW, color azul	Metros	201,89	\$ 1.883,00	\$ 380.159	
Conductor #12 AWG Cu TW, color rojo	Metros	201,89	\$ 1.883,00	\$ 380.159	
Conductor #12 AWG Cu TW, color verde	Metros	201,89	\$ 1.883,00	\$ 380.159	
Conductor #10 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	263,57	\$ 2.709,00	\$ 714.011	
Conductor #10 AWG Cu TW, color azul	Metros	263,57	\$ 2.709,00	\$ 714.011	
Conductor #10 AWG Cu TW, color rojo	Metros	263,57	\$ 2.709,00	\$ 714.011	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	1184,42	\$ 2.709,00	\$ 3.208.594	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	660,66	\$ 3.925,00	\$ 2.593.091	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	660,66	\$ 3.925,00	\$ 2.593.091	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	660,66	\$ 3.925,00	\$ 2.593.091	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	617,36	\$ 6.047,00	\$ 3.733.176	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	617,36	\$ 6.047,00	\$ 3.733.176	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	617,36	\$ 6.047,00	\$ 3.733.176	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	357,17	\$ 9.322,00	\$ 3.329.539	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	357,17	\$ 9.322,00	\$ 3.329.539	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	357,17	\$ 9.322,00	\$ 3.329.539	
				SUBTOTAL	\$ 44.109.875
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Obrero 1 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000	
Obrero 2 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000	
				SUBTOTAL	\$ 1.634.000
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	60000	100%	60000	\$ 60.000	
				SUBTOTAL	\$ 60.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	80000	50,00%	160000	\$ 160.000	
				SUBTOTAL	\$ 160.000
TOTAL					\$ 46.063.875

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 4: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE II				
4,06	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P1 desde la Caja de Inspección CI_F2				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #14 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	27,9	\$ 1.309,00	\$ 36.521	
Conductor #14 AWG Cu TW, color azul	Metros	27,9	\$ 1.309,00	\$ 36.521	
Conductor #14 AWG Cu TW, color rojo	Metros	27,9	\$ 1.309,00	\$ 36.521	
Conductor #10 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	27,9	\$ 2.709,00	\$ 75.581	
Conductor #10 AWG Cu TW, color azul	Metros	27,9	\$ 2.709,00	\$ 75.581	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	32,85	\$ 2.709,00	\$ 88.991	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	32,85	\$ 3.925,00	\$ 128.936	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	32,85	\$ 3.925,00	\$ 128.936	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	32,85	\$ 3.925,00	\$ 128.936	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	32,4	\$ 6.047,00	\$ 195.923	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	32,4	\$ 6.047,00	\$ 195.923	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	32,4	\$ 6.047,00	\$ 195.923	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	32,4	\$ 9.322,00	\$ 302.033	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	32,4	\$ 9.322,00	\$ 302.033	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	32,4	\$ 9.322,00	\$ 302.033	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	5	\$ 2.412.926,44	\$ 12.064.632	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	14	\$ 362.700,00	\$ 5.077.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	2	\$ 100.800,00	\$ 201.600	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150	
Poste en Concreto 25 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 4.188.900,00	\$ 4.188.900	
				SUBTOTAL	\$ 45.703.812
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	

Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000
				SUBTOTAL \$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000
				SUBTOTAL \$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000
				SUBTOTAL \$ 250.000
TOTAL				\$ 47.854.479

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 4: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE II			
4,07	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P2 desde la Caja de Inspección CI_F5			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Conductor #10 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	31,95	\$ 2.709,00	\$ 86.553
Conductor #10 AWG Cu TW, color azul	Metros	31,95	\$ 2.709,00	\$ 86.553
Conductor #10 AWG Cu TW, color rojo	Metros	31,95	\$ 2.709,00	\$ 86.553
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	33,3	\$ 2.709,00	\$ 90.210
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	30,6	\$ 3.925,00	\$ 120.105
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	30,6	\$ 3.925,00	\$ 120.105
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	32,4	\$ 6.047,00	\$ 195.923
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	32,4	\$ 6.047,00	\$ 195.923
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	32,4	\$ 6.047,00	\$ 195.923
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	33,3	\$ 9.322,00	\$ 310.423
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	33,4	\$ 9.322,00	\$ 311.355
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	33,3	\$ 9.322,00	\$ 310.423
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	5	\$ 2.412.926,44	\$ 12.064.632
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	14	\$ 362.700,00	\$ 5.077.800
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	2	\$ 100.800,00	\$ 201.600
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150

Poste en Concreto 28 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 5.755.700,00	\$ 5.755.700	
				SUBTOTAL	\$ 47.150.266

2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 49.300.933

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 4: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE II			
4,08	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P3 desde la Caja de Inspección CI_F11			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Conductor #10 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	27,9	\$ 2.709,00	\$ 75.581
Conductor #10 AWG Cu TW, color azul	Metros	27,9	\$ 2.709,00	\$ 75.581
Conductor #10 AWG Cu TW, color rojo	Metros	27,9	\$ 2.709,00	\$ 75.581
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	33,3	\$ 2.709,00	\$ 90.210
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	30,6	\$ 3.925,00	\$ 120.105
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	30,6	\$ 3.925,00	\$ 120.105
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	30,6	\$ 3.925,00	\$ 120.105

Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	63,9	\$ 6.047,00	\$ 386.403	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	63,9	\$ 6.047,00	\$ 386.403	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	63,9	\$ 6.047,00	\$ 386.403	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	14	\$ 362.700,00	\$ 5.077.800	
Reglaje ó Cruceta de 2 1/2 x 1/4 x 1,50 [m]	Unidad	1	\$ 46.550,00	\$ 46.550	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	3	\$ 100.800,00	\$ 302.400	
Poste en Concreto 28 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 5.755.700,00	\$ 5.755.700	
				SUBTOTAL	\$ 46.799.898
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 48.950.565

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 4: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE II				
4,09	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P4 desde la Caja de Inspección CI_F14				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #14 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	30,7	\$ 1.309,00	\$ 40.186	
Conductor #14 AWG Cu TW, color rojo	Metros	30,7	\$ 1.309,00	\$ 40.186	
Conductor #12 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	33,85	\$ 1.883,00	\$ 63.740	
Conductor #12 AWG Cu TW, color azul	Metros	33,85	\$ 1.883,00	\$ 63.740	
Conductor #12 AWG Cu TW, color rojo	Metros	33,85	\$ 1.883,00	\$ 63.740	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	34,3	\$ 2.709,00	\$ 92.919	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	67,25	\$ 3.925,00	\$ 263.956	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	67,25	\$ 3.925,00	\$ 263.956	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	67,25	\$ 3.925,00	\$ 263.956	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	8	\$ 2.412.926,44	\$ 19.303.412	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	14	\$ 362.700,00	\$ 5.077.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	2	\$ 100.800,00	\$ 201.600	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150	
Poste en Concreto 29 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 6.344.500,00	\$ 6.344.500	
				SUBTOTAL	\$ 46.785.399
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 48.936.066

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 4: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE II				
4,1	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P5 desde la Caja de Inspección CI_FP2				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #14 AWG Cu TW, color azul	Metros	27,9	\$ 2.709,00	\$ 75.581	
Conductor #14 AWG Cu TW, color rojo	Metros	27,9	\$ 2.709,00	\$ 75.581	
Conductor #12 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	32,85	\$ 3.925,00	\$ 128.936	
Conductor #12 AWG Cu TW, color azul	Metros	32,85	\$ 3.925,00	\$ 128.936	
Conductor #12 AWG Cu TW, color rojo	Metros	32,85	\$ 3.925,00	\$ 128.936	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	33,3	\$ 2.709,00	\$ 90.210	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	31,5	\$ 6.047,00	\$ 190.481	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	31,5	\$ 6.047,00	\$ 190.481	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	31,5	\$ 6.047,00	\$ 190.481	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	33,3	\$ 9.322,00	\$ 310.423	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	33,3	\$ 9.322,00	\$ 310.423	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	33,3	\$ 9.322,00	\$ 310.423	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	5	\$ 2.412.926,44	\$ 12.064.632	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	14	\$ 362.700,00	\$ 5.077.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	2	\$ 100.800,00	\$ 201.600	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150	
Poste en Concreto 28 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 5.755.700,00	\$ 5.755.700	
				SUBTOTAL	\$ 47.171.110
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 49.321.777

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 4: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE II			
4,11	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P6 desde la Caja de Inspección CI_F9			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Conductor #14 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	30,15	\$ 2.709,00	\$ 81.676
Conductor #14 AWG Cu TW, color azul	Metros	30,15	\$ 2.709,00	\$ 81.676
Conductor #14 AWG Cu TW, color rojo	Metros	30,15	\$ 2.709,00	\$ 81.676
Conductor #12 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	27,9	\$ 3.925,00	\$ 109.508
Conductor #12 AWG Cu TW, color rojo	Metros	27,9	\$ 3.925,00	\$ 109.508
Conductor #10 AWG Cu THW, color verde	Metros	33,75	\$ 2.709,00	\$ 91.429
Conductor #6 AWG Cu THW, color amarillo	Metros	31,05	\$ 6.047,00	\$ 187.759
Conductor #6 AWG Cu THW, color azul	Metros	31,05	\$ 6.047,00	\$ 187.759
Conductor #6 AWG Cu THW, color rojo	Metros	31,05	\$ 6.047,00	\$ 187.759
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	33,75	\$ 9.322,00	\$ 314.618
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	33,75	\$ 9.322,00	\$ 314.618
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	33,75	\$ 9.322,00	\$ 314.618
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	13	\$ 362.700,00	\$ 4.715.100
Reglaje ó Cruceta de 2 1/2 x 1/4 x 1,50 [m]	Unidad	1	\$ 46.550,00	\$ 46.550
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	3	\$ 100.800,00	\$ 302.400
Poste en Concreto 25 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 4.188.900,00	\$ 4.188.900
			SUBTOTAL	\$ 42.683.597
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667
			SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000

Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000
				SUBTOTAL \$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000
				SUBTOTAL \$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000
				SUBTOTAL \$ 250.000
TOTAL				\$ 44.834.264

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 4: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE II			
4,12	Mantenimiento Sistema de Iluminación			
1. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Técnico electricista	50000	60,00%	83333,33333	\$ 83.333
Asistente de técnico	25000	60,00%	41666,66667	\$ 41.667
				SUBTOTAL \$ 125.000
2. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	20000	100%	20000	\$ 20.000
				SUBTOTAL \$ 20.000
3. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	30000	100%	30000	\$ 30.000
				SUBTOTAL \$ 30.000
4. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	8000	75,00%	10666,66667	\$ 10.667
				SUBTOTAL \$ 10.667
TOTAL				\$ 185.667

TOTAL CAPITULO 4: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas 1° MARZO CLASE II	\$ 355.822.368
-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------

6.5 CAPÍTULO 5: INSTALACIÓN DEL TRANSFORMADOR EN LA SUBESTACIÓN DEL COLISEO, PARA LAS CANCHAS SUR, SOFTBALL-RUGBY.

INSTALACIÓN DEL TRANSFORMADOR EN EL COLISEO PARA CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY - UIS BUCARAMANGA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 5: INSTALACIÓN DEL TRANSFORMADOR PARA LAS CANCHAS SUR, SFOTBALL-RUGBY EN LA S.E. DEL COLISEO				
5,01	Instalación del Transformador y Acometida al T.D.G. (SECUNDARIO)				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
TRANSFORMADOR ABB D-Y5 seco, 225kVA de 220/460-266 V	Unidad	1	\$ 12.380.000,00	\$ 12.380.000	
Conductor #3/0 AWG Cu THW, color amarillo para fase A	Metros	20	\$ 37.075,00	\$ 741.500	
Conductor #3/0 AWG Cu THW, color azul para fase B	Metros	20	\$ 37.075,00	\$ 741.500	
Conductor #3/0 AWG Cu THW, color rojo para fase C	Metros	20	\$ 37.075,00	\$ 741.500	
Conductor #4 AWG Cu THW, color verde para tierra	Metros	10	\$ 9.322,00	\$ 93.220	
Conductor #2/0 AWG Cu desnudo de 19 hilos	Metros	2	\$ 15.341,00	\$ 30.682	
Breaker Tripolar 3x300[A], Ik=15 [kA]	Unidad	1	\$ 600.650,00	\$ 600.650	
Tubo Conduit PVC 3"	Metros	30	\$ 6.266,67	\$ 188.000	
				SUBTOTAL	\$ 15.517.052
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	20,00%	490000	\$ 490.000	
Técnico electricista	50000	20,00%	250000	\$ 250.000	
Asistente de técnico	25000	20,00%	125000	\$ 125.000	
				SUBTOTAL	\$ 865.000
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	200000	100%	200000	\$ 200.000	
				SUBTOTAL	\$ 200.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	200000	100%	200000	\$ 200.000	
				SUBTOTAL	\$ 200.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	120000	50,00%	240000	\$ 240.000	
				SUBTOTAL	\$ 240.000
TOTAL					\$ 17.022.052

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 5: INSTALACIÓN DEL TRANSFORMADOR PARA LAS CANCHAS SUR, SFOTBALL-RUGBY EN LA S.E. DEL COLISEO				
5,02	Instalación de Protecciones y Acometidas del PRIMARIO				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Breaker Industrial Tripolar Graduable 252A-630A	Unidad	1	\$ 1.700.900,00	\$ 1.700.900	
Conductor #3/0 AWG Cu THW 75°C, color amarillo para la Fase A	Metros	30	\$ 37.075,00	\$ 1.112.250	
Conductor #3/0 AWG Cu THW 75°C, color azul para la fase B	Metros	30	\$ 37.075,00	\$ 1.112.250	
Conductor #3/0 AWG Cu THW 75°C, color rojo para la Fase C	Metros	30	\$ 37.075,00	\$ 1.112.250	
Conductor #1/0 AWG Cu THW 75°C, color verde para la Tierra	Metros	10	\$ 23.629,00	\$ 236.290	
Tubería Conduit PVC 2"	Metros	20	\$ 2.700,00	\$ 54.000	
Tubería Conduit PVC 2 1/2"	Metros	10	\$ 4.766,67	\$ 47.667	
				SUBTOTAL	\$ 5.375.607
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Vparcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
				SUBTOTAL	\$ 1.384.000
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	150000	100%	150000	\$ 150.000	
				SUBTOTAL	\$ 150.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	80000	50,00%	160000	\$ 160.000	
				SUBTOTAL	\$ 160.000
TOTAL					\$ 7.169.607

TOTAL CAPITULO 5: INSTALACIÓN DEL TRANSFORMADOR PARA LAS CANCHAS SUR, SFOTBALL-RUGBY EN LA S.E. DEL COLISEO	\$ 24.191.659
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------

6.6 CAPÍTULO 6: TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS DE LAS CANCHAS SUR, SOFTBALL-RUGBY (ORIGINAL)

TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY (ORIGINAL)- UIS BUCARAMANGA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 6: T.D.G CANCHAS SUR, SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)				
6,01	Instalación del Tablero de 12 Puestos				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Tablero Trifásico con Puerta, 12 circuitos, barraje 300 [A]	Unidad	1	\$ 235.800,00	\$ 235.800	
Conductor#2/0 AWG Cu desnudo de 19 hilos	Metros	2	\$ 15.341,00	\$ 30.682	
				SUBTOTAL	\$ 266.482
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	50,00%	196000	\$ 196.000	
Técnico electricista	50000	50,00%	100000	\$ 100.000	
Asistente de técnico	25000	50,00%	50000	\$ 50.000	
				SUBTOTAL	\$ 346.000
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000	
				SUBTOTAL	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000	
				SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	50000	75,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 66.667
TOTAL					\$ 729.149

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 6: T.D.G CANCHAS SUR, SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)			
6,02	Instalación de Protecciones y DPS			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
DPS CLAMPER Clase B 460 V a 60 kA, Tres Hilos	Unidad	1	\$ 2.600.000,00	\$ 2.600.000
Breaker Industrial Tripolar ABB 150 [A]	Unidad	1	\$ 283.100,00	\$ 283.100
Breaker Industrial Tripolar ABB 200 [A]	Unidad	1	\$ 457.400,00	\$ 457.400
			SUBTOTAL	\$ 3.340.500
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	75,00%	130666,6667	\$ 130.667
Técnico electricista	50000	75,00%	66666,66667	\$ 66.667
Asistente de técnico	25000	75,00%	33333,33333	\$ 33.333
			SUBTOTAL	\$ 230.667
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000
			\$ 30.000	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000
			SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Vparcial (\$)
Transporte	30000	75,00%	40000	\$ 40.000
			SUBTOTAL	\$ 40.000
TOTAL				\$ 3.661.167
TOTAL CAPITULO 6: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL PARA LAS CANHAS SUR, SOFTBALL-RUGBY (ORIGINAL)				\$ 4.390.315

6.6.1 CAPÍTULO 6-A: TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS DE LAS CANCHAS SUR, SOFTBALL-RUGBY (CORRIDA)

TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY (CORRIDA) - UIS BUCARAMANGA				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 6: T.D.G CANCHAS SUR, SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)			
6,01	Instalación del Tablero de 12 Puestos			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Tablero Trifásico con Puerta, 12 circuitos, barraje 300 [A]	Unidad	1	\$ 235.800,00	\$ 235.800
Conductor#2/0 AWG Cu desnudo de 19 hilos	Metros	2	\$ 15.341,00	\$ 30.682
			SUBTOTAL	\$ 266.482
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	50,00%	196000	\$ 196.000
Técnico electricista	50000	50,00%	100000	\$ 100.000
Asistente de técnico	25000	50,00%	50000	\$ 50.000
			SUBTOTAL	\$ 346.000
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000
			SUBTOTAL	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000
			SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	50000	75,00%	66666,66667	\$ 66.667
			SUBTOTAL	\$ 66.667
TOTAL				\$ 729.149

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 6: T.D.G CANCHAS SUR, SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)				
6,02	Instalación de Protecciones y DPS				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
DPS CLAMPER Clase B 460 V a 60 kA, Tres Hilos	Unidad	1	\$ 2.600.000,00	\$ 2.600.000	
Breaker Industrial Tripolar ABB 150 [A]	Unidad	1	\$ 283.100,00	\$ 283.100	
Breaker Industrial Tripolar ABB 200 [A]	Unidad	1	\$ 457.400,00	\$ 457.400	
				SUBTOTAL	\$ 3.340.500
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	75,00%	130666,6667	\$ 130.667	
Técnico electricista	50000	75,00%	66666,66667	\$ 66.667	
Asistente de técnico	25000	75,00%	33333,33333	\$ 33.333	
				SUBTOTAL	\$ 230.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000	
				\$ 30.000	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000	
				SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Vparcial (\$)	
Transporte	30000	75,00%	40000	\$ 40.000	
				SUBTOTAL	\$ 40.000
TOTAL					\$ 3.661.167

TOTAL CAPITULO 6: TABLERO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL PARA LAS CANCHAS SUR, SOFTBALL-RUGBY (CORRIDA)	\$ 4.390.315
--------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------

6.7 CAPÍTULO 7: CANCHAS SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)

CANCHAS SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL) - UIS BUCARAMANGA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 7: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)				
7,01	Acometida de Alimentación				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #3/0 AWG Cu THW, color amarillo	Metros	56,23	\$ 37.075,00	\$ 2.084.727	
Conductor #3/0 AWG Cu THW, color azul	Metros	56,23	\$ 37.075,00	\$ 2.084.727	
Conductor #3/0 AWG Cu THW, color rojo	Metros	56,23	\$ 37.075,00	\$ 2.084.727	
Conductor #6 AWG Cu THW, color verde	Metros	56,23	\$ 6.047,00	\$ 340.023	
Tubería PVC Conduit 2"	Metros	56,23	\$ 2.700,00	\$ 151.821	
				SUBTOTAL	\$ 6.746.026
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	35,00%	280000	\$ 280.000	
Técnico electricista	50000	35,00%	142857,1429	\$ 142.857	
Asistente de técnico	25000	35,00%	71428,57143	\$ 71.429	
				SUBTOTAL	\$ 494.286
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000	
				SUBTOTAL	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000	
				SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	30000	75,00%	40000	\$ 40.000	
				SUBTOTAL	\$ 40.000
TOTAL					\$ 7.330.311

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 7: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)			
7,02	Instalación de los Tableros de Distribución y Control			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Tablero Trifásico con Puerta, 30 circuitos, barraje 300 [A]	Unidad	1	\$ 361.500,00	\$ 361.500
Tablero para Control Schneider Electric	Unidad	1	\$ 83.200,00	\$ 83.200
Base y Cerramiento en Ladrillo, Incrustación y Protección Hermética del Tablero	Global	2	\$ 180.000,00	\$ 360.000
Botón Pulsador rasante verde NA (Marcha del Proceso) XB5AA31	Unidad	4	\$ 39.000,00	\$ 156.000
Botón Pulsador retorno por resorte rojo NC (Paro del Proceso) XB5AA42	Unidad	1	\$ 39.000,00	\$ 39.000
Switch selector con llave, 2 posiciones fijas, 1 NA, XB5AG21	Unidad	1	\$ 114.000,00	\$ 114.000
			SUBTOTAL	\$ 1.113.700
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	50,00%	196000	\$ 196.000
Técnico electricista	50000	50,00%	100000	\$ 100.000
Asistente de técnico	25000	50,00%	50000	\$ 50.000
Obrero 1 (Estructura Para Tablero)	25000	50,00%	50000	\$ 50.000
Obrero 2 (Estructura Para Tablero)	25000	50,00%	50000	\$ 50.000
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000
			SUBTOTAL	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000
			SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	50000	75,00%	66666,66667	\$ 66.667
			SUBTOTAL	\$ 66.667
TOTAL				\$ 1.230.367

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 7: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)				
7,03	Instalación de Protecciones, DPS y Contactores				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
DPS CLAMPER Clase B 460 V a 60 kA, Tres Hilos	Unidad	1	\$ 2.600.000,00	\$ 2.600.000	
Breaker Tripolar Enchufable 3x50 [A]	Unidad	4	\$ 40.550,00	\$ 162.200	
Breaker Tripolar Enchufable 3x40 [A]	Unidad	1	\$ 40.550,00	\$ 40.550	
Breaker Tripolar de Riel 3x25 [A]	Unidad	4	\$ 50.200,00	\$ 200.800	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D32F7	Unidad	1	\$ 617.000,00	\$ 617.000	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D38F7	Unidad	4	\$ 721.000,00	\$ 2.884.000	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D40AR7	Unidad	2	\$ 734.000,00	\$ 1.468.000	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D50AR7	Unidad	6	\$ 860.000,00	\$ 5.160.000	
				SUBTOTAL	\$ 13.132.550
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	90,00%	108888,8889	\$ 108.889	
Técnico electricista	50000	90,00%	55555,55556	\$ 55.556	
Asistente de técnico	25000	90,00%	27777,77778	\$ 27.778	
				SUBTOTAL	\$ 192.222
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	5000	100%	5000	\$ 5.000	
				SUBTOTAL	\$ 5.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	5000	100%	5000	\$ 5.000	
				SUBTOTAL	\$ 5.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	8000	75,00%	10666,66667	\$ 10.667	
				SUBTOTAL	\$ 10.667
TOTAL					\$ 13.345.439

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 7: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)				
7,04	Instalación de Canalizaciones y Cajas de Inspección para las Redes Eléctricas				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Caja de Inspección de Baja Tensión, de 0,6x0,6x0,82 m con tapa en concreto.	Unidad	14	\$ 45.800,00	\$ 641.200	
Tubería Conduit PVC 1/2"	Metros	4,7	\$ 633,33	\$ 2.977	
Tubería Conduit PVC 3/4"	Metros	181,2	\$ 833,33	\$ 150.999	
Tubería Conduit PVC 1"	Metros	579,54	\$ 1.133,33	\$ 656.810	
Tubería Conduit PVC 1 1/4"	Metros	740,97	\$ 1.816,67	\$ 1.346.098	
Tubería Conduit PVC 1 1/2"	Metros	12,57	\$ 2.088,89	\$ 26.257	
Conductor #14 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	9,4	\$ 1.309,00	\$ 12.305	
Conductor #14 AWG Cu TW, color azul	Metros	9,4	\$ 1.309,00	\$ 12.305	
Conductor #14 AWG Cu TW, color rojo	Metros	9,4	\$ 1.309,00	\$ 12.305	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	1518,47	\$ 3.925,00	\$ 5.959.995	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	236,36	\$ 3.925,00	\$ 927.713	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	236,36	\$ 3.925,00	\$ 927.713	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	236,36	\$ 3.925,00	\$ 927.713	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	592,11	\$ 6.047,00	\$ 3.580.489	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	592,11	\$ 6.047,00	\$ 3.580.489	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	592,11	\$ 6.047,00	\$ 3.580.489	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	753,54	\$ 9.322,00	\$ 7.024.500	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	753,54	\$ 9.322,00	\$ 7.024.500	
Conductor #4AWG Cu TW, color rojo	Metros	753,54	\$ 9.322,00	\$ 7.024.500	
				SUBTOTAL	\$ 43.419.356
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Obrero 1 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000	
Obrero 2 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000	
				SUBTOTAL	\$ 1.634.000
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	60000	100%	60000	\$ 60.000	
				SUBTOTAL	\$ 60.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	80000	50,00%	160000	\$ 160.000	
				SUBTOTAL	\$ 160.000
TOTAL					\$ 45.373.356

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 7: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)				
7,05	Instalación de Proyector y Redes Eléctricas para el Poste P1 desde la Caja de Inspección CI_SR5				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	33,2	\$ 2.709,00	\$ 89.939	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	63,25	\$ 9.322,00	\$ 589.617	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	63,25	\$ 9.322,00	\$ 589.617	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	63,25	\$ 9.322,00	\$ 589.617	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	9	\$ 362.700,00	\$ 3.264.300	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150	
Poste en Concreto 27 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 5.208.650,00	\$ 5.208.650	
				SUBTOTAL	\$ 32.373.026
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 34.523.693

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 7: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)				
7,06	Instalación de Proyector y Redes Eléctricas para el Poste P2 desde la Caja de Inspección CI_SR6				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	36,15	\$ 2.709,00	\$ 97.930	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	33	\$ 3.925,00	\$ 129.525	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	33	\$ 3.925,00	\$ 129.525	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	33	\$ 3.925,00	\$ 129.525	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	102,15	\$ 9.322,00	\$ 952.242	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	102,15	\$ 9.322,00	\$ 952.242	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	102,15	\$ 9.322,00	\$ 952.242	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B1	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	5	\$ 2.412.926,44	\$ 12.064.632	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	6	\$ 2.412.926,44	\$ 14.477.559	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	16	\$ 362.700,00	\$ 5.803.200	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	2	\$ 224.150,00	\$ 448.300	
Poste en Concreto 30 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 6.964.200,00	\$ 6.964.200	
				SUBTOTAL	\$ 55.266.555
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL				SUBTOTAL	\$ 57.417.222

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 7: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)				
7,07	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P3 desde la Caja de Inspección CI_SR13				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	31,1	\$ 2.709,00	\$ 84.250	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	91,5	\$ 6.047,00	\$ 553.301	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	91,5	\$ 6.047,00	\$ 553.301	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	91,5	\$ 6.047,00	\$ 553.301	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	30,2	\$ 9.322,00	\$ 281.524	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	30,2	\$ 9.322,00	\$ 281.524	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	30,2	\$ 9.322,00	\$ 281.524	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	13	\$ 362.700,00	\$ 4.715.100	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	2	\$ 100.800,00	\$ 201.600	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150	
Poste en Concreto 24 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 3.709.000,00	\$ 3.709.000	
				SUBTOTAL	\$ 42.806.618
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 44.957.285

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 7: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)				
7,08	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P4 desde la Caja de Inspección CI_SR10				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	36,05	\$ 2.709,00	\$ 97.659	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	82,05	\$ 6.047,00	\$ 496.156	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	82,05	\$ 6.047,00	\$ 496.156	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	82,05	\$ 6.047,00	\$ 496.156	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	30,65	\$ 9.322,00	\$ 285.719	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	30,65	\$ 9.322,00	\$ 285.719	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	30,65	\$ 9.322,00	\$ 285.719	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	5	\$ 2.412.926,44	\$ 12.064.632	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	16	\$ 362.700,00	\$ 5.803.200	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	2	\$ 224.150,00	\$ 448.300	
Poste en Concreto 21 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 2.402.200,00	\$ 2.402.200	
				SUBTOTAL	\$ 49.804.609
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 51.955.276

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 7: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)				
7,09	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P5 desde la Caja de Inspección CI_SR8				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	43,85	\$ 2.709,00	\$ 118.790	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	35,3	\$ 3.925,00	\$ 138.553	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	35,3	\$ 3.925,00	\$ 138.553	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	35,3	\$ 3.925,00	\$ 138.553	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	107,25	\$ 6.047,00	\$ 648.541	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	107,25	\$ 6.047,00	\$ 648.541	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	107,25	\$ 6.047,00	\$ 648.541	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	9	\$ 2.412.926,44	\$ 21.716.338	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	5	\$ 2.412.926,44	\$ 12.064.632	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	17	\$ 362.700,00	\$ 6.165.900	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	3	\$ 224.150,00	\$ 672.450	
Poste en Concreto 28 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 5.755.700,00	\$ 5.755.700	
				SUBTOTAL	\$ 56.093.869
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 58.244.536

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 7: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)				
7,1	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P6 desde la Caja de Inspección CI_SR1				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	39,35	\$ 2.709,00	\$ 106.599	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	31,25	\$ 3.925,00	\$ 122.656	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	31,25	\$ 3.925,00	\$ 122.656	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	31,25	\$ 3.925,00	\$ 122.656	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	92,85	\$ 9.322,00	\$ 865.548	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	92,85	\$ 9.322,00	\$ 865.548	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	92,85	\$ 9.322,00	\$ 865.548	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	6	\$ 2.412.926,44	\$ 14.477.559	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	18	\$ 362.700,00	\$ 6.528.600	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	3	\$ 224.150,00	\$ 672.450	
Poste en Concreto 26 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 4.608.250,00	\$ 4.608.250	
				SUBTOTAL	\$ 58.313.187
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 60.463.854

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 7: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)			
7,11	Mantenimiento Sistema de Iluminación			
1. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Técnico electricista	50000	60,00%	83333,33333	\$ 83.333
Asistente de técnico	25000	60,00%	41666,66667	\$ 41.667
				SUBTOTAL \$ 125.000
2. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	20000	100%	20000	\$ 20.000
				SUBTOTAL \$ 20.000
3. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	30000	100%	30000	\$ 30.000
				SUBTOTAL \$ 30.000
4. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	8000	75,00%	10666,66667	\$ 10.667
				SUBTOTAL \$ 10.667
TOTAL				\$ 185.667
TOTAL CAPITULO 7: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)				\$ 375.027.005

6.8 CAPÍTULO 8: CANCHAS SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)

CANCHAS SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA) - UIS BUCARAMANGA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 8: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)				
8,01	Acometida de Alimentación				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #4/0 AWG Cu THW, color amarillo	Metros	56,23	\$ 46.293,00	\$ 2.603.055	
Conductor #4/0 AWG Cu THW, color azul	Metros	56,23	\$ 46.293,00	\$ 2.603.055	
Conductor #4/0 AWG Cu THW, color rojo	Metros	56,23	\$ 46.293,00	\$ 2.603.055	
Conductor #4 AWG Cu THW, color verde	Metros	56,23	\$ 9.322,00	\$ 524.176	
Tubería PVC Conduit 2 1/2"	Metros	56,23	\$ 4.766,67	\$ 268.030	
				SUBTOTAL	\$ 8.601.372
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	35,00%	280000	\$ 280.000	
Técnico electricista	50000	35,00%	142857,1429	\$ 142.857	
Asistente de técnico	25000	35,00%	71428,57143	\$ 71.429	
				SUBTOTAL	\$ 494.286
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000	
				SUBTOTAL	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000	
				SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	30000	75,00%	40000	\$ 40.000	
				SUBTOTAL	\$ 40.000
TOTAL					\$ 9.185.658

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 8: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)			
8,02	Instalación de los Tableros de Distribución y Control			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Tablero Trifásico con Puerta, 30 circuitos, barraje 300 [A]	Unidad	1	\$ 361.500,00	\$ 361.500
Tablero para Control Schneider Electric	Unidad	1	\$ 83.200,00	\$ 83.200
Base y Cerramiento en Ladrillo, Incrustación y Protección Hermética del Tablero	Global	2	\$ 180.000,00	\$ 360.000
Botón Pulsador rasante verde NA (Marcha del Proceso) XB5AA31	Unidad	4	\$ 39.000,00	\$ 156.000
Botón Pulsador retorno por resorte rojo NC (Paro del Proceso) XB5AA42	Unidad	1	\$ 39.000,00	\$ 39.000
Switch selector con llave, 2 posiciones fijas, 1 NA, XB5AG21	Unidad	1	\$ 114.000,00	\$ 114.000
			SUBTOTAL	\$ 1.113.700
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	50,00%	196000	\$ 196.000
Técnico electricista	50000	50,00%	100000	\$ 100.000
Asistente de técnico	25000	50,00%	50000	\$ 50.000
Obrero 1 (Estructura Para Tablero)	25000	50,00%	50000	\$ 50.000
Obrero 2 (Estructura Para Tablero)	25000	50,00%	50000	\$ 50.000
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000
			SUBTOTAL	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000
			SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	50000	75,00%	66666,66667	\$ 66.667
			SUBTOTAL	\$ 66.667
TOTAL				\$ 1.230.367

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 8: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)				
8,03	Instalación de Protecciones, DPS y Contactores				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
DPS CLAMPER Clase B 460 V a 60 kA, Tres Hilos	Unidad	1	\$ 2.600.000,00	\$ 2.600.000	
Breaker Tripolar Enchufable 3x50 [A]	Unidad	5	\$ 40.550,00	\$ 202.750	
Breaker Tripolar Enchufable 3x40 [A]	Unidad	3	\$ 40.550,00	\$ 121.650	
Breaker Tripolar Enchufable 3x30 [A]	Unidad	1	\$ 38.800,00	\$ 38.800	
Breaker Tripolar Enchufable 3x15 [A]	Unidad	1	\$ 38.800,00	\$ 38.800	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D18F7	Unidad	1	\$ 303.000,00	\$ 303.000	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D32F7	Unidad	1	\$ 617.000,00	\$ 617.000	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D38F7	Unidad	3	\$ 721.000,00	\$ 2.163.000	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D40AF7	Unidad	1	\$ 734.000,00	\$ 734.000	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D50AF7	Unidad	8	\$ 860.000,00	\$ 6.880.000	
				SUBTOTAL	\$ 13.699.000
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	90,00%	108888,8889	\$ 108.889	
Técnico electricista	50000	90,00%	55555,55556	\$ 55.556	
Asistente de técnico	25000	90,00%	27777,77778	\$ 27.778	
				SUBTOTAL	\$ 192.222
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	5000	100%	5000	\$ 5.000	
				SUBTOTAL	\$ 5.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	5000	100%	5000	\$ 5.000	
				SUBTOTAL	\$ 5.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	8000	75,00%	10666,66667	\$ 10.667	
				SUBTOTAL	\$ 10.667
TOTAL					\$ 13.911.889

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 8: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)				
8,04	Instalación de Canalizaciones y Cajas de Inspección para las Redes Eléctricas				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Caja de Inspección de Baja Tensión, de 0,6x0,6x0,82 m con tapa en concreto.	Unidad	13	\$ 45.800,00	\$ 595.400	
Tubería Conduit PVC 1/2"	Metros	4,7	\$ 633,33	\$ 2.977	
Tubería Conduit PVC 3/4"	Metros	166,89	\$ 833,33	\$ 139.074	
Tubería Conduit PVC 1"	Metros	172,33	\$ 1.133,33	\$ 195.307	
Tubería Conduit PVC 1 1/4"	Metros	250,55	\$ 1.816,67	\$ 455.167	
Tubería Conduit PVC 1 1/2"	Metros	240,49	\$ 2.433,33	\$ 585.192	
Conductor #14 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	119,61	\$ 1.309,00	\$ 156.569	
Conductor #14 AWG Cu TW, color azul	Metros	119,61	\$ 1.309,00	\$ 156.569	
Conductor #14 AWG Cu TW, color rojo	Metros	119,61	\$ 1.309,00	\$ 156.569	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	1238,65	\$ 3.925,00	\$ 4.861.701	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	172,15	\$ 3.925,00	\$ 675.689	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	172,15	\$ 3.925,00	\$ 675.689	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	172,15	\$ 3.925,00	\$ 675.689	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	470,83	\$ 6.047,00	\$ 2.847.109	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	470,83	\$ 6.047,00	\$ 2.847.109	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	470,83	\$ 6.047,00	\$ 2.847.109	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	841,42	\$ 9.322,00	\$ 7.843.717	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	841,42	\$ 9.322,00	\$ 7.843.717	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	841,42	\$ 9.322,00	\$ 7.843.717	
				SUBTOTAL	\$ 41.404.071
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Obrero 1 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000	
Obrero 2 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000	
				SUBTOTAL	\$ 1.634.000
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	60000	100%	60000	\$ 60.000	
				SUBTOTAL	\$ 60.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	80000	50,00%	160000	\$ 160.000	
				SUBTOTAL	\$ 160.000
TOTAL					\$ 43.358.071

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 8: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)				
8,05	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P1 desde la Caja de Inspección CI_SR10				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	31,55	\$ 2.709,00	\$ 85.469	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	28,4	\$ 3.925,00	\$ 111.470	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	28,4	\$ 6.047,00	\$ 171.735	
Conductor #6 AWG Cu TW, color verde	Metros	28,4	\$ 6.047,00	\$ 171.735	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	29,75	\$ 6.047,00	\$ 179.898	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	29,75	\$ 9.322,00	\$ 277.330	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	29,75	\$ 9.322,00	\$ 277.330	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	5	\$ 2.412.926,44	\$ 12.064.632	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	11	\$ 362.700,00	\$ 3.989.700	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	3	\$ 100.800,00	\$ 302.400	
Poste en Concreto 21 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 2.402.200,00	\$ 2.402.200	
				SUBTOTAL	\$ 34.511.457
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 36.662.123

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 8: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)				
8,06	Instalación de Projectores y Redes Eléctricas para el Poste P2 desde la Caja de Inspección CI_SR8				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	31,55	\$ 2.709,00	\$ 85.469	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	27,95	\$ 3.925,00	\$ 109.704	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	27,95	\$ 6.047,00	\$ 169.014	
Conductor #6 AWG Cu TW, color verde	Metros	27,95	\$ 6.047,00	\$ 169.014	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	28,4	\$ 6.047,00	\$ 171.735	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	28,4	\$ 9.322,00	\$ 264.745	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	28,4	\$ 9.322,00	\$ 264.745	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	10	\$ 362.700,00	\$ 3.627.000	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	3	\$ 100.800,00	\$ 302.400	
Poste en Concreto 21 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 2.402.200,00	\$ 2.402.200	
				SUBTOTAL	\$ 31.695.289
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 33.845.955

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 8: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)				
8,07	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P3 desde la Caja de Inspección CI_SR1				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	36,15	\$ 2.709,00	\$ 97.930	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	28,5	\$ 3.925,00	\$ 111.863	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	28,5	\$ 3.925,00	\$ 111.863	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	28,5	\$ 3.925,00	\$ 111.863	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	90	\$ 9.322,00	\$ 838.980	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	90	\$ 9.322,00	\$ 838.980	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	90	\$ 9.322,00	\$ 838.980	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	16	\$ 362.700,00	\$ 5.803.200	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	4	\$ 100.800,00	\$ 403.200	
Poste en Concreto 25 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 4.188.900,00	\$ 4.188.900	
				SUBTOTAL	\$ 51.952.581
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 54.103.248

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 8: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)				
8,08	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P4 desde la Caja de Inspección CI_SR4				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #14 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	28,15	\$ 1.309,00	\$ 36.848	
Conductor #14 AWG Cu TW, color azul	Metros	28,15	\$ 1.309,00	\$ 36.848	
Conductor #14 AWG Cu TW, color rojo	Metros	28,15	\$ 1.309,00	\$ 36.848	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	33,55	\$ 2.709,00	\$ 90.887	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	30,85	\$ 6.047,00	\$ 186.550	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	30,85	\$ 6.047,00	\$ 186.550	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	30,85	\$ 6.047,00	\$ 186.550	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	30,85	\$ 6.047,00	\$ 186.550	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	30,85	\$ 6.047,00	\$ 186.550	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	30,85	\$ 6.047,00	\$ 186.550	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	12	\$ 362.700,00	\$ 4.352.400	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	3	\$ 100.800,00	\$ 302.400	
Poste en Concreto 26 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 4.608.250,00	\$ 4.608.250	
				SUBTOTAL	\$ 39.538.899
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL				SUBTOTAL	\$ 41.689.566

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 8: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)				
8,09	Instalación de Proyectores y Redes Eléctricas para el Poste P5 desde la Caja de Inspección CI_SR6				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	30,45	\$ 2.709,00	\$ 82.489	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	26,4	\$ 6.047,00	\$ 159.641	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	26,4	\$ 6.047,00	\$ 159.641	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	26,4	\$ 6.047,00	\$ 159.641	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	53,25	\$ 6.047,00	\$ 322.003	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	53,25	\$ 6.047,00	\$ 322.003	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	53,25	\$ 6.047,00	\$ 322.003	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	9	\$ 2.412.926,44	\$ 21.716.338	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	5	\$ 2.412.926,44	\$ 12.064.632	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	18	\$ 362.700,00	\$ 6.528.600	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	3	\$ 100.800,00	\$ 302.400	
Poste en Concreto 22 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 2.820.200,00	\$ 2.820.200	
				SUBTOTAL	\$ 54.611.296
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 56.761.962

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Item 8: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)				
8,1	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P6 desde la Caja de Inspección CI_SR12				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	37,25	\$ 2.709,00	\$ 100.910	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	29,6	\$ 3.925,00	\$ 116.180	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	29,6	\$ 3.925,00	\$ 116.180	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	29,6	\$ 3.925,00	\$ 116.180	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	33,65	\$ 6.047,00	\$ 203.482	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	33,65	\$ 6.047,00	\$ 203.482	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	33,65	\$ 6.047,00	\$ 203.482	
Conductor #4 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	65,5	\$ 9.322,00	\$ 610.591	
Conductor #4 AWG Cu TW, color azul	Metros	65,5	\$ 9.322,00	\$ 610.591	
Conductor #4 AWG Cu TW, color rojo	Metros	65,5	\$ 9.322,00	\$ 610.591	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B3	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	5	\$ 2.412.926,44	\$ 12.064.632	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	4	\$ 2.412.926,44	\$ 9.651.706	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	16	\$ 362.700,00	\$ 5.803.200	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	4	\$ 100.800,00	\$ 403.200	
Poste en Concreto 24 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 3.709.000,00	\$ 3.709.000	
				SUBTOTAL	\$ 51.413.891
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL				SUBTOTAL	\$ 53.564.558

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 8: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)			
8,11	Mantenimiento Sistema de Iluminación			
1. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Técnico electricista	50000	60,00%	83333,33333	\$ 83.333
Asistente de técnico	25000	60,00%	41666,66667	\$ 41.667
				SUBTOTAL \$ 125.000
2. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	20000	100%	20000	\$ 20.000
				SUBTOTAL \$ 20.000
3. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	30000	100%	30000	\$ 30.000
				SUBTOTAL \$ 30.000
4. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	8000	75,00%	10666,66667	\$ 10.667
				SUBTOTAL \$ 10.667
TOTAL				\$ 185.667

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 8: T.D_SR, Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)			
8,12	Reubicación de los Postes en H de la Cancha Rugby			
1. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667
Obrero 1 (Apertura Hueco para Postes)	25000	75,00%	33333,33333	\$ 33.333
Obrero 2 (Apertura Hueco para Postes)	25000	75,00%	33333,33333	\$ 33.333
				SUBTOTAL \$ 133.333
2. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000
				SUBTOTAL \$ 350.000
3. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	50000	100%	50000	\$ 50.000
				SUBTOTAL \$ 50.000
4. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	12000	75,00%	16000	\$ 16.000
				SUBTOTAL \$ 16.000
TOTAL				\$ 549.333

TOTAL CAPITULO 7: T.D_C.F., Iluminación y Redes Eléctricas SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)	\$ 345.048.396
----------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------

6.9 CAPÍTULO 9: CANCHA SUR

CANCHA SUR RUTA 1 - UIS BUCARAMANGA					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 9: T.D_CS, Iluminación y Redes Eléctricas CANCHA SUR				
9,01	Acometida de Alimentación				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #1/0 AWG Cu THW, color amarillo	Metros	94,87	\$ 23.629,00	\$ 2.241.683	
Conductor #1/0 AWG Cu THW, color azul	Metros	94,87	\$ 23.629,00	\$ 2.241.683	
Conductor #1/0 AWG Cu THW, color rojo	Metros	94,87	\$ 23.629,00	\$ 2.241.683	
Conductor #6 AWG Cu THW, color verde	Metros	94,87	\$ 6.047,00	\$ 573.679	
Tubería PVC Conduit 2"	Metros	94,87	\$ 2.700,00	\$ 256.149	
				SUBTOTAL	\$ 7.554.878
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	35,00%	280000	\$ 280.000	
Técnico electricista	50000	35,00%	142857,1429	\$ 142.857	
Asistente de técnico	25000	35,00%	71428,57143	\$ 71.429	
				SUBTOTAL	\$ 494.286
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000	
				SUBTOTAL	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000	
				SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	30000	75,00%	40000	\$ 40.000	
				SUBTOTAL	\$ 40.000
TOTAL					\$ 8.139.163

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 9: T.D_CS, Iluminación y Redes Eléctricas CANCHA SUR			
9,02	Instalación de Cajas de inspección			
1. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor parcial (\$)
Caja de Inspección de Baja Tensión, de 0,6x0, 6x0, 82 m con tapa en concreto.	Unidad	1	\$ 45.800,00	\$ 45.800
				SUBTOTAL \$ 45.800
2. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Ing. Electricista	98000	25,00%	392000	\$ 392.000
Técnico electricista	50000	25,00%	200000	\$ 200.000
Asistente de técnico	25000	25,00%	100000	\$ 100.000
Obrero 1 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000
Obrero 2 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000
				SUBTOTAL \$ 942.000
3. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	50000	100%	50000	\$ 50.000
				SUBTOTAL \$ 50.000
4. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000
				SUBTOTAL \$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	50000	75,00%	66666,66667	\$ 66.667
				SUBTOTAL \$ 66.667
TOTAL				\$ 1.204.467

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 9: T.D_CS, Iluminación y Redes Eléctricas CANCHA SUR				
9,03	Instalación de los Tableros de Distribución y Control				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Tablero Trifásico con Puerta, 30 circuitos, barraje 225 [A]	Unidad	1	\$ 306.600,00	\$ 306.600	
Tablero para Control Schneider Electric	Unidad	1	\$ 83.200,00	\$ 83.200	
Base y Cerramiento en Ladrillo, Incrustación y Protección Hermética del Tablero	Global	2	\$ 180.000,00	\$ 360.000	
Botón Pulsador rasante verde NA (Marcha del Proceso) XB5AA31	Unidad	2	\$ 39.000,00	\$ 78.000	
Botón Pulsador retorno por resorte rojo NC (Paro del Proceso) XB5AA42	Unidad	1	\$ 39.000,00	\$ 39.000	
Switch selector con llave, 2 posiciones fijas, 1 NA, XB5AG21	Unidad	1	\$ 114.000,00	\$ 114.000	
				SUBTOTAL	\$ 980.800
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	50,00%	196000	\$ 196.000	
Técnico electricista	50000	50,00%	100000	\$ 100.000	
Asistente de técnico	25000	50,00%	50000	\$ 50.000	
Obrero 1 (Estructura Para Tablero)	25000	50,00%	50000	\$ 50.000	
Obrero 2 (Estructura Para Tablero)	25000	50,00%	50000	\$ 50.000	
				SUBTOTAL	\$ 446.000
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	30000	100%	30000	\$ 30.000	
				SUBTOTAL	\$ 30.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	20000	100%	20000	\$ 20.000	
				SUBTOTAL	\$ 20.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	50000	75,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 66.667
TOTAL					\$ 1.543.467

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 9: T.D_CS, Iluminación y Redes Eléctricas CANCHA SUR				
9,04	Instalación de Protecciones, DPS y Contactores				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
DPS CLAMPER Clase B 460 V a 60 kA, Tres Hilos	Unidad	1	\$ 2.600.000,00	\$ 2.600.000	
Breaker Tripolar Enchufable 3x50 [A]	Unidad	2	\$ 40.550,00	\$ 81.100	
Breaker Tripolar Enchufable 3x40 [A]	Unidad	1	\$ 40.550,00	\$ 40.550	
Breaker Tripolar Enchufable 3x30 [A]	Unidad	1	\$ 38.800,00	\$ 38.800	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D38F7	Unidad	2	\$ 721.000,00	\$ 1.442.000	
Contactador Tripolar TESYS Serie D LC1D50AF7	Unidad	4	\$ 860.000,00	\$ 3.440.000	
				SUBTOTAL	\$ 7.642.450
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	90,00%	108888,8889	\$ 108.889	
Técnico electricista	50000	90,00%	55555,55556	\$ 55.556	
Asistente de técnico	25000	90,00%	27777,77778	\$ 27.778	
				SUBTOTAL	\$ 192.222
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	5000	100%	5000	\$ 5.000	
				SUBTOTAL	\$ 5.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	5000	100%	5000	\$ 5.000	
				SUBTOTAL	\$ 5.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	8000	75,00%	10666,66667	\$ 10.667	
				SUBTOTAL	\$ 10.667
TOTAL					\$ 7.855.339

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 9: T.D_CS, Iluminación y Redes Eléctricas CANCHA SUR				
9,05	Instalación de Canalizaciones y Cajas de Inspección para las Redes Eléctricas				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Caja de Inspección de Baja Tensión, de 0,6x0, 6x0, 82 m con tapa en concreto.	Unidad	9	\$ 45.800,00	\$ 412.200	
Tubería Conduit PVC 1/2"	Metros	4,7	\$ 633,33	\$ 2.977	
Tubería Conduit PVC 3/4"	Metros	237,58	\$ 833,33	\$ 197.983	
Tubería Conduit PVC 1"	Metros	237,58	\$ 1.133,33	\$ 269.257	
Conductor #14 AWG Cu TW, color azul	Metros	9,4	\$ 1.309,00	\$ 12.305	
Conductor #14 AWG Cu TW, color rojo	Metros	9,4	\$ 1.309,00	\$ 12.305	
Conductor #10 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	90,23	\$ 2.709,00	\$ 244.433	
Conductor #10 AWG Cu TW, color azul	Metros	90,23	\$ 2.709,00	\$ 244.433	
Conductor #10 AWG Cu TW, color rojo	Metros	90,23	\$ 2.709,00	\$ 244.433	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	475,16	\$ 3.925,00	\$ 1.865.003	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	147,35	\$ 3.925,00	\$ 578.349	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	147,35	\$ 3.925,00	\$ 578.349	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	147,35	\$ 3.925,00	\$ 578.349	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	237,58	\$ 6.047,00	\$ 1.436.646	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	237,58	\$ 6.047,00	\$ 1.436.646	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	237,58	\$ 6.047,00	\$ 1.436.646	
				SUBTOTAL	\$ 9.550.312
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Obrero 1 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000	
Obrero 2 (Apertura Canalización)	25000	20,00%	125000	\$ 125.000	
				SUBTOTAL	\$ 1.634.000
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Varios	60000	100%	60000	\$ 60.000	
				SUBTOTAL	\$ 60.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	80000	50,00%	160000	\$ 160.000	
				SUBTOTAL	\$ 160.000
TOTAL					\$ 11.504.312

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 9: T.D_CS, Iluminación y Redes Eléctricas CANCHA SUR				
9,06	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P1 desde la Caja de Inspección CI_P1				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	31,95	\$ 2.709,00	\$ 86.553	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	30,15	\$ 3.925,00	\$ 118.339	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	30,15	\$ 3.925,00	\$ 118.339	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	30,15	\$ 3.925,00	\$ 118.339	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	30,15	\$ 6.047,00	\$ 182.317	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	30,15	\$ 6.047,00	\$ 182.317	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	30,15	\$ 6.047,00	\$ 182.317	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	10	\$ 362.700,00	\$ 3.627.000	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150	
Poste en Concreto 25 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 4.188.900,00	\$ 4.188.900	
				SUBTOTAL	\$ 33.258.634
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 35.409.301

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 9: T.D_CS, Iluminación y Redes Eléctricas CANCHA SUR				
9,07	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P2 desde la Caja de Inspección CI_P2				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	29,25	\$ 2.709,00	\$ 79.238	
Conductor #10 AWG Cu TW, color azul	Metros	29,25	\$ 2.709,00	\$ 79.238	
Conductor #10 AWG Cu TW, color rojo	Metros	29,25	\$ 2.709,00	\$ 79.238	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	31,95	\$ 2.709,00	\$ 86.553	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	30,15	\$ 6.047,00	\$ 182.317	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	30,15	\$ 6.047,00	\$ 182.317	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	30,15	\$ 6.047,00	\$ 182.317	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	10	\$ 362.700,00	\$ 3.627.000	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150	
Poste en Concreto 25 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 4.188.900,00	\$ 4.188.900	
				SUBTOTAL	\$ 33.141.333
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 35.292.000

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 9: T.D_CS, Iluminación y Redes Eléctricas CANCHA SUR				
9,08	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P3 desde la Caja de Inspección CI_P3				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	29,7	\$ 2.709,00	\$ 80.457	
Conductor #10 AWG Cu TW, color azul	Metros	29,7	\$ 2.709,00	\$ 80.457	
Conductor #10 AWG Cu TW, color rojo	Metros	29,7	\$ 2.709,00	\$ 80.457	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	31,95	\$ 2.709,00	\$ 86.553	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	30,15	\$ 6.047,00	\$ 182.317	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	30,15	\$ 6.047,00	\$ 182.317	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	30,15	\$ 6.047,00	\$ 182.317	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	10	\$ 362.700,00	\$ 3.627.000	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150	
Poste en Concreto 25 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 4.188.900,00	\$ 4.188.900	
				SUBTOTAL	\$ 33.144.990
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 35.295.657

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN	Ítem 9: T.D_CS, Iluminación y Redes Eléctricas CANCHA SUR				
9,09	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P4 desde la Caja de Inspección CI_P4				
1. MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Conductor #10 AWG Cu TW, color verde	Metros	31,95	\$ 2.709,00	\$ 86.553	
Conductor #8 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	29,25	\$ 3.925,00	\$ 114.806	
Conductor #8 AWG Cu TW, color azul	Metros	29,25	\$ 3.925,00	\$ 114.806	
Conductor #8 AWG Cu TW, color rojo	Metros	29,25	\$ 3.925,00	\$ 114.806	
Conductor #6 AWG Cu TW, color amarillo	Metros	30,15	\$ 6.047,00	\$ 182.317	
Conductor #6 AWG Cu TW, color azul	Metros	30,15	\$ 6.047,00	\$ 182.317	
Conductor #6 AWG Cu TW, color rojo	Metros	30,15	\$ 6.047,00	\$ 182.317	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B2	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B4	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B5	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B6	Unidad	3	\$ 2.412.926,44	\$ 7.238.779	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B7	Unidad	1	\$ 2.412.926,44	\$ 2.412.926	
Proyector Arena Visión MVF 404 MHN-SE B8	Unidad	2	\$ 2.412.926,44	\$ 4.825.853	
Balasto y Arrancador 2000W MH	Unidad	10	\$ 362.700,00	\$ 3.627.000	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 3 [m]	Unidad	1	\$ 100.800,00	\$ 100.800	
Reglaje ó Cruceta de 3 x 1/4 x 6 [m]	Unidad	1	\$ 224.150,00	\$ 224.150	
Poste en Concreto 25 [m], 1050 [kg-f]	Unidad	1	\$ 4.188.900,00	\$ 4.188.900	
				SUBTOTAL	\$ 33.248.037
2. MANO DE OBRA					
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)	
Ing. Electricista	98000	12,50%	784000	\$ 784.000	
Técnico electricista	50000	12,50%	400000	\$ 400.000	
Asistente de técnico	25000	12,50%	200000	\$ 200.000	
Operario Grúa	40000	60,00%	66666,66667	\$ 66.667	
				SUBTOTAL	\$ 1.450.667
3. ACCESORIOS					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Alquiler Grúa para Instalación del Poste	250000	100%	250000	\$ 250.000	
Varios	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 350.000
4. HERRAMIENTA MENOR					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Herramienta menor	100000	100%	100000	\$ 100.000	
				SUBTOTAL	\$ 100.000
5. TRANSPORTE DE MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)	
Transporte	250000	100,00%	250000	\$ 250.000	
				SUBTOTAL	\$ 250.000
TOTAL					\$ 35.398.704

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 9: T.D_CS, Iluminación y Redes Eléctricas CANCHA SUR			
9,1	Mantenimiento Sistema de Iluminación			
1. MANO DE OBRA				
Trabajador	Valor día	Rendimiento	Vjornal (\$)	Valor Parcial (\$)
Técnico electricista	50000	60,00%	83333,33333	\$ 83.333
Asistente de técnico	25000	60,00%	41666,66667	\$ 41.667
			SUBTOTAL	\$ 125.000
2. ACCESORIOS				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Varios	20000	100%	20000	\$ 20.000
			SUBTOTAL	\$ 20.000
3. HERRAMIENTA MENOR				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Herramienta menor	30000	100%	30000	\$ 30.000
			SUBTOTAL	\$ 30.000
4. TRANSPORTE DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	Tarifa	Rendimiento	Vunitario (\$)	Valor Parcial (\$)
Transporte	8000	75,00%	10666,66667	\$ 10.667
			SUBTOTAL	\$ 10.667
TOTAL				\$ 185.667
TOTAL CAPITULO 9: T.D_CS, Iluminación y Redes Eléctricas CANCHA SUR				\$ 171.828.075

6.10 RESUMEN DE LOS CAPÍTULOS DEL PRESUPUESTO

CANTIDAD DE OBRA Y PRESUPUESTO PARA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS Y DE ILUMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES CAMPOS DEPORTIVOS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER UIS - SEDE PRINCIPAL		
ITEM	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	SUBESTACIÓN PARA LA CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA - UIS BUCARAMANGA	
1.01	Construcción del Cuarto de la SE para el TRAF0 de 225 [kVA]	\$ 12.109.265
1.02	Instalación del Transformador y Acometida al T.D.G.	\$ 37.961.148
1.03	Instalación de Protecciones y Acometidas de MT	\$ 28.483.195
1.04	Instalación de Medidores de Energía y Transformador de Corriente	\$ 1.018.930
1.05	Instalación de Iluminación en los Cuartos de la Subestación	\$ 2.357.387
1.06	Instalación de Toma-Corrientes en los Cuartos de la Subestación	\$ 594.900
1.06	Instalación del Sistema de Puesta a Tierra	\$ 6.894.456
1-T	TOTAL CAPÍTULO 1	\$ 89.419.281
2	TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS DE LA S.E. PARA EL CAMPO 1° DE MARZO - UIS BUCARAMANGA	
2.01	Instalación del Tablero de 12 Puestos	\$ 729.149
2.02	Instalación de Protecciones y DPS	\$ 4.621.567
2-T	TOTAL CAPÍTULO 2	\$ 5.350.716
3	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III - UIS BUCARAMANGA	
3.01	Acometida de Alimentación	\$ 15.047.972
3.02	Instalación de Cajas de inspección	\$ 1.250.267
3.03	Instalación de los Tableros de Distribución y Control	\$ 1.802.567
3.04	Instalación de Protecciones, DPS y Contactores	\$ 14.551.489
3.05	Instalación de Canalizaciones y Cajas de Inspección para las Redes Eléctricas	\$ 51.940.260
3.06	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P1 desde la Caja de Inspección CI_F2	\$ 52.254.491
3.07	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P2 desde la Caja de Inspección CI_F5	\$ 53.641.158
3.08	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P3 desde la Caja de Inspección CI_F11	\$ 53.595.783
3.09	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P4 desde la Caja de Inspección CI_F14	\$ 55.787.197
3.10	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P5 desde la Caja de Inspección CI_FP2	\$ 33.770.893
3.11	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P6 desde la Caja de Inspección CI_F9	\$ 33.732.227
3.12	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P7 desde la Caja de Inspección CI_F7	\$ 33.762.419
3.13	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P8 desde la Caja de Inspección CI_F8	\$ 33.960.521
3.14	Mantenimiento Sistema de Iluminación	\$ 185.667
3-T	TOTAL CAPÍTULO 3	\$ 435.282.911

4 ILLUMINATION AND ELECTRICAL NETWORKS CANCHA 1° DE MARZO AND ATHLETIC TRACK CLASS II - UIS BUCARAMANGA		
4.01	Acometida de Alimentación	\$ 7.868.422
4.02	Instalación de Cajas de inspección	\$ 1.250.267
4.03	Instalación de los Tableros de Distribución y Control	\$ 1.802.567
4.04	Instalación de Protecciones, DPS y Contactores	\$ 9.453.489
4.05	Instalación de Canalizaciones y Cajas de Inspección para las Redes Eléctricas	\$ 46.063.875
4.06	Instalación de Proyector y Redes Eléctricas para el Poste P1 desde la Caja de Inspección CI_F2	\$ 47.854.479
4.07	Instalación de Proyector y Redes Eléctricas para el Poste P2 desde la Caja de Inspección CI_F5	\$ 49.300.933
4.08	Instalación de Proyector y Redes Eléctricas para el Poste P3 desde la Caja de Inspección CI_F11	\$ 48.950.565
4.09	Instalación de Proyector y Redes Eléctricas para el Poste P4 desde la Caja de Inspección CI_F14	\$ 48.936.066
4.10	Instalación de Proyector y Redes Eléctricas para el Poste P5 desde la Caja de Inspección CI_FP2	\$ 49.321.777
4.11	Instalación de Proyector y Redes Eléctricas para el Poste P6 desde la Caja de Inspección CI_F9	\$ 44.834.264
4.12	Mantenimiento Sistema de Iluminación	\$ 185.667
4-T	TOTAL CAPÍTULO 4	\$ 355.822.371
5 INSTALACIÓN DEL TRANSFORMADOR EN LA S.E. DEL COLISEO PARA LAS CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY - UIS BUCARAMANGA		
5.01	Instalación del Transformador y Acometida al T.D.G. (SECUNDARIO)	\$ 17.022.052
5.02	Instalación de Protecciones y Acometidas del PRIMARIO	\$ 7.169.607
5-T	TOTAL CAPÍTULO 5	\$ 24.191.659
6 TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY (ORIGINAL) - UIS BUCARAMANGA		
6.01	Instalación del Tablero de 12 Puestos	\$ 729.149
6.02	Instalación de Protecciones y DPS	\$ 3.661.167
6-T	TOTAL CAPÍTULO 6	\$ 4.390.316
6.A TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY (CORRIDA) - UIS BUCARAMANGA		
6.04	Instalación del Tablero de 12 Puestos	\$ 729.149
6.05	Instalación de Protecciones y DPS	\$ 3.661.167
6.A-T	TOTAL CAPÍTULO 6.A	\$ 4.390.316
7 ILLUMINATION AND ELECTRICAL NETWORKS CANCHAS SOFTBALL AND RUGBY (ORIGINAL) - UIS BUCARAMANGA		
7.01	Acometida de Alimentación	\$ 7.330.311
7.02	Instalación de los Tableros de Distribución y Control	\$ 1.230.367
7.03	Instalación de Protecciones, DPS y Contactores	\$ 13.345.439
7.04	Instalación de Canalizaciones y Cajas de Inspección para las Redes Eléctricas	\$ 45.373.356
7.05	Instalación de Proyector y Redes Eléctricas para el Poste P1 desde la Caja de Inspección CI_SR5	\$ 34.523.693

7.06	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P2 desde la Caja de Inspección CI_SR6	\$ 57.417.222
7.07	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P3 desde la Caja de Inspección CI_SR13	\$ 44.957.285
7.08	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P4 desde la Caja de Inspección CI_SR10	\$ 51.955.276
7.09	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P5 desde la Caja de Inspección CI_SR8	\$ 58.244.536
7.10	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P6 desde la Caja de Inspección CI_SR1	\$ 60.463.854
7.11	Mantenimiento Sistema de Iluminación	\$ 185.667
7-T	TOTAL CAPÍTULO 7	\$ 375.027.006
8	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHAS SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA) - UIS BUCARAMANGA	
8.01	Acometida de Alimentación	\$ 9.185.658
8.02	Instalación de los Tableros de Distribución y Control	\$ 1.230.367
8.03	Instalación de Protecciones, DPS y Contactores	\$ 13.911.889
8.04	Instalación de Canalizaciones y Cajas de Inspección para las Redes Eléctricas	\$ 43.358.071
8.05	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P1 desde la Caja de Inspección CI_SR10	\$ 36.662.123
8.06	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P2 desde la Caja de Inspección CI_SR8	\$ 33.845.955
8.07	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P3 desde la Caja de Inspección CI_SR1	\$ 54.103.248
8.08	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P4 desde la Caja de Inspección CI_SR4	\$ 41.689.566
8.09	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P5 desde la Caja de Inspección CI_SR6	\$ 56.761.962
8.10	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P6 desde la Caja de Inspección CI_SR12	\$ 53.564.558
8.11	Mantenimiento Sistema de Iluminación	\$ 185.667
8.12	Reubicación de los Postes en H de la Cancha Rugby	\$ 549.333
8-T	SUBTOTAL TOTAL CAPÍTULO 8	\$ 345.048.397
9	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHA SUR - UIS BUCARAMANGA	
9.01	Acometida de Alimentación	\$ 8.139.163
9.02	Instalación de Cajas de inspección	\$ 1.204.467
9.03	Instalación de los Tableros de Distribución y Control	\$ 1.543.467
9.04	Instalación de Protecciones, DPS y Contactores	\$ 7.855.339
9.05	Instalación de Canalizaciones y Cajas de Inspección para las Redes Eléctricas	\$ 11.504.312
9.06	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P1 desde la Caja de Inspección CI_P1	\$ 35.409.301
9.07	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P2 desde la Caja de Inspección CI_P2	\$ 35.292.000
9.08	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P3 desde la Caja de Inspección CI_P3	\$ 35.295.657
9.09	Instalación de Proyectoros y Redes Eléctricas para el Poste P4 desde la Caja de Inspección CI_P4	\$ 35.398.704
9.10	Mantenimiento Sistema de Iluminación	\$ 185.667
9-T	TOTAL CAPÍTULO 9	\$ 171.828.077

6.11 COSTOS TOTALES DE EJECUCIÓN

Las opciones de ejecución que tiene la universidad son 4:

- **Opción 1:**
 - ✓ Campo deportivo 1° de MARZO CLASE III (Cancha de Fútbol y Pista Atlética).
 - ✓ Canchas de Softball y Rugby (Original).
 - ✓ Cancha Sur.

- **Opción 2:**
 - ✓ Campo deportivo 1° de MARZO CLASE III (Cancha de Fútbol y Pista Atlética).
 - ✓ Canchas de Softball y Rugby (Corrida).
 - ✓ Cancha Sur.

- **Opción 3:**
 - ✓ Campo deportivo 1° de MARZO CLASE II (Cancha de Fútbol y Pista Atlética).
 - ✓ Canchas de Softball y Rugby (Original).
 - ✓ Cancha Sur.

- **Opción 4:**
 - ✓ Campo deportivo 1° de MARZO CLASE II (Cancha de Fútbol y Pista Atlética).
 - ✓ Canchas de Softball y Rugby (Corrida).
 - ✓ Cancha Sur.

Teniendo claro que las opciones son las anteriores, para cada una de ellas tendremos:

6.11.1 OPCIÓN 1: CAMPOS SUR, 1° DE MARZO CLASE III Y SOFTBALL - RUGBY (ORIGINAL).

1	OPCIÓN 1: CAMPO 1° DE MARZO CLASE III, CANCHA SUR Y SOFTBALL - RUGBY (ORIGINAL)	
1.01	SUBESTACIÓN PARA LA CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA	\$ 88.419.281
1.02	TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS: CAMPO 1° DE MARZO E ILUMINACIÓN DE LA S.E.	\$ 5.350.716
1.03	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III	\$ 435.282.911
1.04	INSTALACIÓN DEL TRANSFORMADOR EN LA S.E. DEL COLISEO PARA LAS CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY	\$ 24.191.659
1.05	TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY (ORIGINAL)	\$ 4.390.316
1.06	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHAS SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)	\$ 375.027.006
1.07	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHA SUR	\$ 171.828.077
1-T	TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 1.104.489.966
COSTOS INDIRECTOS		
	ADMINISTRACIÓN 10%	\$ 110.448.997
	IMPREVISTOS 5%	\$ 55.224.498
	UTILIDADES 8%	\$ 88.359.197
	RETENCIÓN EN LA FUENTE 6%	\$ 66.269.398
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	\$ 320.302.090
	TOTAL OPCIÓN 1	\$ 1.424.792.056

6.11.2 OPCIÓN 2: CAMPOS SUR, 1° DE MARZO CLASE III Y SOFTBALL - RUGBY (CORRIDA)

2 OPCIÓN 2: CAMPO 1° DE MARZO CLASEIII, CANCHA SUR Y SOFTBALL - RUGBY (CORRIDA)		
2.01	SUBESTACIÓN PARA LA CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA	\$ 88.419.281
2.02	TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS: CAMPO 1° DE MARZO E ILUMINACIÓN DE LA S.E.	\$ 5.350.716
2.03	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III	\$ 435.282.911
2.04	INSTALACIÓN DEL TRANSFORMADOR EN LA S.E. DEL COLISEO PARA LAS CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY	\$ 24.191.659
2.05	TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY (CORRIDA)	\$ 4.390.316
2.06	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHAS SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)	\$ 345.048.397
2.07	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHA SUR	\$ 171.828.077
2-T	TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 1.074.511.357
COSTOS INDIRECTOS		
	ADMINISTRACIÓN 10%	\$ 107.451.136
	IMPREVISTOS 5%	\$ 53.725.568
	UTILIDADES 8%	\$ 85.960.909
	RETENCIÓN EN LA FUENTE 6%	\$ 64.470.681
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	\$ 311.608.294
	TOTAL OPCIÓN 2	\$ 1.386.119.651

6.11.3 OPCIÓN 3: CAMPOS SUR, 1° DE MARZO CLASE II Y SOFTBALL - RUGBY (ORIGINAL)

3 OPCIÓN 3: CAMPO 1° DE MARZO CLASEII, CANCHA SUR Y SOFTBALL - RUGBY (ORIGINAL)		
3.01	SUBESTACIÓN PARA LA CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA	\$ 88.419.281
3.02	TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS: CAMPO 1° DE MARZO E ILUMINACIÓN DE LA S.E.	\$ 5.350.716
3.03	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II	\$ 355.822.371
3.04	INSTALACIÓN DEL TRANSFORMADOR EN LA S.E. DEL COLISEO PARA LAS CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY	\$ 24.191.659
3.05	TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY (ORIGINAL)	\$ 4.390.316
3.06	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHAS SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)	\$ 375.027.066
3.07	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHA SUR	\$ 171.828.077
3-T	TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 1.025.029.486
COSTOS INDIRECTOS		
	ADMINISTRACIÓN 10%	\$ 102.502.949
	IMPREVISTOS 5%	\$ 51.251.474
	UTILIDADES 8%	\$ 82.002.359
	RETENCIÓN EN LA FUENTE 6%	\$ 61.501.769
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	\$ 297.258.551
	TOTAL OPCIÓN 3	\$ 1.322.288.037

6.11.4 OPCIÓN 4: CAMPOS SUR, 1° DE MARZO CLASE II Y SOFTBALL - RUGBY (CORRIDA)

4 OPCIÓN 4: CAMPO 1° DE MARZO CLASEII, CANCHA SUR Y SOFTBALL - RUGBY (CORRIDA)		
4.01	SUBESTACIÓN PARA LA CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA	\$ 88.419.281
4.02	TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS: CAMPO 1° DE MARZO E ILUMINACIÓN DE LA S.E.	\$ 5.350.716
4.03	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II	\$ 355.822.371
4.04	INSTALACIÓN DEL TRANSFORMADOR EN LA S.E. DEL COLISEO PARA LAS CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY	\$ 24.191.659
4.05	TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS CANCHAS SUR, SOFTBAL - RUGBY (CORRIDA)	\$ 4.390.316
4.06	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHAS SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)	\$ 345.048.397
4.07	ILUMINACIÓN Y REDES ELECTRICAS CANCHA SUR	\$ 171.828.077
4-T	TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 995.050.817
COSTOS INDIRECTOS		
	ADMINISTRACIÓN 10%	\$ 99.505.082
	IMPREVISTOS 5%	\$ 49.752.541
	UTILIDADES 8%	\$ 79.604.065
	RETENCIÓN EN LA FUENTE 6%	\$ 59.703.049
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	\$ 288.564.737
	TOTAL OPCIÓN 4	\$ 1.283.615.554

7. OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

- La clasificación de la apertura del haz o Nema del proyector es de gran utilidad para seleccionar inicialmente la luminaria adecuada en el diseño, ya que depende de la distancia a la que esta se encuentre del objetivo a iluminar.
- Para un control efectivo del deslumbramiento es indispensable que la altura de los equipos de iluminación sea mínimo de 18 metros, situación que se comprobó en la realización de los diseños de las diferentes canchas, proyectando un ángulo de 20° para obtener la altura mínima de los soportes y así reducir los costos económicos.
- Para la medición del deslumbramiento en los diferentes escenarios deportivos se determinaron las posiciones más habituales de los jugadores y los árbitros, y tomando la medición a 1,5 [m] de altura por recomendaciones de la CIE se obtuvieron los resultados mostrados en los diseños lumínicos.
- Es importante no ubicar mástiles ni proyectores en las zonas que pueden producir deslumbramiento a los jugadores, que ya han sido previamente identificadas por las máximas autoridades de cada disciplina deportiva como la FIFA. Este criterio es de gran importancia porque permitió también posicionar adecuadamente y utilizar los mismos postes dentro de canchas múltiples como la de Softball y Rugby y aminorar costos de ejecución.
- En la iluminación de grandes escenarios deportivos como la cancha 1° de Marzo, es de gran ayuda implementar un sistema de alumbrado mixto siempre que sea posible, ya que de esta manera se podrá abarcar la mayor parte del terreno de juego subdividiéndolo en áreas más pequeñas, obteniendo mejores uniformidades.
- Los niveles de iluminación seleccionados para el diseño de alumbrado en cada uno de los escenarios deportivos se seleccionaron de acuerdo a las exigencias de competición que actualmente se pueden practicar, por las condiciones arquitectónicas y la afluencia de espectadores, que en el mayor de los casos no superaría los 2000 ubicados cómodamente en las graderías existentes.
- Después de la iluminancia media exigida en los diseños de iluminación, el parámetro más importante es el de la uniformidad, el cual garantiza que el escenario deportivo carezca de sombras y permita un óptimo desarrollo del juego.
- Para determinar el número mínimo de proyectores que se necesitan para implementar el nivel de iluminancia medio requerido, es de gran utilidad el desarrollo del método del lumen del haz ya que permitió un punto claro de partida en los diseños que se presentaron en este proyecto, sin sobredimensionar el número de lámparas y sin incrementar los costos económicos de implementación.
- Seleccionar una luminaria que tenga una mayor irradiación de flujo luminoso, permitirá implementar un sistema de iluminación con un menor número de proyectores, disminuyendo los costos de montaje, además de que es importante

contar con las especificaciones técnicas de los equipos como su vida promedio, ya que también aminorará los costos de mantenimiento, el cual deberá realizarse de manera permanente para que se logre mantener una adecuada iluminancia media en el escenario.

- La utilización de software permite la implementación de sistemas de iluminación de una manera interactiva, en donde el usuario puede manipular los proyectores para orientarlos al punto que desee, además permite calcular los parámetros luminotécnicos necesarios como la uniformidad y el deslumbramiento, y al no contar con las curvas fotométricas a por lo menos cada 5 grados de inclinación por parte el fabricante del equipo, es una herramienta poderosa que ahorra tiempo y energía en cálculos repetitivos que tendrían que realizarse manualmente.
- En la mayoría de los diseños en los que se tenían dos escenarios por cancha, se combinó la ubicación de los proyectores necesarios para la iluminación de cada una de ellas, para que visual y estéticamente sea más agradable para los usuarios.
- En dos de los escenarios más representativos de la universidad se implementaron igual número de diseños totalmente diferentes, para compararlos económicamente y para que la universidad tenga más versatilidad al momento de seleccionar el diseño que mejor se adecúe a sus necesidades, y también para determinar las diferencias técnicas que puedan presentarse como en el caso del campo 1° de Marzo.
- Para cada escenario deportivo se realizó un diseño de iluminación en la categoría de competición, y a partir de éste se realizó un diseño para entrenamiento, “apagando” algunas de las lámparas hasta llegar a los valores mínimos permisibles de iluminancia, uniformidad y deslumbramiento estipulados por las diferentes normativas. Así mismo, se tienen dos circuitos eléctricos para cada modalidad de juego en cada disciplina deportiva, obteniendo con esto un mejor uso de los recursos y menores costos energéticos, ya que no siempre se tendrán competiciones en los escenarios por lo que no será necesario utilizar la totalidad de los proyectores para actividades que no lo requieren.
- La tensión de diseño de las redes eléctricas se tomó de 440 [V] (fase-fase) para obtener conductores con menor sección transversal, y por ende menores costos de implementación.
- El control del encendido y apagado de los proyectores de los diferentes escenarios deportivos se realizó utilizando contactores, ya que con ellos son más seguras este tipo de maniobras de operación para el usuario, además de que se manejan corrientes pequeñas con estos dispositivos (mA), se pudo disponer del sistema de encendido y apagado (tableros de control) en el acceso de cada escenario con menores costos.
- Se realizó un levantamiento eléctrico de las redes eléctricas para que los circuitos de acometida de las nuevas redes para los escenarios deportivos, interfirieran en lo más mínimo con los que existen actualmente. En éste proceso se observó el mal estado

de las canalizaciones, las cuales se encuentran llenas de maleza y residuos sólidos, así como el deterioro de las tapas de las cajas de inspección, las cuales están partidas y en algunos casos ya no existen, por lo que se recomienda a la división de planta física que efectúe un mantenimiento periódico de estas.

- En el diseño de la malla de puesta a tierra, se evidenció que una mayor separación de los conductores permite cumplir con las tensiones permisibles de paso y contacto, además de que su implementación con el uso de varillas, permite obtener éste valor mucho más fácil y brinda un mayor grado de seguridad, y aunque los costos económicos se incrementan, salvaguardar la vida de las personas y los equipos es mucho más conveniente.
- En la construcción del presupuesto para cada escenario deportivo se consideraron además de los costos de los materiales, los costos de mano de obra para obtener un valor mucho más aproximado a la realidad y tener esto en cuenta en nuestra vida profesional. Los porcentajes para el AIU se tomaron más o menos grandes debido a que el proyecto es de gran envergadura y no sería conveniente estar por debajo del valor real del costo económico.
- Tal y como se esperaba, resultó ser mucho más económico la implementación de la iluminación y las redes eléctricas para el campo 1° de Marzo Clase II que para la Clase III, pero también se debe tener en cuenta que su nivel de iluminación es menor, por lo que la universidad debe evaluar que es lo que necesita realmente de acuerdo a las competiciones que puedan realizarse en éste escenario.
- Aunque la implementación de la iluminación para el escenario Softball – Rugby (Corrida) es mucho más económica que la de Softball – Rugby (Original), se debe tener en cuenta que en el primero se comparten luminarias para la iluminación de ambos escenarios, por lo que su vida útil disminuirá mucho más rápido que las que se utilizan para un solo deporte, así que se debe considerar la adquisición para el reemplazo de estos proyectores de manera más frecuente, lo que a largo plazo podría aumentar el costo de éste escenario.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Westinghouse Electric Corporation, "La Luz - Características y Medidas," in *Manual del Alumbrado*. Mexico D.F., Mexico: DOSSAT S.A., 1989, ch. 2, pp. 15-28.
- [2] Raymond Serway and John Jewett, "Luz y Optica," in *Física para Ciencias e Ingenierías Volumen II*. Mexico D.F., Mexico: Thomson Internacional, 2005, ch. 13, pp. 390-407.
- [3] (2012, Junio) La Luz - LauraBlogs. [Online]. <http://laura-p11.blogspot.com/2010/04/la-luz.html>
- [4] Leandro Bautista. (2012, Junio) FISICANET. [Online]. http://www.fisicanet.com.ar/fisica/ondas/ap11_luz.php
- [5] (2012, Junio) deConceptos.com. [Online]. <http://deconceptos.com/ciencias-naturales/refraccion>
- [6] (2012, Junio) EducarChile. [Online]. <http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=133071>
- [7] Laura Avila and Johelin Novas. (2012, Junio) Climatización y Acustica para Arquitectos. [Online]. <http://climacusticaparaarquitectos.wordpress.com/2011/06/08/temperatura-del-color-laura-avila-08-0467-johelin-novas-08-0523/>
- [8] ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificación, *Código Eléctrico Colombiano NTC 2050*, Primera ed., ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Tecnicas y Certificación, Ed. Bogotá, Colombia, 2008.
- [9] Ministerio de Minas y Energia - Colombia, *RETIE - Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas*, Cuarta ed. Bogotá, Colombia, 2008.
- [10] Ministerio de Minas y Energia - Colombia, *RETILAP - Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*, Tercera ed. Bogotá, Colombia, 2010.
- [11] Luis Coronel and Alfredo Vásquez, "Estudio y Diseño para la Iluminación de la Cancha y Graderías del Estadio Municipal de la Ciudad de Azogues," Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca, Tesis de Pregrado 2009.
- [12] Illuminating Engineering Society of North America, "Sports and Recreational Area Lighting," in *The IESNA Lighting Handbook*, Mark Stanley, Ed. E.E.U.U, 2000, ch. 20, pp. 709-730.
- [13] INDAL, "Iluminación por Proyección," in *Lighting Handbook INDAL - Guia en Español*. España, 2002, ch. 11, pp. 165-199.
- [14] Universidad de las Palmas de Gran Canaria - España. (2012, Junio) Editorial de Construcción Electrónica, Alumbrado Deportivo. [Online]. http://editorial.cda.ulpgc.es/instalacion/7_OPTATIVAS/LAU/LAU8_TRABAJOS/LAU86.htm
- [15] Jose Moreno and Máximo Minassian, "Reglamento de Eficiencia Energética y sus Instrucciones Complementarias," in *REEAE - Reglamento de Eficiencia Energetica en instalaciones de Alumbrado Exterior*. Madrid, España: Paraninfo, 2009, ch. 6, p. 82.
- [16] FIFA - Fédération Internationale de Football Association, "Iluminación y Suministro de Energía," in *Estadios de Fútbol: Recomendaciones Técnicas y Requisitos*. Zúrich, Suiza: FIFA Fédération Internationale de Football Association, 2011, ch. 9, pp. 165-191.

- [17] Steven G. Hall. (2013, Marzo) Proyectosalohogar. [Online]. http://www.proyectosalohogar.com/deportes/beisbol_reglas.htm
- [18] North Carolina High School Athletic Association, *Lighting Standards*. North Carolina, E.E.U.U., 2008.
- [19] (2013, Marzo) RUGBY. [Online]. <http://adri10-futbol.blogspot.com/2008/11/posiciones-en-el-campo.html>
- [20] Mariano Bordas Mon, , S.A. Editores Tecnicos Asociados, Ed. Barcelona, España: GERSA, Industria Gráfica, 1987, ch. El Alumbrado, pp. 99-107.
- [21] Carlos Rizzolo, "Manual de Procedimientos para la Ingeniería de la Iluminación de Interiores y Áreas Deportivas," Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Tesis de Pregrado 2007.
- [22] Little League® Baseball and Softball, "2012 Little League® Lighting Standards & Safety Audit," in *The Little League® 2012 Operating Manual*. E.E.U.U., 2012.
- [23] Babe Ruth League Inc. Headquarters, "Facility Planning Guide," Babe Ruth League, Trenton, New Jersey, 2002.
- [24] Westinghouse Electric Corporation, "Alumbrado con Proyectoros, Incluido el Deportivo," in *Manual del Alumbrado*. Mexico D.F., Mexico: DOSSAT S.A., 1989, ch. 12, pp. 190-195.
- [25] Jack L. Lindsey, *APPLIED ILLUMINATION ENGINEERING*. Mexico D.F., Mexico: Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 1996, ch. 14, pp. 380-385. [Online]. http://books.google.com.co/books?id=0d7u9Nr33zIC&printsec=frontcover&source=gs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- [26] HOGARLUX. (2013, Febrero) HOGARLUX Iluminación, Consejos de Iluminación. [Online]. <http://www.hogarlux.com/flash/niveles.swf>
- [27] Electrificadora de Santander ESSA, *Normas Para Cálculo Y Diseño De Sistemas De Distribución*. Bucaramanga, Colombia, 2005.
- [28] Schneider Electric. (2013, Mayo) [Online]. <http://www.schneider-electric.com.co/documents/local/LPEcuador2013/Capitulo2.pdf>
- [29] TELURIMETRO Profesional METREL Manual del Usuario. (2013, Mayo) [Online]. <http://www.etaelectro.com/files/flyers/14.pdf>
- [30] Juan David Cárdenas Valencia and Esteban Galvis Garcia, "MANUAL PARA LA INTERPRETACIÓN DEL PERFIL DE RESISTIVIDAD OBTENIDO AL REALIZAR EL ESTUDIO DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO A PARTIR DE LAS CONFIGURACIONES DEL MÉTODO DE WENNER," UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, PEREIRA, Tesis Pregrado 2011.
- [31] Karen Lorena Orrego and Lina Maria Tabares Sanchez, "ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA BOX - COX PARA MEDIR LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO," UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, Pereira, Tesis de Pregrado 2007.
- [32] José Samuel Ramírez Castaño and Eduardo Antonio Cano Plata, *SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA: Diseñado con IEEE-80 y evaluado con MEF*, Primera edición ed. Manizales, Colombia: Blanecolor Ltda, 2010.

- [33] Jorge Humberto Sanz Alzate, "Consideraciones iniciales para el cálculo de puesta a tierra," *Colombia Scientia Et Technica*, vol. XVI, no. 2001, p. 8, 2002.
- CONDUCTORES DEL NORTE Tecnología y Confianza. (2013, Mayo) [Online].
- [34] http://www.cdeln.com/sites/default/files/fichas_tecnicas/2010/03/cn-007-CableEnergiaMT.pdf
- [35] FATECH DesTec. (2013, Mayo) [Online]. <http://www.fatech-surge-protection.com>
- [36] Inter Electricas. (2013, Junio) INTER ELECTRICAS, La Alianza Eficaz.! [Online]. <http://www.ie.com.co/>
- [37] Seguridad y Confianza FACELEC. (2013, Junio) [Online]. http://www.facelec.com.co/main/especificaciones/LISTA_PRECIOS.pdf

ANEXOS

ANEXO A CARTAS DE AUTORIZACION DE LA DIVISION DE PLANTA FÍSICA



3160

Bucaramanga, 08 de mayo de 2013

Ingeniero

JOHAN FARITH PETIT SUAREZ

Director Escuela Ingeniería Eléctrica, E3T.

UIS/ Presente

Respetado Ingeniero Petit:

Cordialmente y en atención a la consulta realizada por los estudiantes, Juan Carlos Prada Torres, Álvaro Reyes Arévalo y Jaime Andrés Reyes Arévalo, quienes desarrollan el proyecto de grado "Diseño de iluminación de algunos campos deportivos de la Universidad Industrial de Santander sede principal", esta dependencia considera viable que la subestación eléctrica propuesta se ubique al costado oriental de la cafetería ubicada en los campos deportivos, de igual manera es viable la instalación de un tablero de baja tensión cerca a las graderías del Estadio 1ro de marzo.

Atentamente,



IVAN AUGUSTO ROJAS CAMARGO
Jefe División de Planta Física

Aylenas

DIVISIÓN DE PLANTA FÍSICA
Ciudad universitaria, Carrera 27 - calle 9, Edificio de Planta Física, Piso 2.
PBX: (7) 6344000 Ext. 2153 FAX: 6323214 Bucaramanga, Colombia.



3160

Electrificadora de Santander S A E S P
REC-10042-BGA
24-May-2013 11:22:21
ET SOPORTE CLIENTES
ROJAS MORENO GLORIA LILIANA



Bucaramanga, 21 de Mayo de 2013.

Ingeniera
LUZ DARY QUINTERO MACIAS
Profesional 3 Equipo Soporte Clientes
Electrificadora de Santander S.A.

Respetada Ingeniera Luz Dary:

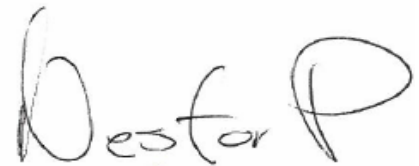
Cordialmente me dirijo a usted con el fin de solicitarle sea entregado la corriente de corto circuito de la alimentación eléctrica principal por la Cra. 30 con la referencia red de media tensión 13.2 KV – circuito 24507 de la UIS al estudiante Juan Carlos Prada Torres, identificado con cedula No. 1.098.626.050 de Bucaramanga.

Agradezco el pronto trámite y la atención puesta a la presente comunicación.

Atentamente,


IVAN AUGUSTO ROJAS CAMARGO
Jefe División de Planta Física

Ayenas



MAY 24 11 17 AM '13



DIVISIÓN DE PLANTA FÍSICA
Ciudad universitaria, Carrera 27 - calle 9, Edificio de Planta Física, Piso 2.
PBX: (7) 6344000 Ext. 2153 FAX: 6323214 Bucaramanga, Colombia.



ANEXO B HOJAS DE DATOS DE LAS LUMINARIAS

2013, Marzo 26
Datos sujetos a cambios



ArenaVision MVF404 – excepcional eficiencia óptica

El proyector ArenaVision MVF404, diseñado para estadios y grandes instalaciones deportivas de interior, incrementa drásticamente la calidad de la imagen y la emoción del deporte de cara a la audiencia de televisión y a los espectadores, al tiempo que permite a los jugadores desempeñar su labor en condiciones visuales óptimas. Gracias a la innovadora lámpara de halogenuros metálicos compacta de un solo terminal Philips MHN-SE 2000 W y a sus ópticas de precisión monobloque, ArenaVision VF404 ofrece una eficiencia óptica muy superior a la obtenida hasta ahora. Además, este proyector de 2000 W permite instalar y sustituir las lámparas de forma sencilla, cumple totalmente con un IP65, incluye un nuevo sistema conector de cuchilla de seguridad y una solución electrónica de reencendido en caliente, además de todas las ventajas que ya se incluyen en la gama de sistemas ArenaVision de Philips.

Esta nueva lámpara de arco corto MASTER MHN-SE 2000 W / 956 de Philips, con halogenuros metálicos de cuarzo, está diseñada para dar respuesta a las necesidades de iluminación y retransmisiones televisivas más exigentes gracias a su excelente reproducción del color ($R_a > 90$), la sensación de luz natural (T_c 5600K) y a la capacidad de reencendido en caliente para garantizar el arranque inmediato en caso de un breve corte en el suministro eléctrico. Su casquillo GX22 permite su montaje en el portalámparas en posición axial, sin que sea necesaria una cobertura externa y es adecuada para una tensión de red de 380-440 V/60 Hz. Junto con la óptica especial diseñada igualmente en torno al concepto axial se asegura la máxima eficiencia óptica, al tiempo que se obtiene una distribución de luz muy precisa, ya que los proyectores pueden montarse en cualquier posición que sea necesaria.

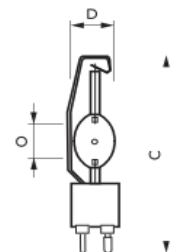
PHILIPS
sense and simplicity

Especificaciones de la lámpara

	Potencia (W)	Tensión de alimentación (V)	Flujo luminoso (Lm)	Eficacia luminosa (Lm/W)	Casquillo/base	Posición de funcionamiento	Promedio de vida útil (h)
MHN-SE 2000W/956 440V	2000	440	220,000	110	GX22	Universal	5000

	Reproducción de color (R_a)	Temperatura del color (K)	Coordinación de cromacidad X	Coordinación de cromacidad Y
MHN-SE 2000W/956 440V	90	5600	0,320	0,355

Dimensiones de la lámpara	C		D	O
	Nom.	Máx.	Máx.	Nom.
MHN-SE 2000W/956 440V	196	198	41	25



Beneficios

- Se ha desarrollado una versión con lámpara de un solo terminal compacta
- La nueva lámpara de halogenuros metálicos alcanza los requerimientos más estrictos de las retransmisiones televisivas

Características

- Lámpara de halogenuros metálicos de un solo extremo compacta y de alto rendimiento con excelente reproducción del color
- Ópticas de precisión dedicadas

Aplicaciones

- Estadios de exterior

- La nueva lámpara y la ópticas desarrolladas aseguran la máxima eficiencia del sistema y una distribución luminica óptima

- IP65
- Sistema de conector de cuchilla de seguridad
- Reencendido en caliente electrónico

Especificaciones

- Tipo: MVF404
- Tipo de lámpara: HID: - 1 x MASTER MHN-SE HO / GX22-HR / 2000 W
- Lámpara incluida: Sí (color de lámpara 956)
- Óptica: Apertura del haz B1 (B1) (más intensa)
Apertura del haz B2 (B2)
Apertura del haz B3 (B3)
Apertura del haz B4 (B4)
Apertura del haz B5 (B5)
Apertura del haz B6 (B6)
Apertura del haz B7 (B7)
Apertura del haz B8 (B8) (más intensa)
- Cierre óptico: Vidrio frontal para versiones de iluminación directa (DOWN) y ascendente (UP)
- Arrancador: Serie (SI), integrado
Reencendido en caliente, electrónico (HRE), integrado
- Opciones: Memoria de apuntamiento (AM) para salvaguardar la posición original de la luminaria durante el mantenimiento
Versiones con reencendido en caliente que permiten restablecer de forma inmediata la iluminación en caso de interrupción de la alimentación eléctrica
Versiones de iluminación ascendente para alumbrado arquitectónico
Funda especial para cableado para zonas tropicales
- Materiales y acabado: Carcasa y cubierta posterior: aluminio inyectado a alta presión, resistente a la corrosión
Vidrio: endurecido químicamente, 3 mm de espesor (para versiones de iluminación directa), cerámico de 3 mm de espesor (para versiones de iluminación ascendente)
Brazo de montaje: acero galvanizado por inmersión en caliente, pintado
Clips: acero inoxidable (para cerrar la cubierta posterior)
Reflector: aluminio anodizado y pulido 99,99%
Acabado en aluminio natural sin pintar

- Instalación: En bastidor de poste, techo, pared o suelo
La lámpara permite una instalación y sustitución muy sencilla que se puede efectuar con una sola mano
Existen dispositivos de apuntamiento de precisión ZVF403 PAD.
Ajuste del brazo de montaje: 360°
Temperatura ambiente exterior: 35°C (25°C interior)
Coeficiente de arrastre (Cx): 0.93
Área proyectada en posición 70°: 0,20 m²
Máximo ajuste desde la horizontal: -90 / +90°
- Mantenimiento: Acceso a la lámpara mediante la apertura de los clips de la cubierta trasera (sin herramientas)
Equipado con un sistema conector de cuchilla que desconecta de forma automática la corriente cuando se abre la cubierta de acceso posterior (sin necesidad de un relé, contacto o cableado adicional)
No requiere limpieza interna
- Accesorios: Visera paralumen (ZVF403 GS) y dispositivos de apuntamiento de precisión (ZVF403 PAD)
- Observaciones: Equipado con una caja de conexión en aluminio situada en el brazo que protege el arrancador serie (SI) y un bloque de terminales
Existen filtros de color para alumbrado arquitectónico disponibles bajo pedido
Malla metálica para impedir la caída de piezas de vidrio de gran tamaño
Equipos eléctricos precableados 380 - 440 V / 60 Hz disponibles, para pedir por separado
- Aplicaciones principales: Estadios deportivos



Luminaria de proyección para zonas deportivas ArenaVision MVF404.

Accesorios



Dispositivo de apuntamiento de precisión

ID producto	EOC
ZVF403 PAD	140438 00



Visera paralumen

ID producto	EOC
ZVF403 GS	2.39996 00

Selección preferida

ID producto	Peso (kg)	Código de pedido europeo (EOC)
MVF404 M-IN-SE2000W/956 380-440V B1 S AM	15,00	502145 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 380-440V B2 S AM	15,00	502152 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 380-440V B3 S AM	15,00	502169 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 380-440V B4 S AM	15,00	502176 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 380-440V B5 S AM	15,00	502183 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 380-440V B6 S AM	15,00	502190 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 380-440V B7 S AM	15,00	502206 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 B8 S AM	15,06	604115 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 B1 HRE AM	19,15	502213 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 B2 HRE AM	19,15	502220 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 B3 HRE AM	19,15	502237 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 B4 HRE AM	19,15	502244 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 B5 HRE AM	19,15	502251 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 B6 HRE AM	19,15	502268 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 B7 HRE AM	19,15	502275 00
MVF404 M-IN-SE2000W/956 B8 HRE AM	19,21	604122 00

Para otras configuraciones, póngase en contacto con su representante local de Philips.

Luminaria de proyección para instalaciones deportivas ArenaVision MVF404 con dispositivo de apuntamiento de precisión (ZVF403 PAD)



Vista lateral de ArenaVision MVF404 con caja de conexión en la lira



El proyector ArenaVision MVF404 incorpora una lámpara Philips Short-Arc MASTER MHN-SE 2000 W



Sistema de conector de cuchilla de seguridad integrado, que desconecta automáticamente el suministro eléctrico cuando se abre la cubierta de acceso posterior



Lámpara compacta con arrancador de reencendido en caliente electrónico (HRE)



Detalles del producto



Sistema de conector de cuchilla de seguridad integrado, que desconecta automáticamente el suministro eléctrico cuando se abre la cubierta de acceso posterior



MVF404 con óptica B1



Vista lateral de ArenaVision MVF404 con caja de conexión en la lira



MVF404 con óptica B2



MVF404 con óptica B3



MVF404 con óptica B4



MVF404 con óptica B5

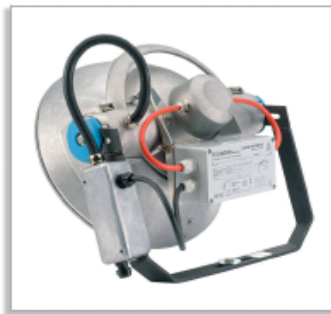


MVF404 con óptica B6



MVF404 con óptica B7

Detalles del producto



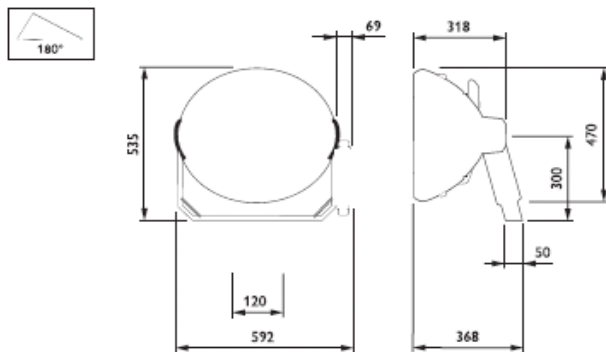
Lámpara compacta con arrancador de reencendido en caliente electrónico (HRE)



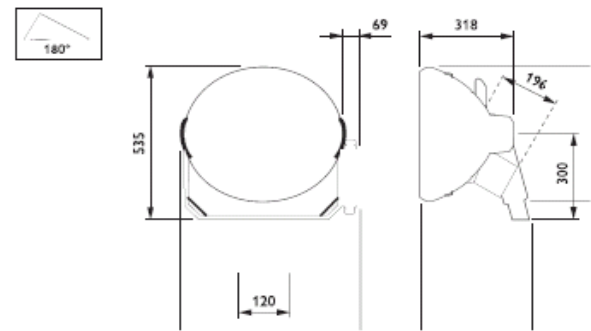
MVF404 con óptica B8



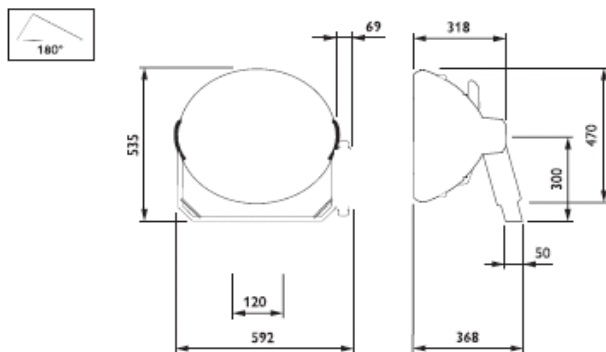
Plano de dimensiones



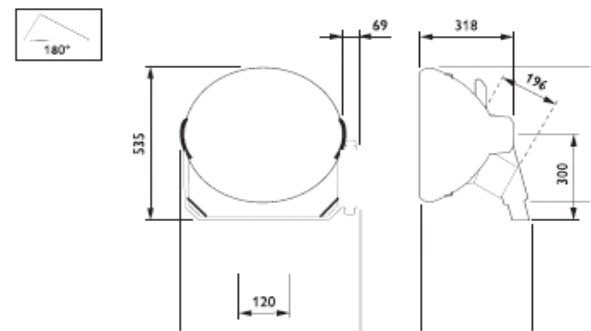
MVF404 MHN-SEH2000W/956 B1 SI



MVF404 MHN-SEH2000W/956 B6 HRE



MVF404 MHN-SEH2000W/956 B1 SI



MVF404 MHN-SEH2000W/956 B6 HRE

CERTIFICADO CIDET PROYECTOR ARENA VISION MVF 404



**CORPORACIÓN CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL SECTOR ELÉCTRICO**



ACREDITADO ISO/IEC Guide 65:1996
05-CPR004

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE PRODUCTO

Modelo de Certificación

Tipo Marca de Conformidad

De acuerdo con El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP

El CIDET certifica que el producto:

DENOMINACIÓN	TIPO	REFERENCIA		
LUMINARIAS Y PROYECTORES DE USO EXTERIOR	ALTAS POTENCIAS	ARENA VISIÓN MVF 403	POWER VISIÓN VF024	TEMPO 4
		ARENA VISIÓN MVF 404	OPTIVISIÓN MVP507	MVF480
		COMFORTVISION SNF111	SLS1000H	---
		DECOFLOOD MVF605, MVF 606, MVF 616, MVF 617	INDIRECTOR SERIES 17" PLT 250W, PLT 400W	VANDAL RESISTANT (EXCELINE)
		INDIRECTOR SERIES 14" PLT	COMFORTVISION 400W	WALLCUBE 300, 500, 600
	MEDIAS Y BAJAS POTENCIAS	CONTEMPO3	SERIE OLODUM	MINI 300 LED
		TEMPO3	OPTIFLOOD MVP504	OPTIFLOOD MVP506
		TEMPO2	MVF504	---

Comercializado por la empresa **PHILIPS COLOMBIANA S.A.S.**, ha sido evaluado por el CIDET y se verificó que está fabricado y probado CONFORME con la RESOLUCIÓN 18 0540 de 2010 del MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA – RETILAP.

Esta Certificación está sujeta a que el producto cumpla permanentemente las condiciones con las cuales fue evaluado respecto a las normas descritas, para lo cual el CIDET le hace la verificación y el seguimiento respectivos y publica las novedades y vigencia del presente CERTIFICADO en la página www.cidet.org.co.

Todas las características e identificación de este producto se describen en un documento anexo que contiene siete páginas y hace parte integral del presente CERTIFICADO, el cual puede ser consultado por los usuarios ante el CIDET

Certificado Nro. 04009

Fecha de Certificación: 06 DE DICIEMBRE DE 2010

César Alberto Tobón Giraldo
DIRECTOR EJECUTIVO



DESARROLLO * TECNOLOGÍA * INVESTIGACIÓN * INNOVACIÓN
Al servicio del Sector Eléctrico

Bogotá - Medellín | COLOMBIA



**CORPORACIÓN CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL
SECTOR ELÉCTRICO**
NIT 811001689 0

Organismo Certificador de Conformidad de Productos



ACREDITADO ISO/IEC
Guide 65:1996 09-CPR-004

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE PRODUCTO Nro. 04009

FECHA DE CERTIFICACIÓN: 06 DE DICIEMBRE DE 2010

**ANEXO DE CARACTERÍSTICAS E IDENTIFICACIÓN DE
LUMINARIAS Y PROYECTORES DE USO EXTERIOR
COMERCIALIZADAS POR PHILIPS COLOMBIANA S.A.S**

Tipo:	ALTAS POTENCIAS			
Referencia:	ARENA VISIÓN MVF 403; ARENA VISIÓN MVF 404; COMFORTVISION; POWER VISIÓN; OPTIVISIÓN; SLS1000H; TEMPO 4; MVF480.			
	ARENA VISIÓN MVF 403	ARENA VISIÓN MVF 404	COMFORTVISION SNF111	POWER VISIÓN MVF024
Potencia (W)	1000/1800	2000	400/600/1000	1000/2000
Reflector	aluminio anodizado y pulido 99,99%	aluminio anodizado y pulido 99,99%	aluminio anodizado de alta calidad; para haz medio; semi mate para haz estrecho	aluminio anodizado y pulido 99,99%
Reglaje/Óptica	Apertura del haz A1 (A1) (más intensivo) Apertura del haz A2 (A2) Apertura del haz A3 (A3) Apertura del haz A4 (A4) Categoría del haz A5 (A5) Apertura del haz A6 (A6) Apertura del haz A7 (A7) Apertura del haz A8 (A8) (más extensivo)	Apertura del haz B1 (B1) (más intensiva) Apertura del haz B2 (B2) Apertura del haz B3 (B3) Apertura del haz B4 (B4) Apertura del haz B5 (B5) Apertura del haz B6 (B6) Apertura del haz B7 (B7) Apertura del haz B8 (B8) (más extensiva)	Haz estrecho (NB) Haz medio (MB)	3 aperturas: haz estrecho (NB), haz medio (MB) haz ancho (WB)
Difusor o Refractor	Vidrio de seguridad	Vidrio de seguridad	---	---
Fuente Luminosa	1 x MASTER MHN-SA / XW / 1800 W 1 x MASTER MHN-LA / XWH / 1000 W	1 x MASTER MHN-SE / GX22-HR / 2000 W	1 x SON-T / E40 / 1000 W 2 x MASTER SON-T PIA Plus / E40 / 400, 600 W 1 x HPI-T / E40 / 1000 W 2 x MASTER HPI-T Plus / E40 / 400 W	1 x MASTER MHN-FC / XW / 1000, 2000 W 1 x MASTER MHN-LA / XWH / 2000 W 1 x MASTER HPI-T Plus / E40 / 1000 W 1 x SON-T / E40 / 1000 W
IP	65	65	65	55

GENERAL ELECTRIC: MVR 1500/HB

Lámparas de Descarga de Alta Intensidad (HID)

Las lámparas de descarga de alta intensidad ofrecen una eficacia, una fiabilidad y una versatilidad extraordinarias, con la ventaja adicional de un bajo costo de funcionamiento.

La gama HID puede clasificarse en cuatro categorías principales: halogenuro metálico, sodio a alta presión, mercurio y sodio a baja presión.

GE inventó las lámparas de mercurio en 1934*, las lámparas de sodio a alta presión en 1961*, y las de halogenuro metálico en 1965*. Desde sus comienzos, GE no ha dejado de esforzarse en mejorar su gama, y podemos ofrecer una lámpara para la mayoría de los usos, desde focos para el exterior, alumbrado de las calles y grandes complejos industriales, hasta una iluminación eficaz de los escaparates de pequeños comercios.

* Fuente: "The General electric Story" 1876-1986, A Hall of History Publication, Schenectady, Nueva York, Octubre 1989, tercera impresión, segunda impresión.



Lámparas de Descarga de Alta Intensidad (HID)

Lámparas de Descarga de Alta Intensidad (HID)

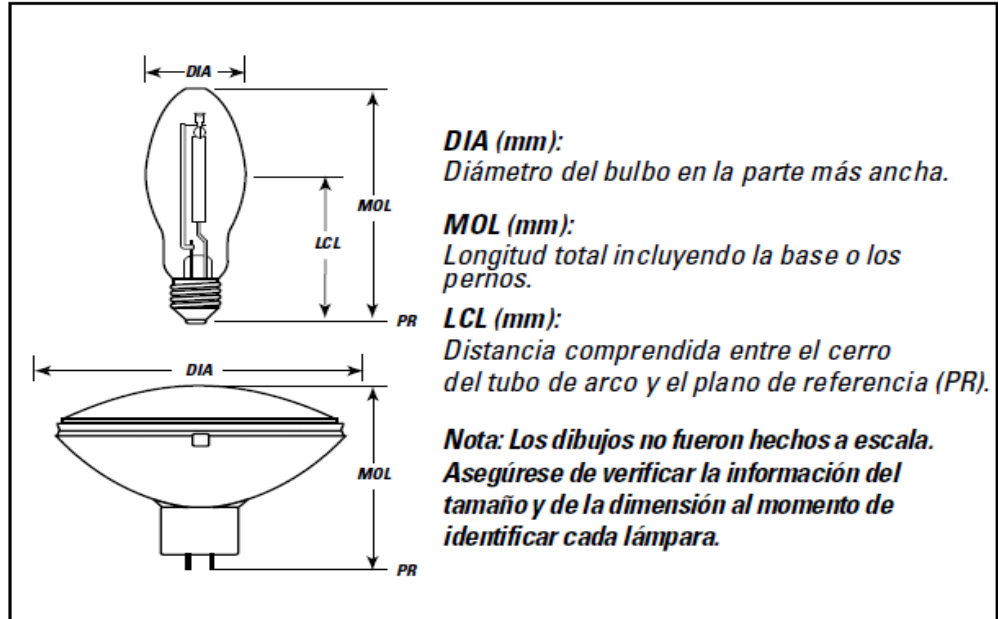
Lámparas de Descarga de Alta Intensidad (HID)





Lámparas de Descarga de Alta Intensidad (HID)

Identificación del bulbo



Energía Utilizada (Watts): Consumo nominal de energía en watts a su voltaje nominal.

Bulbo: Forma del bulbo seguida por su diámetro máximo expresado en octavos de pulgada.

Base: Tipo de base.

Código México: Código utilizado en México (6 dígitos).

Código USA: Código utilizado en USA (5 dígitos).

Descripción: Identificación de la lámpara.

Pza /Caja: Pzas por caja.

Voltaje o Balastro ANSI: Balastro adecuado para la lámpara según norma ANSI, o voltaje nominal de operación.

Información Adicional: Información importante de la lámpara.

Posición: Posición de operación de la lámpara dentro del luminario.

Lúmenes Iniciales: Lúmenes producidos después de las primeras 100 horas de operación.

Lúmenes Medios: Lúmenes promedio al 40% de la vida nominal para lámparas Multi-Vapoc, y al 50% de la vida nominal para Mercurio, Luz Mixta y Lucalox.

Vida Media (horas): Vida nominal promedio esperada.

Índice de Rendimiento de Color (IRC o Ra): Una medida de la capacidad de la lámpara para reproducir los colores verdaderos de los objetos. Entre más alto, mejor. Medido en escala de 0-100.

Temperatura de Color (°K): Temperatura de color en grados Kelvin. Entre más baja, más cálida es la luz, y entre más alta más fría es su apariencia.

LCL (mm): Distancia entre el centro del tubo de arco y el plano de referencia para el centro de luz (usualmente la base).

MOL (mm): Dimensión máxima de longitud.

Energía Utilizada Watts	Bulbo	Base	Código México	Código USA	Descripción	Pza /Caja	Información Adicional	Volts ó Balastro ANSI	Posición	Lúmenes Iniciales	Lúmenes Medios	Vida Media horas	MOL mm	LCL mm	Temp. de Color °K	IRC
175	ED-28	Mogul	692003	47760	MVR175/U	12	Claro (8,14)	M57	V H	14000 12000	10350 8300	10000 6000	210	127	4000	65

ADITIVOS METALICOS MULTI-VAPOR

Tipo de lámpara:
MVR = Multi - Vapor
LU = Lucalox
HR = Mercurio
LM o HSB = Luz mixta

Potencia en watts.

Acabado de la lámpara:
ninguna = Claro
C o D = Fosforado o blanco, difuso
DX = Blanco de lujo
U = Posición universal
VBU = Vertical con base arriba

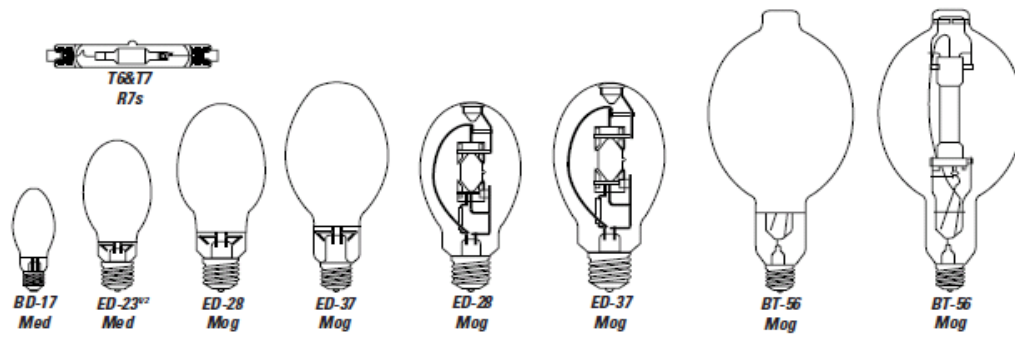
U = Universal (cualquier posición).
V = Vertical.
H = Horizontal.

Sombreado Amarillo: Indica que es una lámpara que consume menos energía que la lámpara que normalmente se utiliza. Revisar los watts, lúmenes y la vida para determinar cual lámpara cumple mejor con sus necesidades.

Sombreado Azul: Significa que la lámpara tiene un alto índice de rendimiento de color, el cual ayuda a que los objetos y personas iluminadas se vean más reales.



Lámparas de Descarga de Alta Intensidad (HID)



Energía Utilizada Watts	Bulbo	Base	Código México	Código USA	Descripción	Pza /Caja	Información Adicional	Volts ó Balastro ANSI	Posición	Lúmenes Iniciales	Lúmenes Medios	Vida Media horas	MOL mm	LCL mm	Temp. de Color °K	IRC
LUZ MIXTA (AUTOBALASTRADA) E-Z MERC																
160	ED-23 ^{1/2}	Med	495303	25606	LM160CC/26	12	Blanco de Lujo-Color Corregido (9)	220	U	2600	2280	6000	170	105	4200	50
250	ED-28	Mogul	495403	20389	LM250CC/40	12	Blanco de Lujo-Color Corregido (9)	220	U	4500	3960	6000	208	143	4200	50
500	ED-37	Mogul	495603	20391	LM500CC/40	6	Blanco de Lujo-Color Corregido (9)	220	U	14750	12980	6000	280	175	4200	50
VAPOR DE MERCURIO																
100	ED-23 ^{1/2}	Mogul	400463	25989	HR100DX38	12	Blanco de Lujo (6)	H38	V	4400	2900	24000	186.0	127.0	3900	50
									H	4000	2640					
175	ED-28	Mogul	400553	20299	HR175DX39	12	Blanco de Lujo (6)	H39	V	8500	7225	24000	206.0	127.0	3900	50
									H	8000	6560					
250	ED-28	Mogul	410203	81751	HR250DX37	12	Blanco de Lujo (6)	H37	V	12100	10140	24000	206.0	127.0	3900	50
									H	11500	8980					
250	ED-28	Mogul	691973	32127	HR250DX37	12	Blanco de Lujo (6)	H37	U	11200	8400	24000	380.0	241.0	3900	50
400	ED-37	Mogul	411203	20305	HR400DX33	6	Blanco de Lujo (7)	H33	V	23000	18630	24000	282.0	178.0	3900	50
									H	21750	16530					
1000	BT-56	Mogul	414203	81752	HR1000DX36	6	Blanco de Lujo (6)	H36	V	63000	44730	24000	380.0	241.0	3900	50
									H	60000	39000					
ADITIVOS METALICOS HALARC																
50	BD-17	Med	697433	12583	MVR50/C/U/MED	6	Solo en luminario cerrado (3)	M110	U	2800	2000	5000	138.0	87.0	4000	75
70	BD-17	Med	697443	12594	MVR70/C/U/MED	6	Solo en luminario cerrado (3)	M98	U	4500	2900	12000	138.0	87.0	4000	75
100	BD-17	Med	697453	12653	MVR100/C/U/MED	6	Solo en luminario cerrado (3)	M90	U	7600	4900	15000	138.0	87.0	4000	75
150	BD-17	Med	697463	12604	MVR150/C/U/MED	6	Solo en luminario cerrado (3)	M102	U	11200	7100	15000	138.0	87.0	4000	75
ADITIVOS METALICOS MULTI-VAPOR																
175	ED-28	Mogul	692003	47760	MVR175/U	12	Claro (8,14)	M57	V	13600	8600	10000	210.0	127.0	4000	65
									H	11700	7400	6000				
175	ED-28	Mogul	694133	47761	MVR175/C/U	12	Fosforado (8,14)	M57	V	12900	8200	10000	210.0	127.0	3900	70
									H	11900	7900	6000				
250	ED-28	Mogul	692013	42729	MVR250/U	12	Claro (6,14)	M58	V	20800	13500	10000	210.0	127.0	4200	65
									H	19100	12400	6000				
250	ED-28	Mogul	693113	42731	MVR250/C/U	12	Fosforado (6,14)	M58	V	19800	12600	10000	210.0	127.0	3900	70
									H	18200	11600	6000				
400	ED-37	Mogul	692023	43828	MVR400/U	6	Claro (7,14)	M59	V	36000	24000	20000	287.0	178.0	4000	65
									H	33100	22100	15000				
400	ED-37	Mogul	692033	43829	MVR400/C/U	6	Fosforado (7,14)	M59	V	35000	21000	20000	287.0	178.0	3700	70
									H	32200	19300	15000				
1000	BT-56	Mogul	692043	41826	MVR1000/U	6	Claro (6)	M47	V	105000	66000	12000	391.0	241.0	4000	65
									H	96600	60700	9000				
1000	BT-56	Mogul	668613	41827	MVR1000/C/U	6	Fosforado (6)	M47	V	99800	59900	12000	391.0	241.0	3400	70
									H	91800	55100	9000				
1500	BT-56	Mogul	692803	37405	MVR1500/HBU	6	Claro, Base arriba hasta 15° abajo de la horizontal (6,17)	M48	V	155000	126000	3000	391.0	241.0	3600	65
									H	146000	119000	3000				
1500	BT-56	Mogul	692813	37406	MVR1500/HBD	6	Claro, Base abajo hasta 15° arriba de la horizontal (6,17)	M48	V	155000	126000	3000	391.0	241.0	3600	65
									H	146000	119000	3000				
ADITIVOS METALICOS MQI																
70	T6	R7s	668803	84974	MQI/70/T6/30	12	Claro, Operación horizontal ± 45°	M85	H	5000	3900	6000	114.0	---	3000	80
70	T6	R7s	668813	84975	MQI/70/T6/43	12	Claro, Operación horizontal ± 45°	M85	H	5500	4100	6000	114.0	---	4300	85
150	T7	R7s	668903	84976	MQI/150/T7/30	12	Claro, Operación horizontal ± 45°	M81	H	11000	10000	6000	132.0	---	3000	80
150	T7	R7s	668913	84977	MQI/150/T7/43	12	Claro, Operación horizontal ± 45°	M81	H	11250	10000	6000	132.0	---	4300	85
ADITIVOS METALICOS MULTI-VAPOR HIGH OUTPUT																
400	ED-37	Mog	692783	49657	MVR400/VBV	6	Claro	M59	V	41000	25500	20000	287.0	178.0	4000	65
										11694983						
400	ED-37	Mogul	694973	13924	MVR400/C/VBU/XHO	6	Fosforado, Watt-Miser, Posición de operación Vertical ± 15° (6)	M59	V	4300	25800	20000	287	178	3700	70

Para ahorrar en costos de energía, busque la lámpara con la luz que necesita y seleccione la de menor potencia (watts).

* Todas las notas se encuentran al final de esta sección.

* Algunos de estos productos están sujetos a cotización de precio y tiempo de entrega.

Lámpara ahorradora de energía.

Alto índice de rendimiento de color.



Lámparas de Descarga de Alta Intensidad (HID)

Información General

Lámparas de Descarga de Alta Intensidad (HID)

Luz Mixta

Las lámparas de Luz Mixta combinan la emisión de luz de una lámpara de Vapor de Mercurio con una lámpara Incandescente. Este tipo de lámparas no requiere de un equipo auxiliar (balastro) para limitar la corriente ya que en su interior cuentan con un filamento de tungsteno que realiza la función del balastro y a la vez emite luz.

Las lámparas de Luz Mixta están construidas de un bulbo exterior con un tubo de arco interior hecho de cuarzo y un filamento hecho de tungsteno, el tubo de arco opera a alta presión a muy altas temperaturas (aprox. 1,100°C). El tubo de arco y el bulbo exterior podrían romperse debido a diversas causas internas o factores externos tales como una falla en la alimentación o en su aplicación.

Vapor de Mercurio

Las lámparas de Vapor de Mercurio están construidas de un bulbo exterior con un tubo de arco interior hecho de cuarzo, el tubo de arco opera a alta presión a muy altas temperaturas (aprox. 1100°C). El tubo de arco y el bulbo exterior podrían romperse debido a diversas causas internas o factores externos tales como una falla en la alimentación o en la aplicación.

Advertencia:

Las lámparas de Vapor de Mercurio, están fabricadas con un tubo de arco dentro de un bulbo exterior al vacío, por lo cual si el bulbo llegara a quebrarse ocasionaría una implosión. Como medidas preventivas, se recomienda el uso de lentes y guantes de seguridad, cuando se instalen y desmonten las lámparas.

Vapor de Sodio Alta Presión

Características de operación de la lámpara:

Las lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión, son lámparas de descarga y requieren de tiempo para un reencendido y alcanzar su máxima luminosidad después de una falla en el suministro. Para obtener el consumo eléctrico total (Watts) agregue el consumo de los equipos auxiliares utilizados.

Advertencia:

Las lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión, están fabricadas con un tubo de arco dentro de un bulbo exterior al vacío, por lo cual si el bulbo llegara a quebrarse ocasionaría una implosión. Como medidas preventivas, se recomienda el uso de lentes y guantes de seguridad, cuando se instalen y desmonten las lámparas.

Aditivos Metálicos Multi-Vapor

Las lámparas de Aditivos Metálicos están construidas de un bulbo exterior con un tubo de arco interior hecho de cuarzo, el tubo de arco opera a alta presión a muy altas temperaturas (aprox. 1100 °C). El tubo de arco y el bulbo exterior podrían romperse debido a diversas causas internas o factores externos tales como una falla en la alimentación o en su aplicación.

Características de operación de la lámpara:

Las lámparas de Aditivos Metálicos son lámparas de descarga y requieren de tiempo para un reencendido y alcanzar su máxima luminosidad después de una falla en el suministro. Para obtener el consumo eléctrico total (Watts) agregue el consumo de los equipos auxiliares utilizados. En operación la variación en el color de la lámpara es una característica propia del tipo de lámpara, sin embargo puede ser influenciada por variaciones en las condiciones de operación; esto no significa que el sistema o la lámpara fallen. Además es normal que con el tiempo de operación la lámpara cambie gradualmente su color a uno más cálido.

Advertencia:

Esta lámpara causa serias quemaduras e inflamación en los ojos por la emisión de rayos ultravioleta en el caso de que el bulbo exterior se quiebre y el tubo de arco siga operando. En caso de que lo anterior suceda, desconecte inmediatamente la energía y deje enfriar la lámpara. Posteriormente reemplace la lámpara dañada por una nueva.

Multi-Vapor® Alto Rendimiento-XL

Advertencia:

Esta lámpara puede causar serias quemaduras en la piel e inflamación en los ojos, provocados por la radiación de la banda corta ultravioleta, en el caso de ocurrir una ruptura o perforación en la envoltura externa de la lámpara, y el tubo de arco continúe funcionando. No la utilice en locales donde las personas permanecerán más que algunos minutos, a menos que estén debidamente protegidas o se implanten algunas precauciones de seguridad. Algunos tipos de lámparas que se apagan automáticamente cuando el bulbo externo sufre una ruptura o perforación (fabricadas por la empresa General Electric) se encuentran disponibles comercialmente en Estados Unidos. Estas son las lámparas autoapagables SAF-T-GARD® de Mercurio y las Multi-Vapor®.

Multi-Vapor® Watt-Miser®

Advertencia:

Esta lámpara puede causar serias quemaduras en la piel e inflamación en los ojos, provocados por la radiación de banda corta ultravioleta, en el caso de ocurrir una ruptura o perforación en la envoltura externa de la lámpara, y que los tubos en arco continúen funcionando. No la utilice en locales donde las personas permanecerán más que algunos minutos, a menos que estén debidamente protegidas o se implanten algunas precauciones de seguridad. Algunos tipos de lámparas que se apagan automáticamente cuando la envoltura externa sufre alguna ruptura o perforación-fabricadas por la empresa General Electric- se encuentran disponibles comercialmente en Estados Unidos. Estas son las lámparas autoapagables SAF-T-GARD® de mercurio y las Multi-Vapor®.

Aditivos Metálicos MQI

Características de operación de la lámpara:

Las Lámparas MQI son lámparas de alta descarga eléctrica construidas de un tubo de arco de cuarzo diseñadas para usarse con luminaria y balastro. El tubo de arco está operado sobre alta presión y a muy alta temperatura (950°C). La lámpara MQI puede causar serios problemas e irritación a ojos al mirarla directamente debido a radiación ultravioleta (UV). Estas lámparas deben ser operadas en luminarios con filtros para UV. NO USAR filtro en mal estado.

Instrucciones de Instalación / Reemplazo de Lámpara:

Desactive la energía eléctrica que alimenta a la lámpara antes de instalarla o reemplazarla. Espere que la luminaria y la lámpara se enfríe. Instale la lámpara en luminarias cerradas con cristal resistente a altas temperaturas o algún otro tipo de protección resistente a altas temperaturas. Si la lámpara es tocada directamente con la mano limpie la lámpara con una franela humedecida con alcohol frotando la franela a lo largo de la lámpara.

Instrucciones de Operación:

La lámpara debe ser operada utilizando un balastro a tierra y arrancador. Estos deben ser compatibles con los especificados aprobadas por GE. El consumo de electricidad total debe ser la suma de los Watts del balastro más los Watts de la lámpara. No operar la lámpara a más del 110% de rango de Watts de la lámpara. La lámpara MQI puede ser operada durante 24 horas/día durante 7 días/semana y debe de ser apagada durante un período de 15 min. (cada semana).

ROY ALPHA: MTM VR 1500 HBU

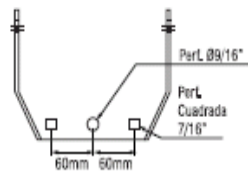
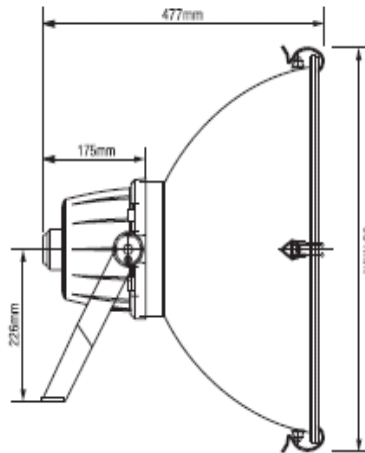
PC-AE



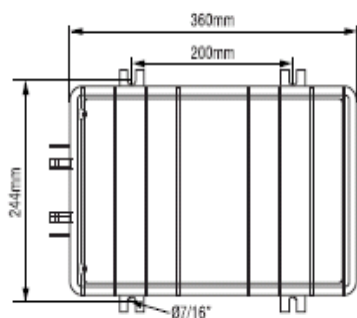
PROYECTOR
CIRCULAR DE ALTA
EFICIENCIA

ROY
ALPHA | 
ilumina el progreso

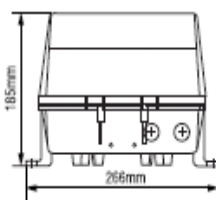
El Proyector Circular de Alta Eficiencia PC-AE garantiza soluciones de alta tecnología, desempeño, funcionalidad y ahorro energético, en la iluminación de escenarios deportivos como: campos de fútbol, béisbol, softball, etc., cumpliendo con los parámetros fotométricos recomendados por las normas internacionales y requeridos para la transmisión por televisión. Es igualmente apropiado para la iluminación de grandes zonas de parqueo, fachadas, monumentos, exteriores de bodegas y plantas industriales, entre otras aplicaciones.



Detalle del Soporte en "U"



Cofre Portaequipos



ÍNDICE DE PROTECCIÓN ENTRADA DE POLVO Y AGUA:

Conjunto Óptico/Eléctrico: IP 65/65

ÍNDICE DE PROTECCIÓN AL IMPACTO (VIDRIO):

IK - 08

PROTECCIÓN ELÉCTRICA:

Clase I

BALASTOS UTILIZADOS:

Tipo Autorregulado (CWA) Multitap: 120/208/240/277V

NORMAS:

NTC2230 - IEC598

- Sistema de reglaje para el portalámpara, permite diferentes aperturas del haz luminoso

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- 1 Reflector:** Fabricado en aluminio de alta pureza. Permite un control exacto del haz luminoso y una gran eficiencia gracias a su diseño parabólico y a su proceso de brillo químico y tratamiento anódico, para garantizar una alta resistencia a la intemperie.
- 2 Cierre:** Vidrio templado de seguridad resistente a los choques térmicos y mecánicos, sellado al reflector mediante un empaque esponjoso de EPDM y cierres de acero inoxidable, que facilitan el recambio de la lámpara.
- 3 Cono de Acoplamiento:** En inyección de aluminio, con acabado en pintura poliésterica aplicada electrostáticamente. Alberga el portalámpara y permite la entrada de los cables de alimentación.
- 4 Orientación:** Equipado con guías de orientación vertical y horizontal (opcional).
- 5 Soporte en "U":** En acero galvanizado con acabado en pintura poliésterica electrostática, permite la fijación directa del proyector a diferentes elementos según la instalación.
- 6 Cofre Portaequipos:** Fabricado en inyección de aluminio. Su diseño permite una excelente disipación térmica que garantiza la vida de los elementos eléctricos. Su acabado con pintura poliésterica electrostática, asegura resistencia a la intemperie. Es de fácil instalación y mantenimiento.
- 7 Tornillería:** En acero.

PC - AE

Flujo luminoso:	Color:	Ra:
145.000 lm	4.000 °K	75
Metal halide:		
1500W		
Altura de montaje recomendada:		
15 - 35 m		
Peso:		
Proyector sin lámpara: 6 Kg		
Cofre portaequipos:		
Min.: 11,6 Kg Máx.: 16,5 Kg		
Lámpara tipo:		
MTM VR 1500 HBU		

Visite nuestra página Web: www.royalpha.com.co



Las descripciones, dimensiones y características presentadas en este catálogo, son de carácter informativo. ROY ALPHA S.A. se reserva el derecho de efectuar sin previo aviso, las modificaciones que considere necesarias en sus productos.



IMPRESIÓN: STAPEL ■ PRECISORES

DICIEMBRE 2007

SATURNO II HQI-TS 2000 W DS/SP

SATURNO II C | Proyectores exteriores circulares con carcasa robusta



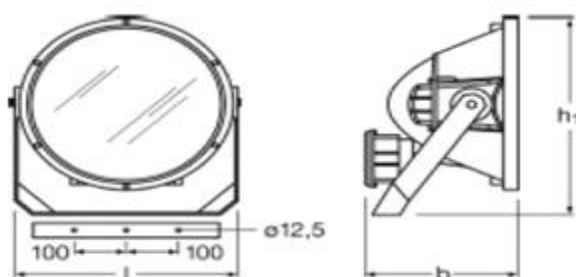
- Espacios públicos, instalaciones deportivas
- Aparcamientos de vehículos cubiertos y al aire libre – incluso próximos al mar

Beneficios del producto

- Carcasa especialmente robusta

Características del producto

- Carcasa de aluminio pulido con chorro de arena, tratado con nanotecnología
- Recubrimiento de polvo epoxipoliéster para una protección óptima contra la corrosión
- Reflector simétricamente giratorio fabricado en aluminio reflejado
- Temperatura de funcionamiento: -20...35 °C)



Prod.line drw, front, mixed dimensions



Datos técnicos

Datos eléctricos

Modo de funcionamiento	Equipo de control convencional (ECC)
Potencia de la lámpara	2000 W
Frecuencia de red	50 Hz
Tensión	230 V

Datos técnicos de iluminación

Ángulo de radiación	8 °
Distribución luminosa	Rotación simétrica
Flujo luminoso	200.000 lm
Reproducción del color Ra	80
Temperatura del color	4300 °K

Dimensiones

Largo	520.0 mm
Ancho	360.0 mm
Alto	580.0 mm
Distancia entre taladros longitud	100.0 mm

Colores y materiales

Material del cuerpo	Aluminio
Color del producto	Antracita
Material cobertura	Vidrio

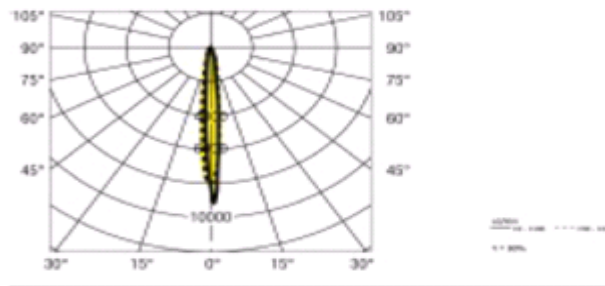
Temperaturas

Margen de temperatura ambiente	-20...+35 °C
--------------------------------	--------------

Datos adicionales del producto

Número de fuentes de luz	1
Equipado con lámpara	No
Tipo de reflector	Simétricamente giratorio
Mounting type_DX	2048

Hoja de datos de producto



Distribución de la intensidad luminosa

Capacidades

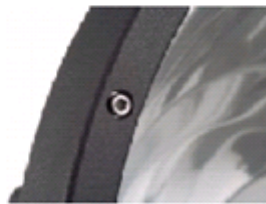
Tipo de montaje	Montaje
Ajustable	Si
Tipo de sujeción	-
Tipo de conexión	Enchufe
Denominación del portalámparas	K12s-36
Accesorios	BOX HQI-TS 2000 W DS 11.3 A (4008321414205)

Certificados & Normas

Test filamento incand. según IEC 695-2-1	850 °C
Tipo de protección	insulation class I (protective earthing)
Tipo de protección	IP65
Protección contra ignición y fuego	F
Clase de protección IK (resistente a gol	IK08

Equipamiento / Accesorios

- Apto para lámpara de halogenuros metálicos HQI-TS 2.000 W
- Pantalla anti-reflejo disponible como accesorio
- Ignitor integrado



Detail

Logistical Data

Código del producto	Unidad de embalaje (Piezas/unidad)	Dimensiones (alto x ancho x largo)	Peso bruto	Volúmen
4008321414076	Embalaje de envío 1	415 mm x 550 mm x 555 mm	17675.00 g	126.68 dm ³

BALASTRO Y ARRANCADOR PARA LÁMPARAS DE HALOGENUROS METÁLICOS

Kit Ballast + Ignitor 2000W MH

PHOTO ELECTRONICS 2012

Ballast

Tipo/Type	WS-2000/BM
Tensione/Main Supply	208/440V 60Hz
Power Factor	0,9
D TC°	65
Corrente nominale/ Rated current	10,79A - 208V 5,90A - 380V 5,10A - 440V
Corrente di avviamento/ Starting current	10% I _r - 1 min
C rifasam./Rephasing Capac.	60uF
Peso/Weight	20,3 Kg.

Nota : Ballast ad alto isolamento, incapsulato in resina epossidica. A richiesta può essere inserito in box IP66 di alluminio pressofuso. Nel medesimo è anche ricavato lo spazio per alloggiare i rimanenti accessori.

Note : Highly insulated ballast, epoxy resin encased. Available also into die-cast aluminium IP66 box .
The box is also suitable to install the other accessories.

Ignitor

Tipo/Type	WS-07
V ingresso/Input Voltage	208-440V(*)
Impulso acc./Ignition Pulse	34-35 KV
T° amb. min./max di funzion.	
Min/max operat. enviro. m. T°	-25+85°
Pos. fase imp./Phase pulse pos.	60-75°
Assorbimento/Absorption	1,5 A
Tempo di autospegnimento Self-switch-off time	10 sec.
Peso / Weight	0,50 Kg.

Nota : Accenditore in contenitore nylon riempito con resina epossidica. Non utilizzabile al posto degli accenditori convenzionali.

Note : Ignitor on nylon reinforced case epoxy resin filled.
(*) Available also to operate at 480V-60Hz mains.
To not utilize to replace conventional Ignitors.

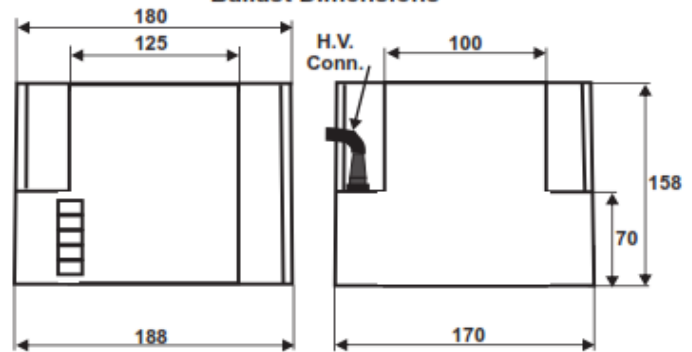
Esempi di lampade utilizzabili Example of suitable lamps

PHILIPS MHN-LA /956/842 2000W (Long Arc) PHILIPS
MHN-SA/SE /956/842 1800/2000W (ArenaVision)
OSRAM HQI-TS 2000W/D 6000°K
SYLVANIA HSI-TD 2000W/D
VENTURE MBIL S 2000 (RX7)
THORN 2000W (frosted quartz, RX7)

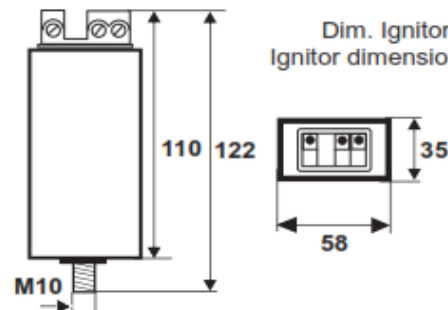
NOTA: Tutte le lampade del tipo a doppio attacco, devono essere modificate, aggiungendo il filo di innescamento (vedi figura). Usare filo di nickel-cromo di diametro circa 0,5 mm.

NOTE: All double-ended lamps have to be modified, adding the Ignition Wire (see figure).
Use nickel-chromium wire about 0,50 mm. diameter.

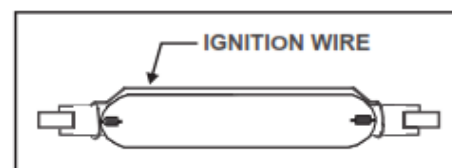
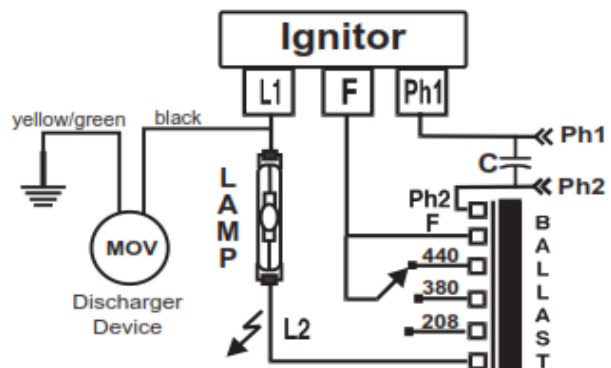
Dimensioni Ballast Ballast Dimensions



Dim. Ignitor Ignitor dimensions



Schema di collegam. Wiring conn. scheme



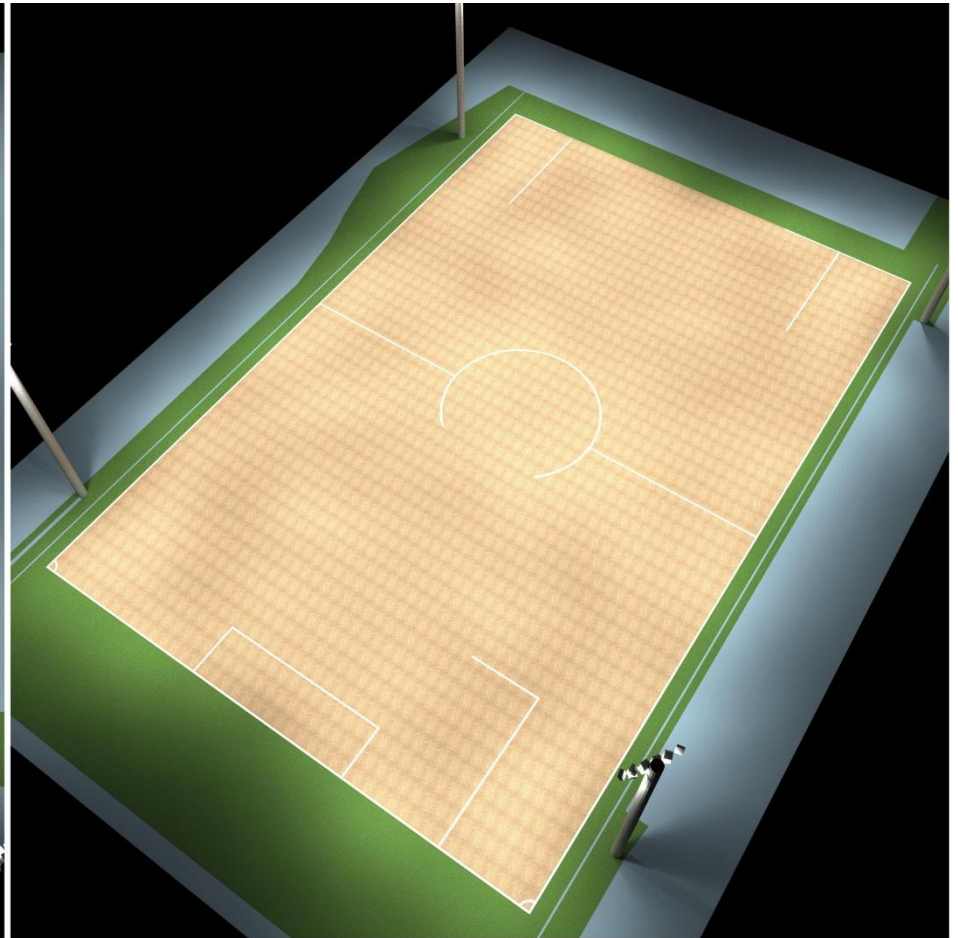
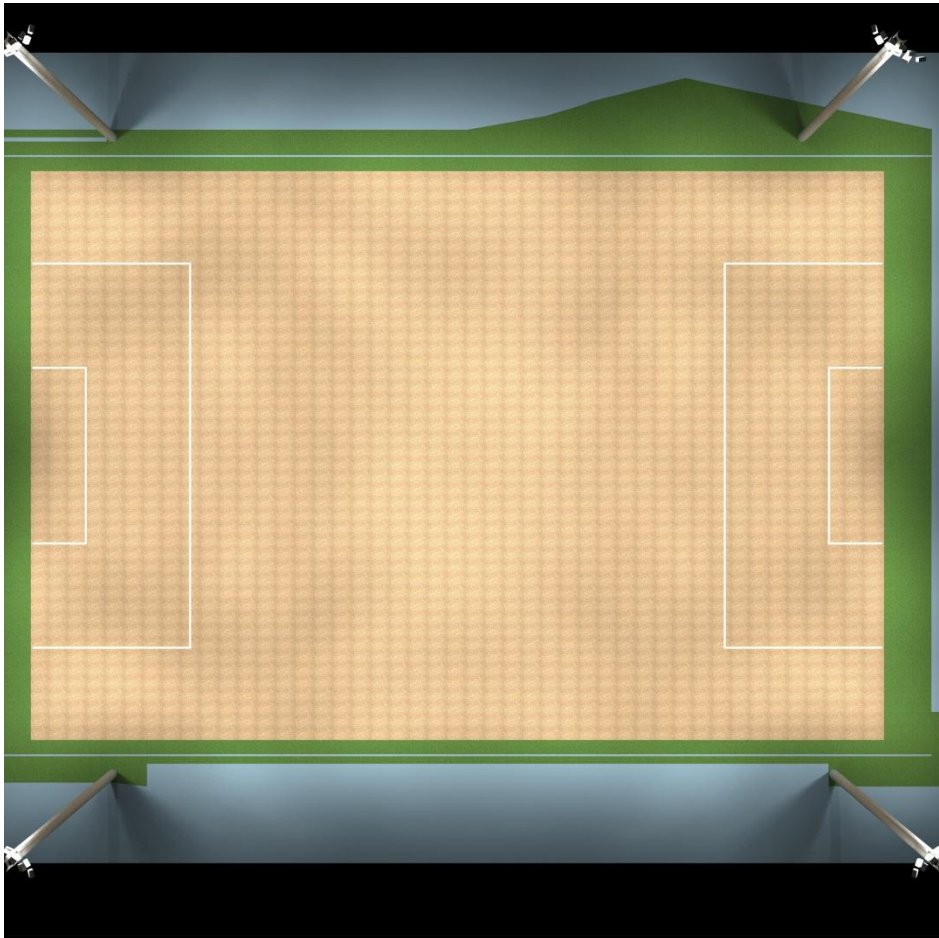
ANEXO C POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA SUR

POSTE	LUMINARIA	REFERENCIA	TIPO	POSICIÓN			ROTACIÓN RESPECTO A EJE X			PUNTO DE ALINEACIÓN			ANGULO REGLETA	ROTACIÓN RESPECTO A LA REGLETA		
				X [m]	Y [m]	Z [m]*	Z [°]	C0 [°]	C90 [°]	X [m]	Y [m]	Z [m]	θ [°]	δ [°] = Z [°] - θ [°]	C0 [°]	C90 [°]
P1	P1L1	MVF404	B2	86,388	-1,9	24,3	354,842	63,4094	0	90,752	46,449	0	32,55914413	322,2828559	63,4094	0
	P1L2	MVF404	B6	85,63	-2,384	24,3	8,6774	52,513	0	81,019	27,83	0		-23,8817441	52,513	0
	P1L3	MVF404	B6	84,871	-2,868	24,3	27,3945	54,4618	0	69,782	26,248	0		-5,16464413	54,4618	0
	P1L4	MVF404	B6	84,112	-3,352	24,3	42,1249	52,8996	0	63,325	19,633	0		9,565755874	52,8996	0
	P1L5	MVF404	B5	83,354	-3,837	24,3	62,2271	58,9774	0	47,603	14,991	0		29,66795587	58,9774	0
	P1L6	MVF404	B5	82,595	-4,321	24,3	78,755	53,9854	0	49,809	2,198	0		46,19585587	53,9854	0
	P1L7	MVF404	B8	85,63	-2,384	23,4	330,529	16,1362	0	88,917	3,433	0		297,9698559	16,1362	0
	P1L8	MVF404	B8	84,871	-2,868	23,4	34,2612	29,9751	0	77,334	8,197	0		1,702055874	29,9751	0
	P1L9	MVF404	B4	84,112	-3,352	23,4	49,724	62,1948	0	50,963	24,736	0		17,16485587	62,1948	0
	P1L10	MVF404	B7	83,354	-3,837	23,4	71,9561	42,7822	0	63,82	2,527	0		39,39695587	42,7822	0
P2	P2L1	MVF404	B5	79,308	64,327	24,3	102,463	53,2	0	47,591	57,317	0	-32,75434909	135,2173491	53,2	0
	P2L2	MVF404	B5	80,065	63,84	24,3	119,882	56,9468	0	47,687	45,235	0		152,6363491	56,9468	0
	P2L3	MVF404	B6	80,822	63,354	24,3	145,957	49,7621	0	65,304	40,384	0		178,7113491	49,7621	0
	P2L4	MVF404	B6	81,58	62,867	24,3	160,353	54,3	0	70,619	32,164	0		193,1073491	54,3	0
	P2L5	MVF404	B6	82,337	62,381	24,3	179,809	50,0692	0	82,243	34,359	0		212,5633491	50,0692	0
	P2L6	MVF404	B2	83,094	61,894	24,3	189,113	63,1683	0	90,703	14,461	0		221,8673491	63,1683	0
	P2L7	MVF404	B7	80,065	63,84	23,4	119,075	40,6565	0	63,411	54,58	0		151,8293491	40,6565	0
	P2L8	MVF404	B4	80,822	63,354	23,4	133,524	59,9851	0	52,035	36,013	0		166,2783491	59,9851	0
	P2L9	MVF404	B8	81,58	62,867	23,4	156,945	22,9398	0	77,739	53,843	0		189,6993491	22,9398	0
	P2L10	MVF404	B8	82,337	62,381	23,4	234,465	20,1186	0	89,237	57,453	0		267,2193491	20,1186	0

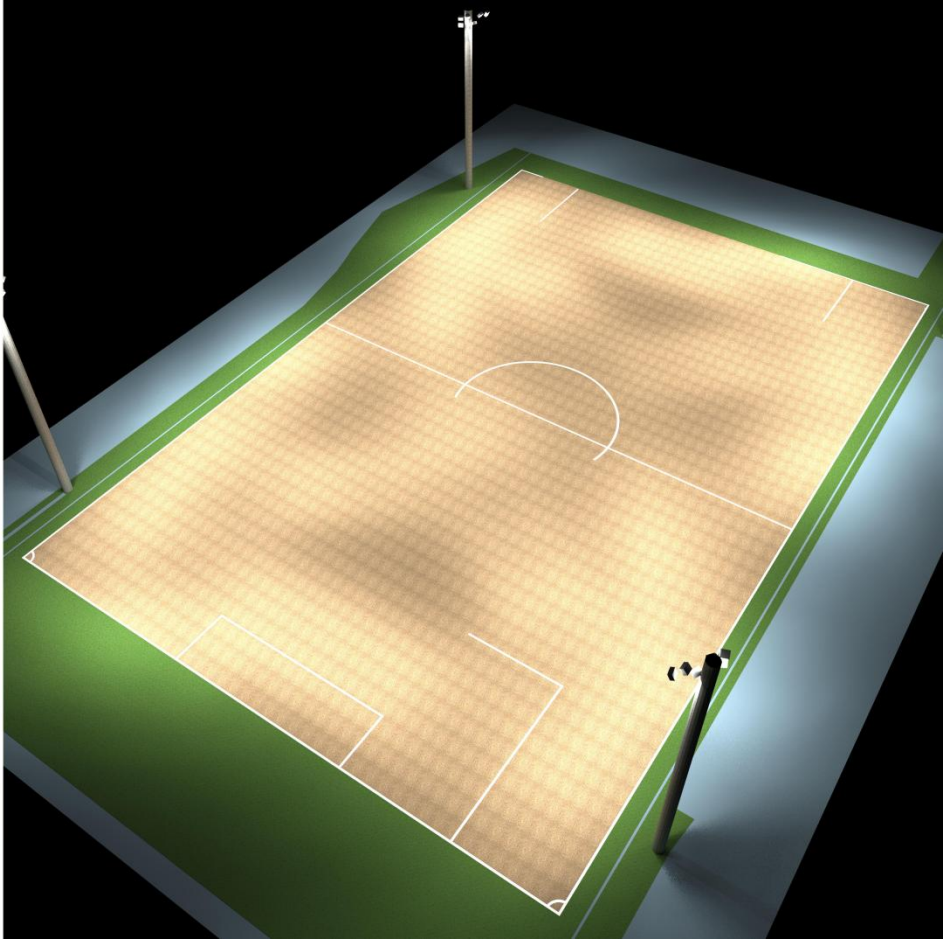
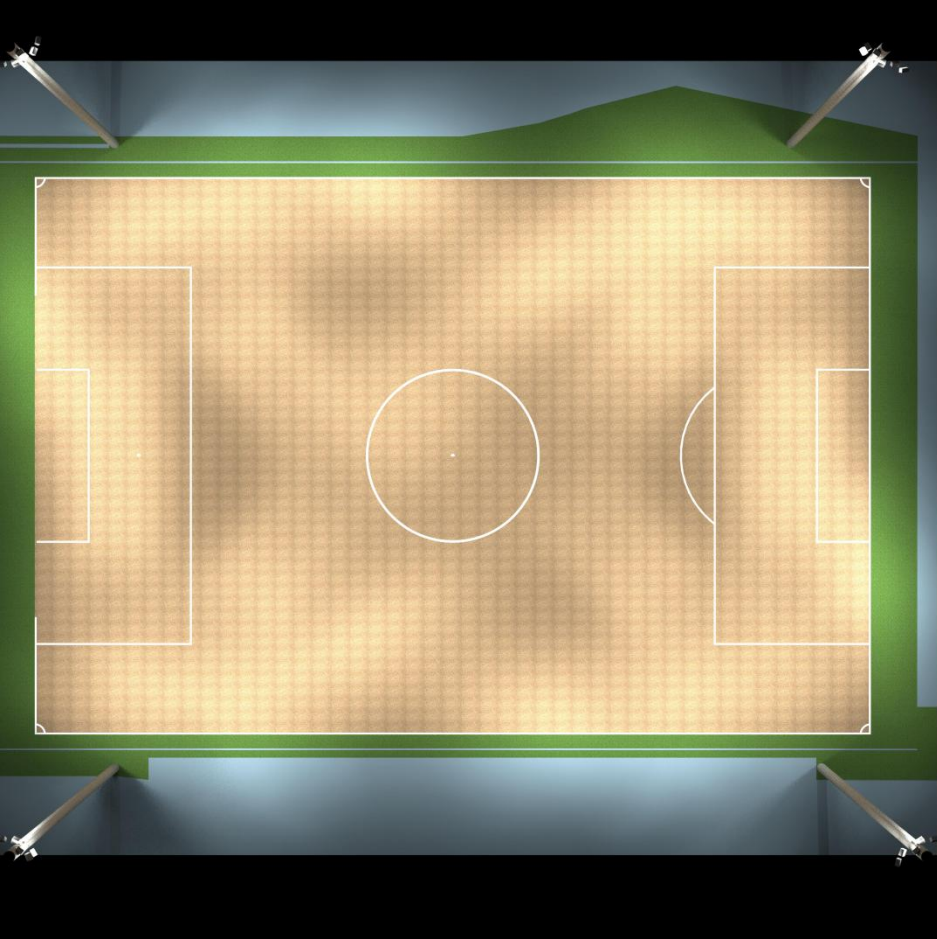
P3	P3L1	MVF404	B2	6,91	61,888	24,3	170,801	63,0812	0	-0,741	14,645	0	32,89581462	137,9051854	63,0812	0
	P3L2	MVF404	B6	7,666	62,377	24,3	180,235	50,1	0	7,781	34,324	0		147,3391854	50,1	0
	P3L3	MVF404	B6	8,421	62,866	24,3	199,124	52,867	0	18,562	33,62	0		166,2281854	52,867	0
	P3L4	MVF404	B6	9,177	63,355	24,3	214,445	49,8	0	24,877	40,464	0		181,5491854	49,8	0
	P3L5	MVF404	B5	9,932	63,844	24,3	236,864	54,2554	0	38,203	45,389	0		203,9681854	54,2554	0
	P3L6	MVF404	B5	10,688	64,333	24,3	259,661	52,3453	0	41,669	58,681	0		226,7651854	52,3453	0
	P3L7	MVF404	B8	7,666	62,377	23,4	126,446	20,2678	0	0,79	57,299	0		93,55018538	20,2678	0
	P3L8	MVF404	B8	8,421	62,866	23,4	201,673	22,3107	0	11,932	54,031	0		168,7771854	22,3107	0
	P3L9	MVF404	B4	9,177	63,355	23,4	226,389	62,3148	0	40,794	33,235	0		193,4931854	62,3148	0
	P3L10	MVF404	B7	9,932	63,844	23,4	249,99	40,2381	0	27,571	57,421	0		217,0941854	40,2381	0
P4	P4L1	MVF404	B5	10,684	-4,339	24,3	281,35	52,8724	0	42,155	1,978	0	-33,12524758	314,4752476	52,8724	0
	P4L2	MVF404	B7	9,93	-3,847	24,3	291,062	38,6732	0	27,126	2,775	0		324,1872476	38,6732	0
	P4L3	MVF404	B6	9,176	-3,356	24,3	323,005	49,74	0	25,844	18,767	0		356,1302476	49,74	0
	P4L4	MVF404	B6	8,422	-2,865	24,3	338,386	53,9021	0	20,258	27,009	0		371,5112476	53,9021	0
	P4L5	MVF404	B6	7,668	-2,373	24,3	358,581	49,7	0	8,353	25,279	0		391,7062476	49,7	0
	P4L6	MVF404	B2	6,914	-1,882	24,3	9,2669	63,9659	0	-1,097	47,216	0		42,39214758	63,9659	0
	P4L7	MVF404	B5	9,93	-3,847	23,4	299,602	57,7943	0	42,232	14,504	0		332,7272476	57,7943	0
	P4L8	MVF404	B4	9,176	-3,356	23,4	313,276	60,6077	0	38,812	24,549	0		346,4012476	60,6077	0
	P4L9	MVF404	B8	8,422	-2,865	23,4	335,247	21,9761	0	12,336	5,624	0		368,3722476	21,9761	0
	P4L10	MVF404	B8	7,668	-2,373	23,4	47,5528	21,3008	0	1,005	3,721	0		80,67804758	21,3008	0

* Las alturas de los proyectores consignadas anteriormente están referenciadas al nivel del terreno de juego.

ANEXO D VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA SUR. COMPETICIÓN



ANEXO E VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA SUR. ENTRENAMIENTO



ANEXO F POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA 1RO MARZO CLASE III

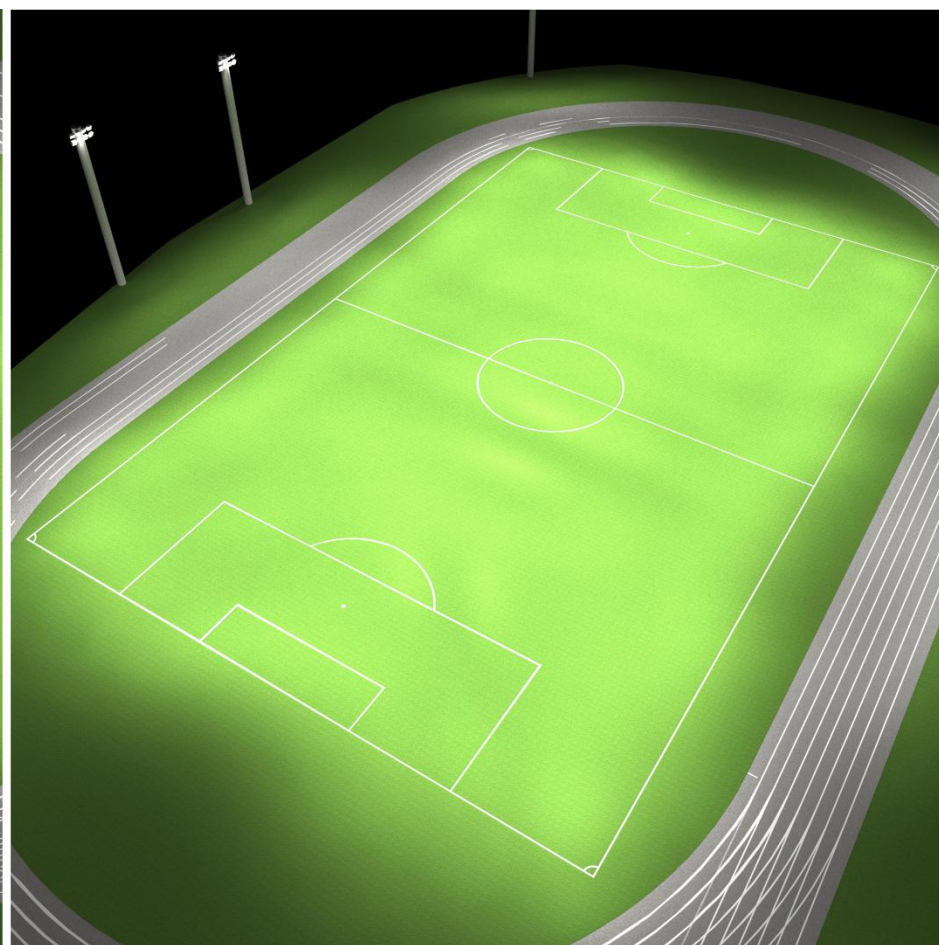
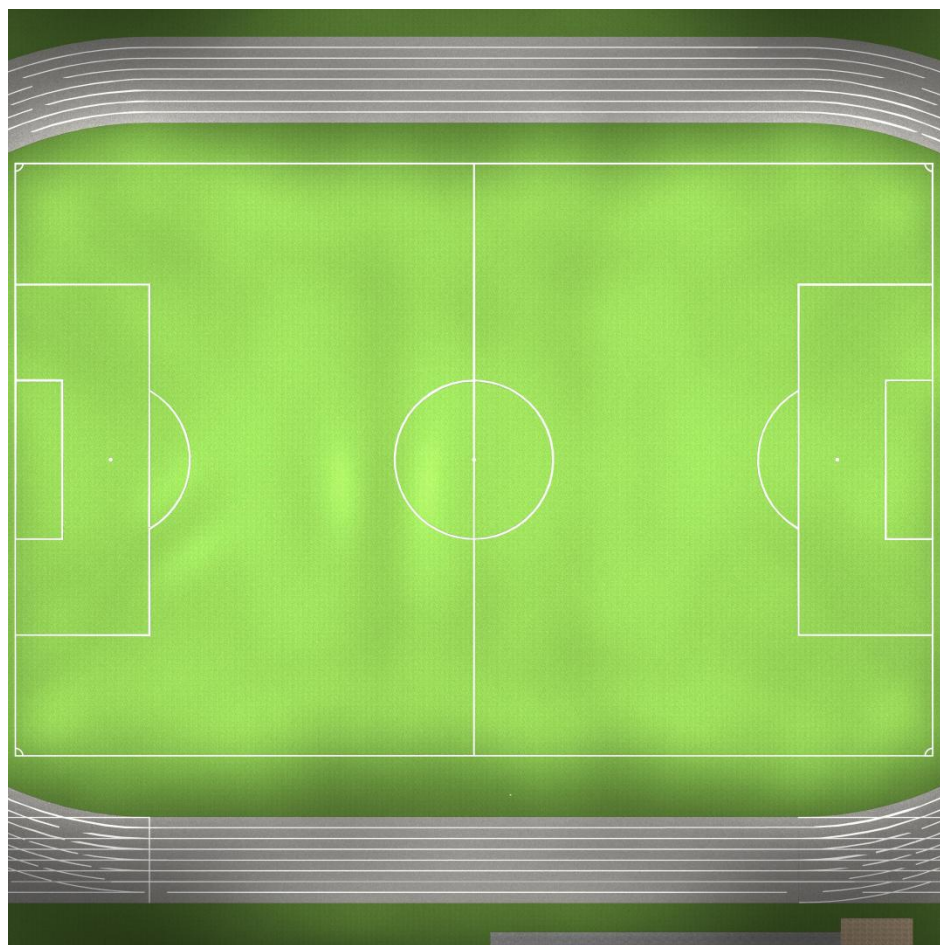
POSTE	LUMINARIA	REFERENCIA	TIPO	POSICIÓN			ROTACIÓN RESPECTO A EJE X			PUNTO DE ALINEACIÓN			ANGULO REGLETA	ROTACIÓN RESPECTO A LA REGLETA		
				X [m]	Y [m]	Z [m]*	Z [°]	C0 [°]	C90 [°]	X [m]	Y [m]	Z [m]	θ [°]	δ [°] = Z [°] - θ [°]	C0 [°]	C90 [°]
P1	P1L1	MVF404	B2	128,265	83,718	25,7	118,019	64,4977	0	80,704	58,409	0	-46,98113955	165,0001396	64,4977	0
	P1L2	MVF404	B2	128,879	83,06	25,7	123,189	66,2484	0	80,003	51,09	0		170,1701396	66,2484	0
	P1L3	MVF404	B3	129,493	82,402	25,7	124,49	53,8568	0	100,49	62,477	0		171,4711396	53,8568	0
	P1L4	MVF404	B2	130,107	81,743	25,7	135,392	68,0458	0	85,334	36,353	0		182,3731396	68,0458	0
	P1L5	MVF404	B2	130,72	81,085	25,7	139,359	66,1066	0	92,935	37,064	0		186,3401396	66,1066	0
	P1L6	MVF404	B2	131,334	80,427	25,7	147,984	64,5711	0	102,677	34,595	0		194,9651396	64,5711	0
	P1L7	MVF404	B2	128,265	83,718	24,8	109,772	64,6524	0	78,999	66,009	0		156,7531396	64,6524	0
	P1L8	MVF404	B3	128,879	83,06	24,8	114,619	59,59	0	90,466	65,458	0		161,6001396	59,59	0
	P1L9	MVF404	B2	129,493	82,402	24,8	127,359	65,1458	0	86,937	49,914	0		174,3401396	65,1458	0
	P1L10	MVF404	B2	130,107	81,743	24,8	130,371	67,7321	0	83,964	42,513	0		177,3521396	67,7321	0
	P1L11	MVF404	B3	130,72	81,085	24,8	135,365	58,7838	0	101,967	51,964	0		182,3461396	58,7838	0
	P1L12	MVF404	B2	131,334	80,427	24,8	143,695	61,5728	0	104,208	43,506	0		190,6761396	61,5728	0
P2	P2L1	MVF404	B2	131,334	-12,377	25,7	32,047	64,5621	0	102,664	33,421	0	46,98113955	-14,9341396	64,5621	0
	P2L2	MVF404	B2	130,72	-13,035	25,7	40,7964	67,0998	0	90,969	33,023	0		-6,18473955	67,0998	0
	P2L3	MVF404	B2	130,107	-13,693	25,7	44,6676	68,6092	0	83,984	32,968	0		-2,31353955	68,6092	0
	P2L4	MVF404	B3	129,493	-14,351	25,7	55,8643	53,9872	0	100,228	5,489	0		8,883160446	53,9872	0
	P2L5	MVF404	B2	128,879	-15,01	25,7	56,8108	66,2489	0	80,002	16,961	0		9,829660446	66,2489	0
	P2L6	MVF404	B2	128,265	-15,668	25,7	62,0475	64,4686	0	80,737	9,553	0		15,06636045	64,4686	0
	P2L7	MVF404	B2	131,334	-12,377	24,8	37,8921	64,3807	0	99,571	28,436	0		-9,08903955	64,3807	0
	P2L8	MVF404	B3	130,72	-13,035	24,8	44,7313	59,1696	0	101,476	16,484	0		-2,24983955	59,1696	0
	P2L9	MVF404	B2	130,107	-13,693	24,8	49,63	67,7324	0	83,963	25,537	0		2,648860446	67,7324	0
	P2L10	MVF404	B2	129,493	-14,351	24,8	52,6146	65,3802	0	86,492	18,508	0		5,633460446	65,3802	0
	P2L11	MVF404	B3	128,879	-15,01	24,8	65,3368	59,9116	0	89,981	2,851	0		18,35566045	59,9116	0
	P2L12	MVF404	B2	128,265	-15,668	24,8	70,3134	64,6886	0	78,892	1,997	0		23,33226045	64,6886	0

P3	P3L1	MVF404	B2	-25,984	80,427	25,7	211,751	64,8832	0	2,865	33,81	0	46,98113955	164,7698604	64,8832	0
	P3L2	MVF404	B2	-25,37	81,085	25,7	220,069	66,6595	0	12,969	35,507	0		173,0878604	66,6595	0
	P3L3	MVF404	B2	-24,757	81,743	25,7	224,738	68,212	0	20,497	36,073	0		177,7568604	68,212	0
	P3L4	MVF404	B3	-24,143	82,402	25,7	235,771	54,3811	0	5,516	62,224	0		188,7898604	54,3811	0
	P3L5	MVF404	B2	-23,529	83,06	25,7	235,578	66,6516	0	25,582	49,405	0		188,5968604	66,6516	0
	P3L6	MVF404	B2	-22,915	83,718	25,7	241,091	65,0805	0	25,509	56,977	0		194,1098604	65,0805	0
	P3L7	MVF404	B2	-25,984	80,427	24,8	216,286	63,0507	0	2,884	41,107	0		169,3048604	63,0507	0
	P3L8	MVF404	B3	-25,37	81,085	24,8	224,903	58,5519	0	3,256	52,362	0		177,9218604	58,5519	0
	P3L9	MVF404	B2	-24,757	81,743	24,8	229,512	68,2202	0	22,448	41,443	0		182,5308604	68,2202	0
	P3L10	MVF404	B2	-24,143	82,402	24,8	231,378	64,8608	0	17,146	49,415	0		184,3968604	64,8608	0
	P3L11	MVF404	B3	-23,529	83,06	24,8	245,983	59,9168	0	15,576	65,635	0		199,0018604	59,9168	0
	P3L12	MVF404	B2	-22,915	83,718	24,8	249,647	64,0899	0	24,948	65,963	0		202,6658604	64,0899	0
P4	P4L1	MVF404	B2	-30,758	-20,572	28,9	297,721	65,4047	0	25,132	8,797	0	-47,02453805	344,745538	65,4047	0
	P4L2	MVF404	B2	-31,372	-19,913	28,9	303,306	66,7342	0	24,803	16,996	0		350,330538	66,7342	0
	P4L3	MVF404	B2	-31,986	-19,255	28,9	303,618	56,8345	0	4,84	5,229	0		350,642538	56,8345	0
	P4L4	MVF404	B1	-32,6	-18,597	28,9	314,427	68,2381	0	19,101	32,079	0		361,451538	68,2381	0
	P4L5	MVF404	B2	-33,214	-17,939	28,9	317,934	66,3362	0	10,971	31,02	0		364,958538	66,3362	0
	P4L6	MVF404	B2	-33,827	-17,281	28,9	323,655	65,1527	0	3,16	32,988	0		370,679538	65,1527	0
	P4L7	MVF404	B2	-30,758	-20,572	28	292,947	64,0914	0	22,322	1,902	0		339,971538	64,0914	0
	P4L8	MVF404	B2	-31,372	-19,913	28	300,1	63,6491	0	17,532	8,436	0		347,124538	63,6491	0
	P4L9	MVF404	B2	-31,986	-19,255	28	305,459	66,7408	0	21,075	18,536	0		352,483538	66,7408	0
	P4L10	MVF404	B1	-32,6	-18,597	28	308,26	67,9525	0	21,687	24,215	0		355,284538	67,9525	0
	P4L11	MVF404	B2	-33,214	-17,939	28	311,522	61,0779	0	4,727	15,654	0		358,546538	61,0779	0
	P4L12	MVF404	B2	-33,827	-17,281	28	318,711	64,1367	0	4,285	26,118	0		365,735538	64,1367	0
P5	P5L1	MVF404	B2	64,499	94,979	22,5	175,783	69,7934	0	60,003	34,013	0	0	175,783	69,7934	0
	P5L2	MVF404	B2	65,399	94,979	22,5	170,189	67,883	0	55,965	40,425	0		170,189	67,883	0
	P5L3	MVF404	B3	66,299	94,979	22,5	184,7	64,2379	0	70,119	48,514	0		184,7	64,2379	0
	P5L4	MVF404	B4	67,199	94,979	22,5	193,587	56,4008	0	75,006	62,676	0		193,587	56,4008	0
	P5L5	MVF404	B4	64,499	94,979	21,6	165,352	62,588	0	54,188	55,53	0		165,352	62,588	0
	P5L6	MVF404	B2	65,399	94,979	21,6	182,683	70,2148	0	68,21	35	0		182,683	70,2148	0
	P5L7	MVF404	B4	66,299	94,979	21,6	170,944	55,601	0	61,425	64,401	0		170,944	55,601	0

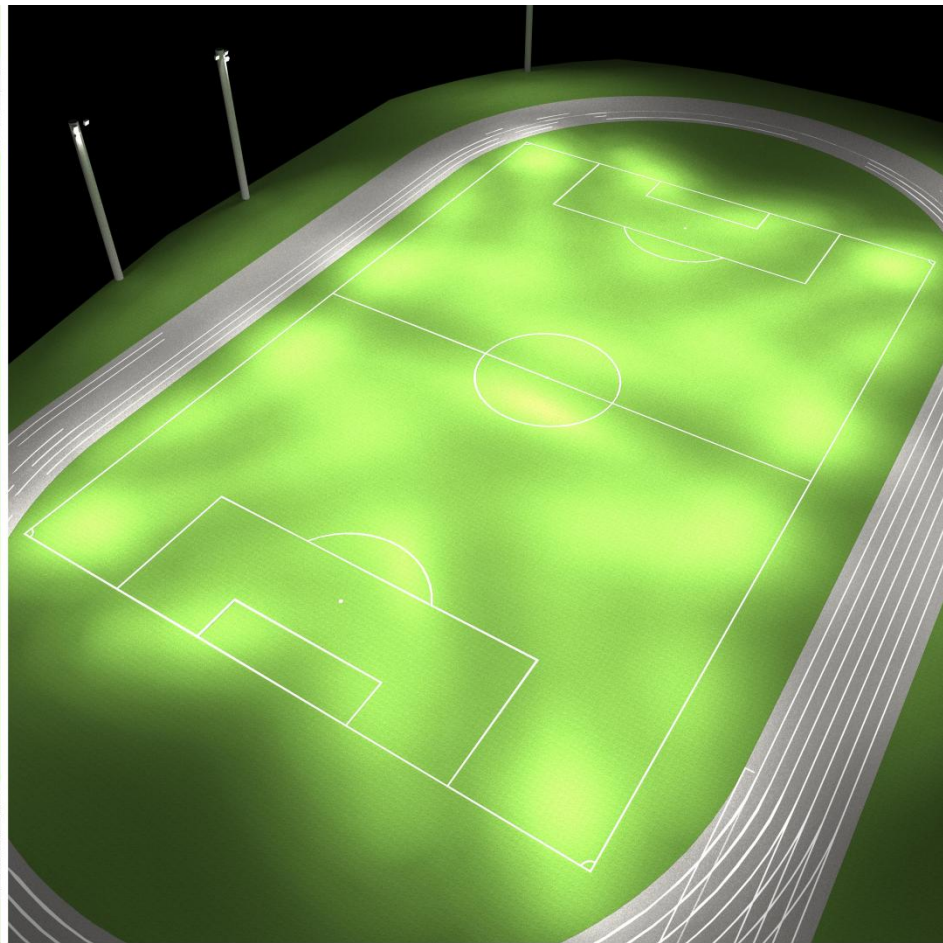
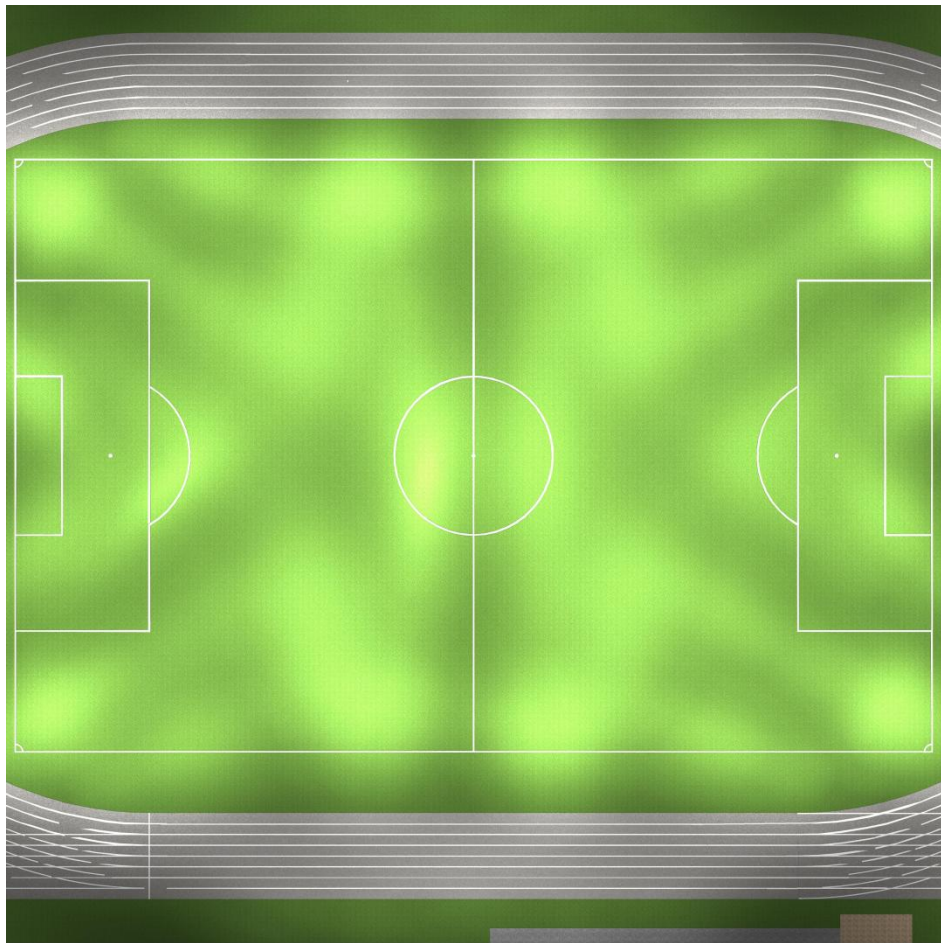
	P5L8	MVF404	B2	67,199	94,979	21,6	190,007	69,8571	0	77,432	36,987	0		190,007	69,8571	0
P6	P6L1	MVF404	B4	38,162	94,979	22,5	164,635	56,7613	0	29,236	62,495	0	0	164,635	56,7613	0
	P6L2	MVF404	B3	39,062	94,979	22,5	174,16	65,2053	0	34,106	46,525	0		174,16	65,2053	0
	P6L3	MVF404	B2	39,962	94,979	22,5	190,087	66,7969	0	49,155	43,302	0		190,087	66,7969	0
	P6L4	MVF404	B2	40,862	94,979	22,5	184,965	69,2999	0	46,015	35,658	0		184,965	69,2999	0
	P6L5	MVF404	B2	38,162	94,979	21,6	170,57	69,9605	0	28,459	36,561	0		170,57	69,9605	0
	P6L6	MVF404	B4	39,062	94,979	21,6	183,528	56,0817	0	41,002	63,515	0		183,528	56,0817	0
	P6L7	MVF404	B2	39,962	94,979	21,6	177,604	70,0436	0	37,475	35,545	0		177,604	70,0436	0
	P6L8	MVF404	B4	40,862	94,979	21,6	195,73	58,9932	0	50,415	61,06	0		195,73	58,9932	0
P7	P7L1	MVF404	B4	66,549	-26,921	22,5	345,608	56,5825	0	74,866	5,49	0	0	345,608	56,5825	0
	P7L2	MVF404	B3	65,649	-26,921	22,5	354,4	64,4974	0	70,251	20,021	0		354,4	64,4974	0
	P7L3	MVF404	B2	64,749	-26,921	22,5	8,7754	67,8117	0	56,333	27,6	0		8,7754	67,8117	0
	P7L4	MVF404	B2	63,849	-26,921	22,5	3,1607	69,6099	0	60,511	33,519	0		3,1607	69,6099	0
	P7L5	MVF404	B2	66,549	-26,921	21,6	349,194	69,7311	0	77,515	30,532	0		349,194	69,7311	0
	P7L6	MVF404	B4	65,649	-26,921	21,6	8,2437	55,4983	0	61,226	3,606	0		8,2437	55,4983	0
	P7L7	MVF404	B2	64,749	-26,921	21,6	356,659	70,0573	0	68,218	32,509	0		356,659	70,0573	0
	P7L8	MVF404	B4	63,849	-26,921	21,6	13,4856	63,314	0	54,042	13,973	0		13,4856	63,314	0
P8	P8L1	MVF404	B1	40,862	-26,921	22,5	353,729	69,5865	0	47,466	33,174	0	0	353,729	69,5865	0
	P8L2	MVF404	B2	39,962	-26,921	22,5	350,396	66,4869	0	48,59	24,068	0		350,396	66,4869	0
	P8L3	MVF404	B3	39,062	-26,921	22,5	5,9772	63,784	0	34,304	18,524	0		5,9772	63,784	0
	P8L4	MVF404	B4	38,162	-26,921	22,5	17,5106	55,7354	0	28,409	3,993	0		17,5106	55,7354	0
	P8L5	MVF404	B4	40,862	-26,921	21,6	342,102	58,8345	0	51,624	6,405	0		342,102	58,8345	0
	P8L6	MVF404	B1	39,962	-26,921	21,6	2,4336	70,0157	0	37,44	32,422	0		2,4336	70,0157	0
	P8L7	MVF404	B4	39,062	-26,921	21,6	355,559	57,0915	0	41,598	5,728	0		355,559	57,0915	0
	P8L8	MVF404	B2	38,162	-26,921	21,6	10,8441	69,5389	0	27,27	29,937	0		10,8441	69,5389	0

* Las alturas de los proyectores consignadas anteriormente están referenciadas al nivel del terreno de juego.

ANEXO G VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA 1RO DE MARZO CLASE III. COMPETICIÓN



ANEXO H VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA 1RO DE MARZO (CLASE III). ENTRENAMIENTO

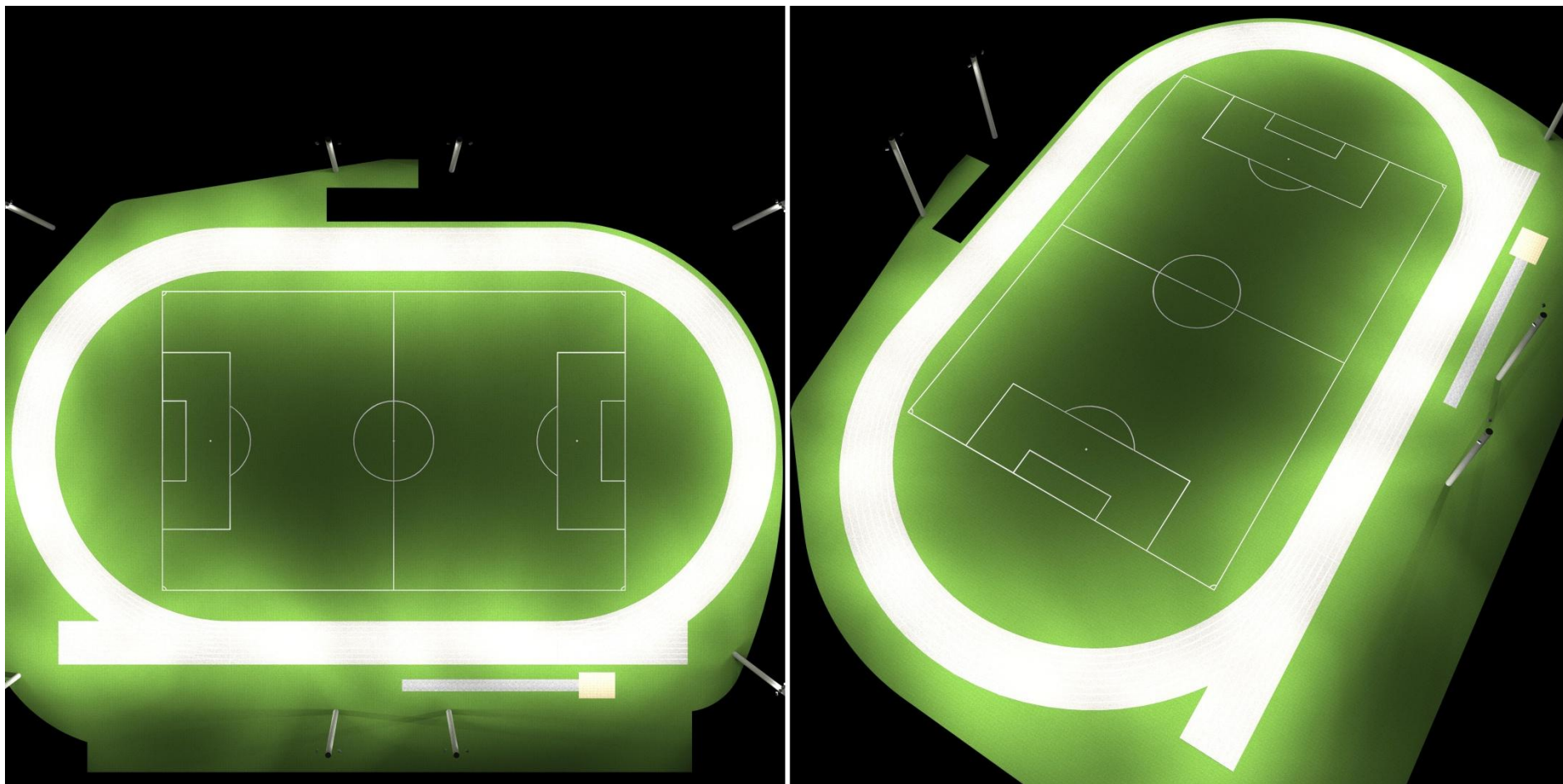


ANEXO I POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. PISTA ATLÉTICA CLASE III

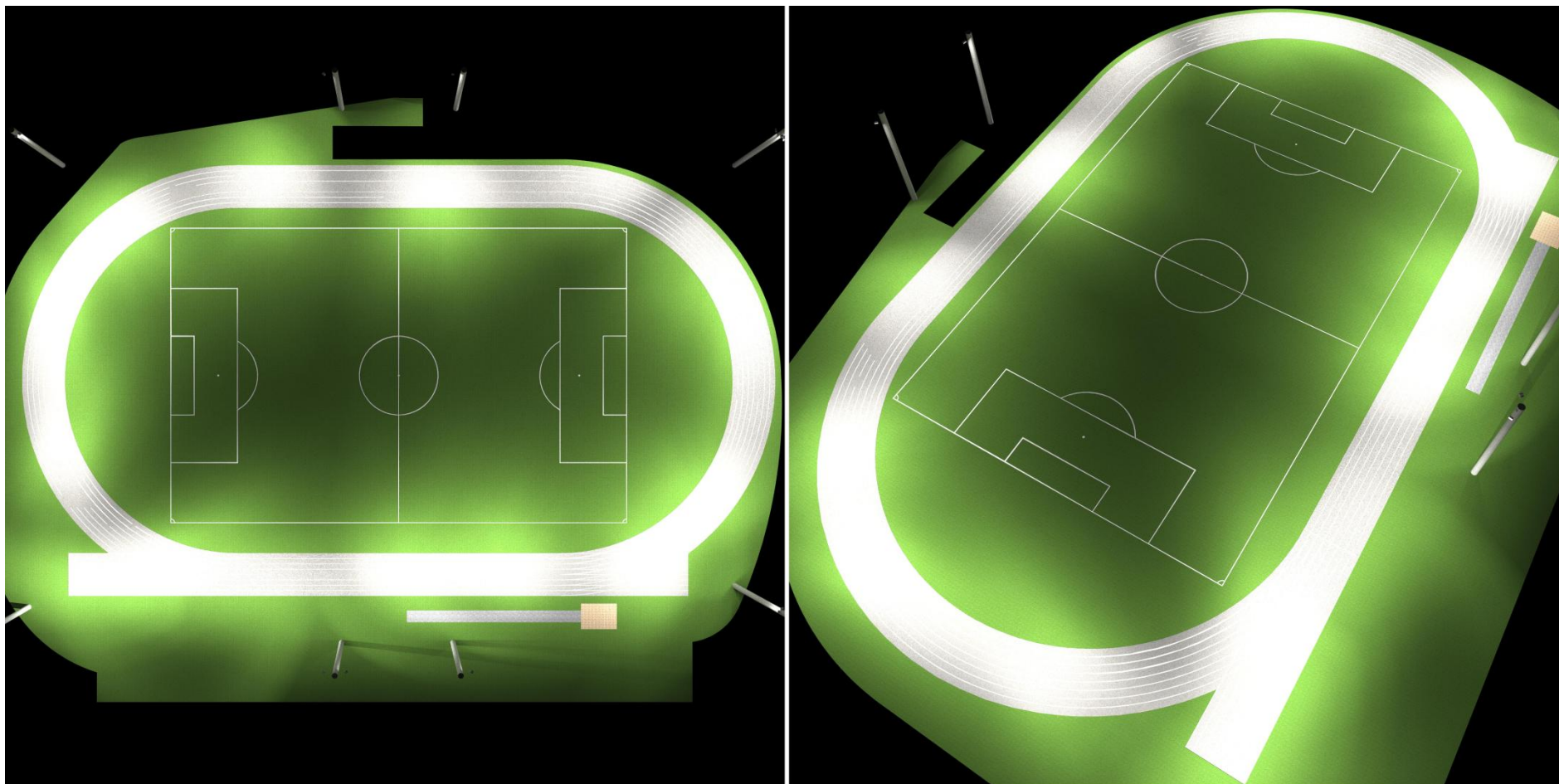
POSTE	LUMINARIA	REFERENCIA	TIPO	POSICIÓN			ROTACIÓN RESPECTO A EJE X			PUNTO DE ALINEACIÓN			ANGULO REGLETA	ROTACIÓN RESPECTO A LA REGLETA		
				X [m]	Y [m]	Z [m]*	Z [°]	CO [°]	C90 [°]	X [m]	Y [m]	Z [m]	θ [°]	δ [°] = z [°] - θ [°]	CO [°]	C90 [°]
P1	P1L1	MVF404	B7	128,879	83,06	23,9	93,2182	58,2739	0	92,45	81,012	0	-46,98	140,1993396	58,2739	0
	P1L2	MVF404	B8	129,493	82,402	23,9	121,85	48,1026	0	107,023	68,443	0		168,8311396	48,1026	0
	P1L3	MVF404	B8	130,107	81,743	23,9	169,128	52,6539	0	124,242	51,206	0		216,1091396	52,6539	0
	P1L4	MVF404	B6	130,72	81,085	23,9	183,46	63,0664	0	133,44	36,092	0		230,4411396	63,0664	0
P2	P2L1	MVF404	B6	130,72	-13,035	23,9	350,807	61,069	0	137,352	27,943	0	47,03	303,7792789	61,069	0
	P2L2	MVF404	B8	130,107	-13,693	23,9	18,2549	46,709	0	122,215	10,232	0		-28,7728211	46,709	0
	P2L3	MVF404	B8	129,493	-14,351	23,9	75,0527	45,6975	0	105,997	-8,078	0		28,02497887	45,6975	0
	P2L4	MVF404	B6	128,879	-15,01	23,9	91,2145	60,0965	0	88,959	-15,856	0		44,18677887	60,0965	0
P3	P3L1	MVF404	B3	-25,484	81,2047	23,9	169,798	68,7727	0	-36,382	20,647	0	40	129,7967947	68,7727	0
	P3L2	MVF404	B6	-24,794	81,7832	23,9	177,6	57,6618	0	-26,316	45,483	0		137,5987947	57,6618	0
	P3L3	MVF404	B8	-24,105	82,3617	23,9	217,315	44,3374	0	-10,046	63,918	0		177,3137947	44,3374	0
	P3L4	MVF404	B7	-23,415	82,9402	23,9	258,599	56,8592	0	10,494	76,102	0		218,5977947	56,8592	0
P4	P4L1	MVF404	B5	-31,372	-19,913	27,1	274,011	66,8992	0	32,005	-15,469	0	-46,98	320,9921396	66,8992	0
	P4L2	MVF404	B6	-31,986	-19,255	27,1	288,099	56,6209	0	5,664	-6,949	0		335,0801396	56,6209	0
	P4L3	MVF404	B7	-32,6	-18,597	27,1	320,965	50,9998	0	-12,617	6,049	0		367,9461396	50,9998	0
	P4L4	MVF404	B6	-33,214	-17,939	27,1	345,827	58,0051	0	-22,994	22,529	0		392,8081396	58,0051	0
P5	P5L1	MVF404	B8	63,599	94,979	22,5	172,221	48,9463	0	60,127	69,562	0	0	172,221	48,9463	0
	P5L2	MVF404	B8	68,099	94,979	22,5	217,498	52,6085	0	85,89	71,792	0		217,498	52,6085	0
P6	P6L1	MVF404	B8	37,262	94,979	22,5	134,81	50,5667	0	17,989	75,834	0	0	134,81	50,5667	0
	P6L2	MVF404	B8	41,762	94,979	22,5	184,687	47,6439	0	43,764	70,555	0		184,687	47,6439	0
P7	P7L1	MVF404	B8	67,4493	-26,921	22,5	330,747	50,0355	0	80,476	-3,662	0	-0	330,7482732	50,0355	0
	P7L2	MVF404	B6	62,949	-26,921	22,5	62,209	63,7141	0	24,361	-6,584	0		62,21027315	63,7141	0
P8	P8L1	MVF404	B8	41,762	-26,921	22,5	319,08	49,8321	0	59,098	-6,921	0	0	319,08	49,8321	0
	P8L2	MVF404	B3	37,262	-26,921	22,5	78,0175	70,8833	0	-26,238	-13,444	0		78,0175	70,8833	0

* Las alturas de los proyectores consignadas anteriormente están referenciadas al nivel del terreno de juego.

ANEXO J VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA PISTA ATLÉTICA CLASE III. COMPETICIÓN



ANEXO K VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA PISTA ATLÉTICA (CLASE III). ENTRENAMIENTO



ANEXO L POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA 1RO MARZO CLASE II

POSTE	LUMINARIA	REFERENCIA	TIPO	POSICIÓN			ROTACIÓN RESPECTO A EJE X			PUNTO DE ALINEACIÓN			ANGULO REGLETA	ROTACIÓN RESPECTO A LA REGLETA		
				X [m]	Y [m]	Z [m]*	Z [°]	C0 [°]	C90 [°]	X [m]	Y [m]	Z [m]	θ [°]	δ [°] = Z [°] - θ [°]	C0 [°]	C90 [°]
P1	P1L1	MVF404	B3	129,357	83,536	27,9	104,899	67,133	0	65,426	66,527	0	-48,01751956	152,9165196	67,133	0
	P1L2	MVF404	B3	129,959	82,867	27,9	118,785	66,413	0	73,955	52,098	0		166,8025196	66,413	0
	P1L3	MVF404	B3	130,561	82,198	27,9	136,317	68,1873	0	82,415	31,785	0		184,3345196	68,1873	0
	P1L4	MVF404	B4	131,162	81,528	27,9	149,213	62,9592	0	103,777	35,566	0		197,2305196	62,9592	0
	P1L5	MVF404	B3	129,357	83,536	27	107,583	66,2223	0	70,938	65,024	0		155,6005196	66,2223	0
	P1L6	MVF404	B3	129,959	82,867	27	127,547	64,7644	0	84,54	47,957	0		175,5645196	64,7644	0
	P1L7	MVF404	B5	130,561	82,198	27	128,049	51,2289	0	104,089	61,479	0		176,0665196	51,2289	0
	P1L8	MVF404	B4	131,162	81,528	27	143,319	63,8032	0	99,089	38,47	0		191,3365196	63,8032	0
	P1L9	MVF404	B4	129,357	83,536	26,1	114,15	62,5969	0	84,383	63,371	0		162,1675196	62,5969	0
	P1L10	MVF404	B5	129,959	82,867	26,1	114,776	55,1593	0	95,914	67,153	0		162,7935196	55,1593	0
	P1L11	MVF404	B4	130,561	82,198	26,1	140,148	58,852	0	103,426	49,69	0		188,1655196	58,852	0
P2	P2L1	MVF404	B4	131,162	-13,478	27,9	31,0533	63,5183	0	102,894	33,468	0	48,1074208	-17,0541208	63,5183	0
	P2L2	MVF404	B3	130,561	-14,148	27,9	42,9887	68,5018	0	82,262	37,667	0		-5,1187208	68,5018	0
	P2L3	MVF404	B3	129,959	-14,817	27,9	60,2156	66,7902	0	73,489	17,503	0		12,1081792	66,7902	0
	P2L4	MVF404	B3	129,357	-15,486	27,9	75,3843	66,7461	0	66,531	0,897	0		27,2768792	66,7461	0
	P2L5	MVF404	B5	131,162	-13,478	27	44,4654	60,8564	0	97,243	21,08	0		-3,6420208	60,8564	0
	P2L6	MVF404	B4	130,561	-14,148	27	35,6883	62,831	0	100,52	27,676	0		-12,4191208	62,831	0
	P2L7	MVF404	B3	129,959	-14,817	27	51,8318	66,8941	0	80,206	24,29	0		3,724379203	66,8941	0
	P2L8	MVF404	B3	129,357	-15,486	27	71,3792	65,5323	0	73,128	3,46	0		23,2717792	65,5323	0
	P2L10	MVF404	B5	130,561	-14,148	26,1	50,6206	52,6438	0	104,132	7,545	0		2,513179203	52,6438	0
	P2L11	MVF404	B5	129,959	-14,817	26,1	64,3521	54,9538	0	96,415	1,289	0		16,2446792	54,9538	0
	P2L12	MVF404	B4	129,357	-15,486	26,1	65,1789	62,0315	0	85,67	4,72	0		17,0714792	62,0315	0

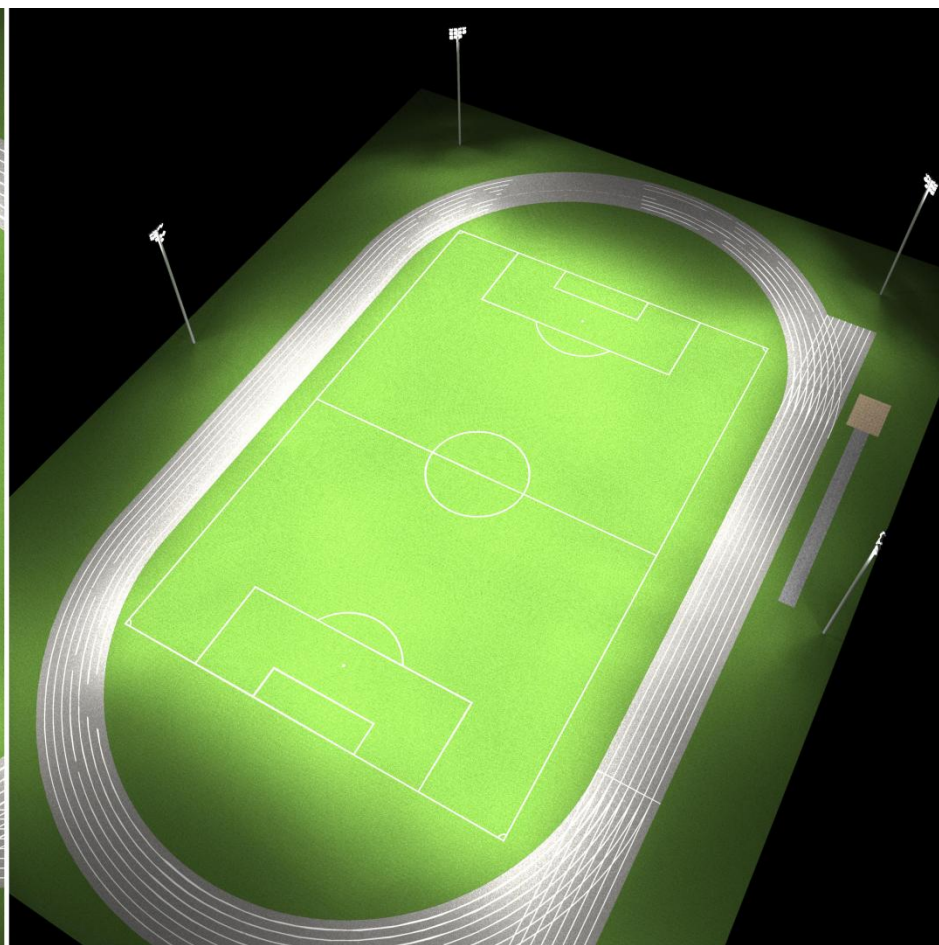
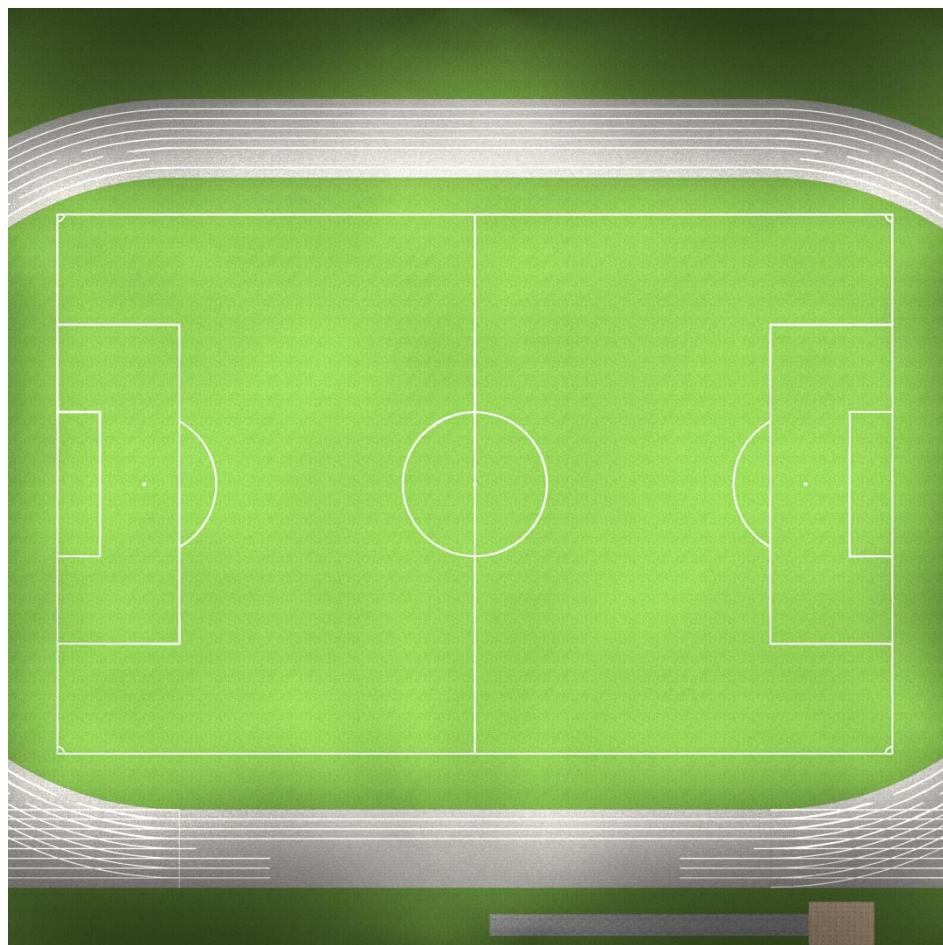
P3	P3L1	MVF404	B4	54,025	-28,475	27,9	350,081	68,3814	0	65,849	39,144	0	0	350,081	68,3814	0
	P3L2	MVF404	B3	53,125	-28,475	27,9	357,079	68,7675	0	56,784	43,241	0		357,079	68,7675	0
	P3L3	MVF404	B3	52,225	-28,475	27,9	14,8687	69,2177	0	33,361	42,579	0		14,8687	69,2177	0
	P3L4	MVF404	B3	51,325	-28,475	27,9	23,5834	67,2488	0	24,707	32,498	0		23,5834	67,2488	0
	P3L5	MVF404	B7	54,025	-28,475	27	336,137	54,1557	0	68,34	3,886	0		336,137	54,1557	0
	P3L6	MVF404	B4	53,125	-28,475	27	342,559	64,0806	0	69,413	23,371	0		342,559	64,0806	0
	P3L10	MVF404	B6	53,125	-28,475	26,1	350,909	52,3443	0	58,281	3,745	0		350,909	52,3443	0
	P3L11	MVF404	B4	52,225	-28,475	26,1	4,1776	62,9244	0	48,584	21,368	0		4,1776	62,9244	0
	P3L12	MVF404	B5	51,325	-28,475	26,1	31,3234	57,3031	0	30,187	6,258	0		31,3234	57,3031	0
	P3L14	MVF404	B5	52,225	-28,575	25,2	11,5922	54,7251	0	45,066	6,323	0		11,5922	54,7251	0

P4	P4L1	MVF404	B3	-31,94	-20,464	28,9	288,261	68,9593	0	39,404	3,077	0	-53,04095585	341,3019558	68,9593	0
	P4L2	MVF404	B3	-32,481	-19,745	28,9	300,729	68,7901	0	31,533	18,308	0		353,7699558	68,7901	0
	P4L3	MVF404	B3	-33,023	-19,026	28,9	315,187	69,4891	0	21,424	35,777	0		368,2279558	69,4891	0
	P4L5	MVF404	B4	-31,94	-20,464	28	295,942	64,6692	0	20,073	4,839	0		348,9829558	64,6692	0
	P4L6	MVF404	B3	-32,481	-19,745	28	307,458	67,4724	0	21,105	21,31	0		360,4989558	67,4724	0
	P4L7	MVF404	B3	-33,023	-19,026	28	321,094	65,7496	0	6,014	29,343	0		374,1349558	65,7496	0
	P4L8	MVF404	B3	-33,564	-18,307	28	325,572	65,5895	0	1,317	32,582	0		378,6129558	65,5895	0
	P4L9	MVF404	B3	-31,94	-20,464	27,1	292,102	65,2204	0	22,451	1,624	0		345,1429558	65,2204	0
	P4L10	MVF404	B5	-32,481	-19,745	27,1	296,546	59,3158	0	8,374	0,666	0		349,5869558	59,3158	0
	P4L11	MVF404	B4	-33,023	-19,026	27,1	304,569	57,3065	0	1,087	4,477	0		357,6099558	57,3065	0
	P4L12	MVF404	B3	-33,564	-18,307	27,1	311,584	64,1663	0	8,304	18,845	0		364,6249558	64,1663	0

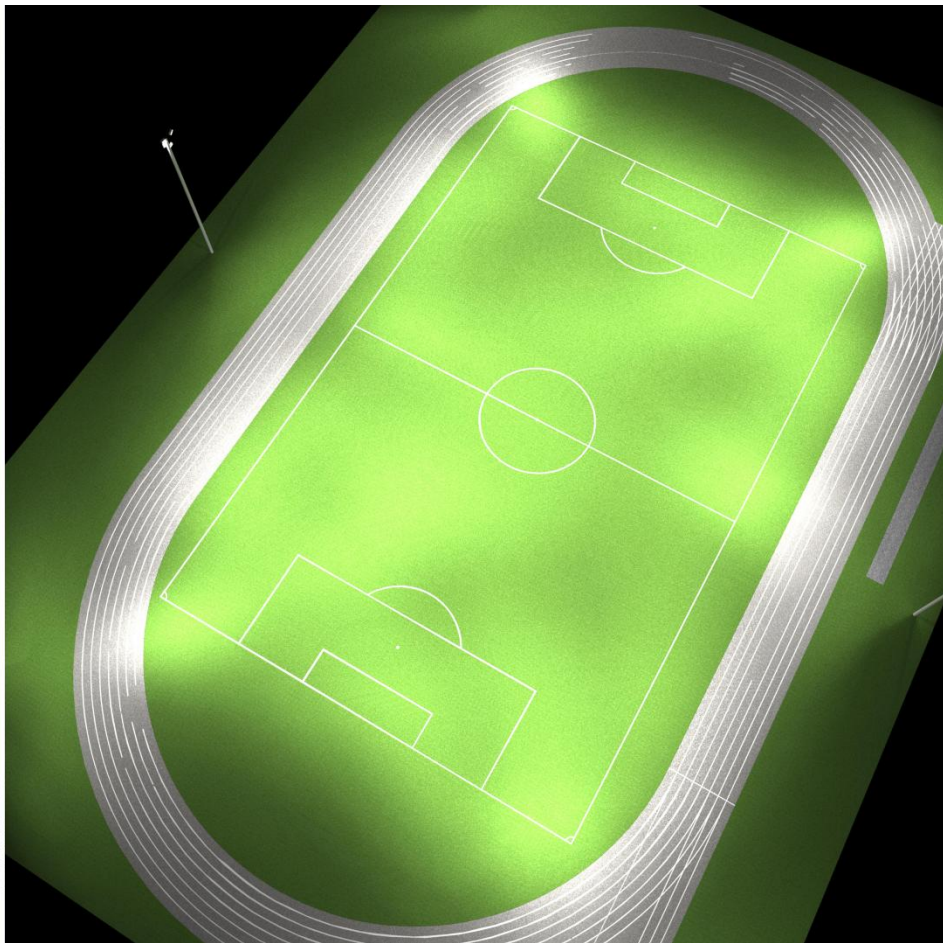
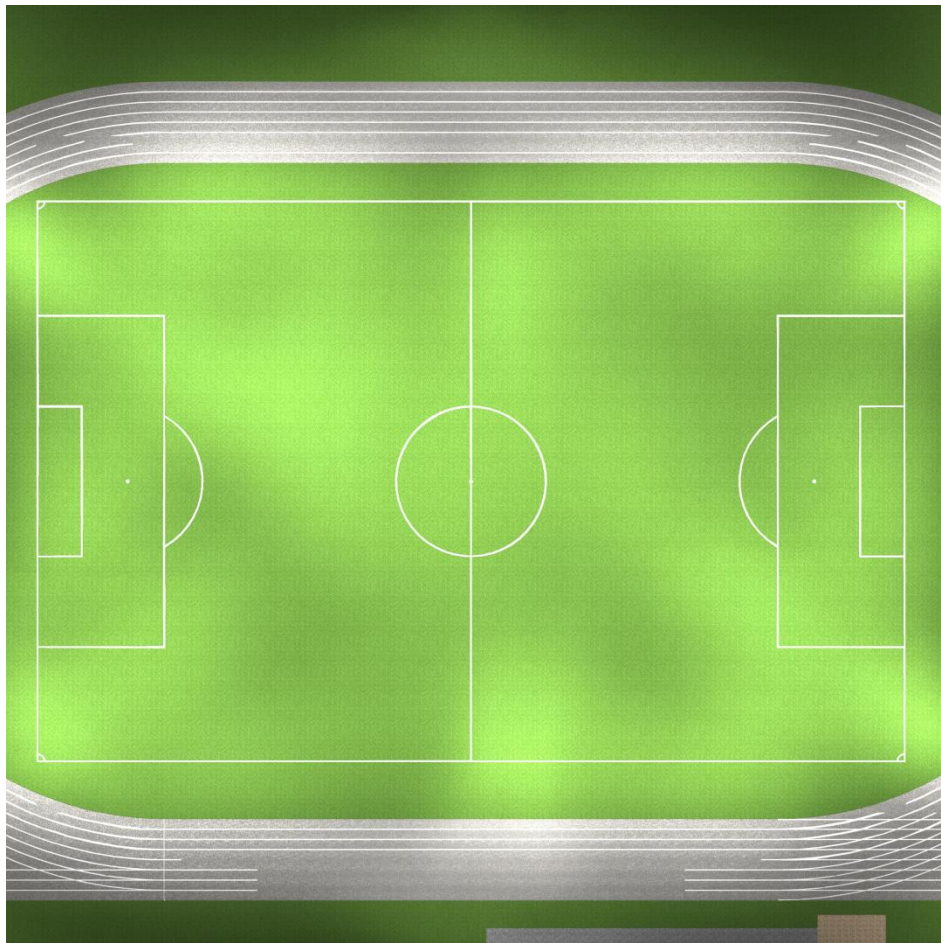
P5	P5L1	MVF404	B4	-25,812	81,528	27,9	210,531	63,6327	0	2,164	34,092	0	48,06006904	162,470931	63,6327	0
	P5L2	MVF404	B3	-25,21	82,198	27,9	223,076	67,7935	0	21,467	32,276	0		175,015931	67,7935	0
	P5L3	MVF404	B3	-24,608	82,867	27,9	240,302	66,8907	0	32,186	50,475	0		192,241931	66,8907	0
	P5L4	MVF404	B3	-24,006	83,536	27,9	254,559	66,6762	0	38,367	66,307	0		206,498931	66,6762	0
	P5L5	MVF404	B4	-25,812	81,528	27	221,916	58,6356	0	3,206	49,205	0		173,855931	58,6356	0
	P5L6	MVF404	B4	-25,21	82,198	27	215,003	63,9768	0	5,822	37,885	0		166,942931	63,9768	0
	P5L7	MVF404	B3	-24,608	82,867	27	231,7	66,6326	0	24,433	44,136	0		183,639931	66,6326	0
	P5L8	MVF404	B4	-24,006	83,536	27	251,934	65,0067	0	29,826	65,976	0		203,873931	65,0067	0
	P5L10	MVF404	B5	-25,21	82,198	26,1	230,206	52,8712	0	1,278	60,133	0		182,145931	52,8712	0
	P5L11	MVF404	B5	-24,608	82,867	26,1	244,442	54,3122	0	8,175	67,19	0		196,381931	54,3122	0
	P5L12	MVF404	B4	-24,006	83,536	26,1	246,378	61,7138	0	19,516	64,502	0		198,317931	61,7138	0
	P6	P6L1	MVF404	B3	51,325	96,525	27,9	171,401	68,0971	0	40,949	27,912		0	0	171,401
P6L2		MVF404	B3	52,225	96,525	27,9	177,383	68,4754	0	48,996	25,86	0	177,383	68,4754		0
P6L3		MVF404	B4	53,125	96,525	27,9	194,09	68,5984	0	70,019	29,216	0	194,09	68,5984		0
P6L4		MVF404	B4	54,025	96,525	27,9	200,437	66,8764	0	76,299	36,752	0	200,437	66,8764		0
P6L5		MVF404	B7	51,325	96,525	27	152,895	56,4136	0	33,813	62,31	0	152,895	56,4136		0
P6L6		MVF404	B4	52,225	96,525	27	161,56	63,4283	0	35,515	46,411	0	161,56	63,4283		0
P6L10		MVF404	B6	52,225	96,525	26,1	168,791	52,276	0	45,897	64,596	0	168,791	52,276		0
P6L11		MVF404	B5	53,125	96,525	26,1	185,58	61,9852	0	57,895	47,701	0	185,58	61,9852		0
P6L12		MVF404	B7	54,025	96,525	26,1	205,713	60,8493	0	73,134	56,843	0	205,713	60,8493		0
P6L14		MVF404	B7	53,125	96,525	25,2	188,989	52,9218	0	58,061	65,321	0	188,989	52,9218		0

* Las alturas de los proyectores consignadas anteriormente están referenciadas al nivel del terreno de juego.

ANEXO M VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA 1RO DE MARZO CLASE II. COMPETICIÓN



ANEXO N VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA 1RO DE MARZO (CLASE II). ENTRENAMIENTO

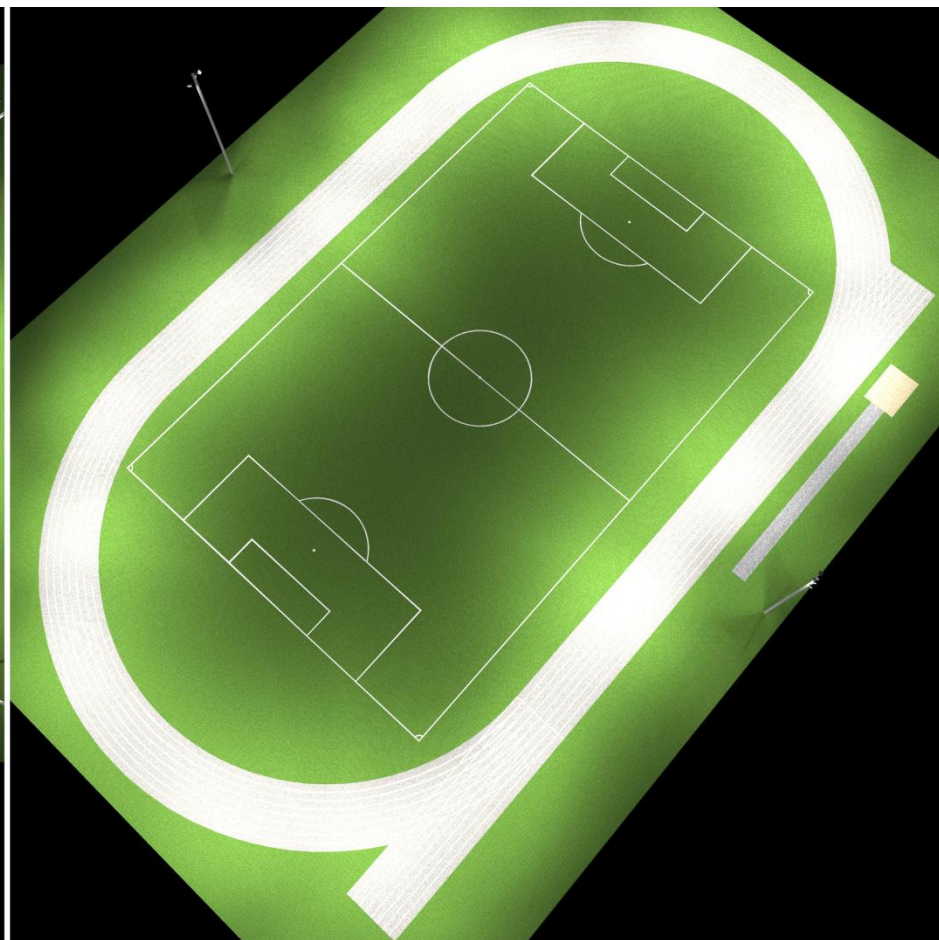


ANEXO O POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. PISTA ATLÉTICA CLASE II

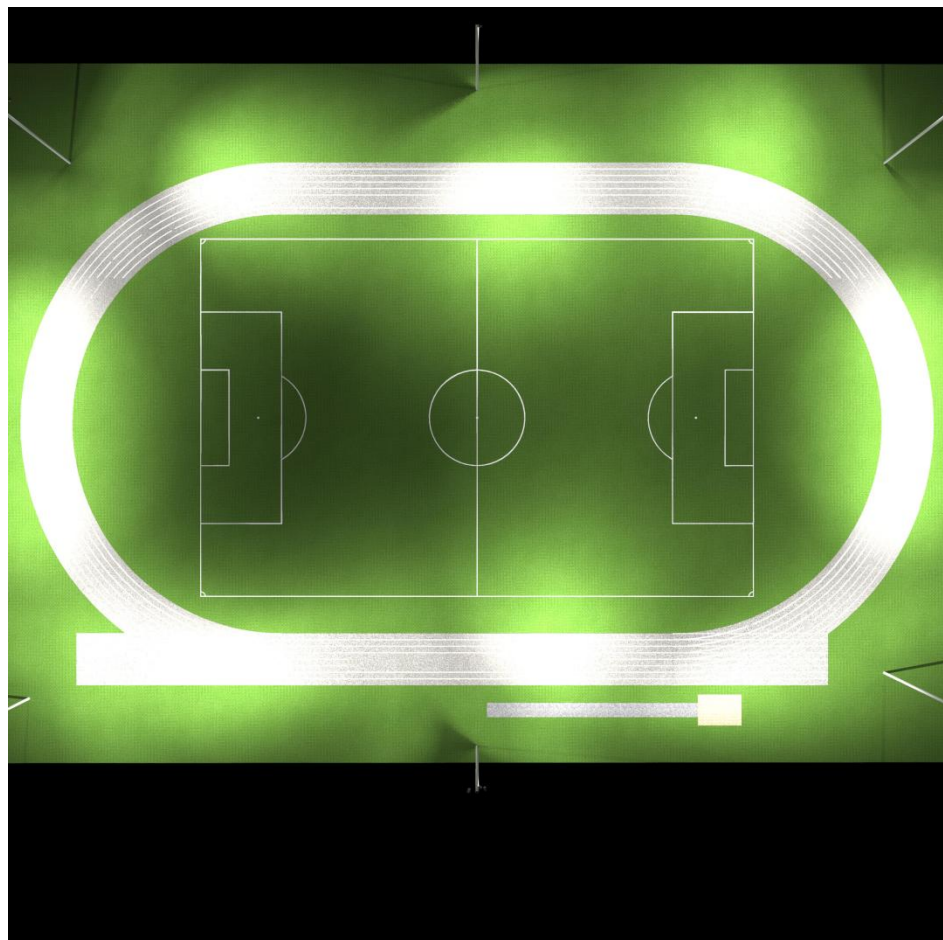
POSTE	LUMINARIA	REFERENCIA	TIPO	POSICIÓN			ROTACIÓN RESPECTO A EJE X			PUNTO DE ALINEACIÓN			ANGULO REGLETA	ROTACIÓN RESPECTO A LA REGLETA		
				X [m]	Y [m]	Z [m]*	Z [°]	C0 [°]	C90 [°]	X [m]	Y [m]	Z [m]	θ [°]	δ [°] = Z [°] - θ [°]	C0 [°]	C90 [°]
P1	P1L12	MVF404	B8	131,163	81,5288	26,1	145,742	54,0187	0	111,075	52,034	0	-47,99717	193,739172	54,0187	0
	P1L13	MVF404	B8	128,754	84,204	27,9	96,1751	48,0093	0	98,153	80,893	0		144,172272	48,0093	0
	P1L14	MVF404	B7	131,765	80,86	27,9	185,34	57,7	0	135,641	39,394	0,02		233,337172	57,7	0
P2	P2L9	MVF404	B8	131,163	-13,479	26,1	30,9766	50,4334	0	115,021	13,411	0	48,01752	-17,0409196	50,4334	0
	P2L13	MVF404	B7	131,765	-12,81	27,9	357,445	60,1289	0	133,805	32,904	0		309,4274804	60,1289	0
	P2L14	MVF404	B7	128,754	-16,154	27,9	80,5482	61,622	0	80,851	-8,179	0		32,53068044	61,622	0
P3	P3L7	MVF404	B8	52,225	-28,475	27	31,6769	47,7095	0	36,747	-3,391	0	0	31,6769	47,7095	0
	P3L8	MVF404	B4	51,325	-28,475	27	76,7309	69,97	0	-18,797	-11,939	0,02		76,7309	69,97	0
	P3L9	MVF404	B5	54,025	-28,475	26,1	284,279	69,1821	0	120,548	-11,544	0		284,279	69,1821	0
	P3L13	MVF404	B8	53,125	-28,475	25,2	324,983	52,6	0	71,902	-1,676	0		324,983	52,6	0
P4	P4L4	MVF404	B8	-33,565	-18,308	28,9	323,954	52,6803	0	-11,419	12,123	0	-52,99961	376,95361	52,6803	0
	P4L13	MVF404	B6	-31,398	-21,183	28,9	280,668	62,991	0	21,996	-11,125	0		333,66761	62,991	0
	P4L14	MVF404	B7	-34,106	-17,589	28,9	355,553	60,0693	0	-30,439	29,557	0		408,55261	60,0693	0
P5	P5L9	MVF404	B8	-25,795	81,513	26,1	220,671	48,3494	0	-6,804	59,412	0	49,011811	171,659189	48,3494	0
	P5L13	MVF404	B7	-26,385	80,834	27,9	172,575	58,6607	0	-31,971	37,97	0		123,563189	58,6607	0
	P5L14	MVF404	B7	-23,433	84,23	27,9	260,861	56,5	0	15,878	77,906	0,02		211,849189	56,5	0
P6	P6L7	MVF404	B8	53,125	96,525	27	196,989	48,2361	0	61,898	67,811	0	0	196,989	48,2361	0
	P6L8	MVF404	B7	54,025	96,525	27	241,078	58,8931	0	90,968	76,113	0		241,078	58,8931	0
	P6L9	MVF404	B8	51,325	96,525	26,1	137,989	53,2325	0	28,117	70,76	0		137,989	53,2325	0

* Las alturas de los proyectores consignadas anteriormente están referenciadas al nivel del terreno de juego.

ANEXO P VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA PISTA ATLÉTICA CLASE II. COMPETICIÓN



ANEXO Q VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA PISTA ATLÉTICA (CLASE II). ENTRENAMIENTO



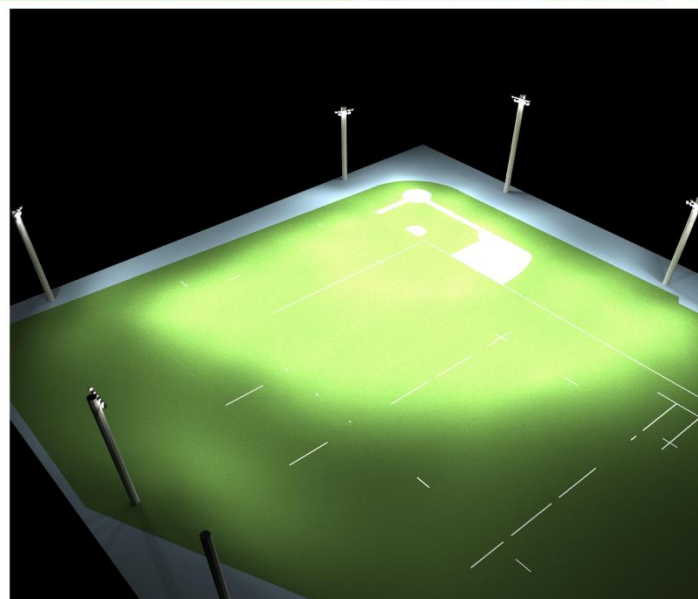
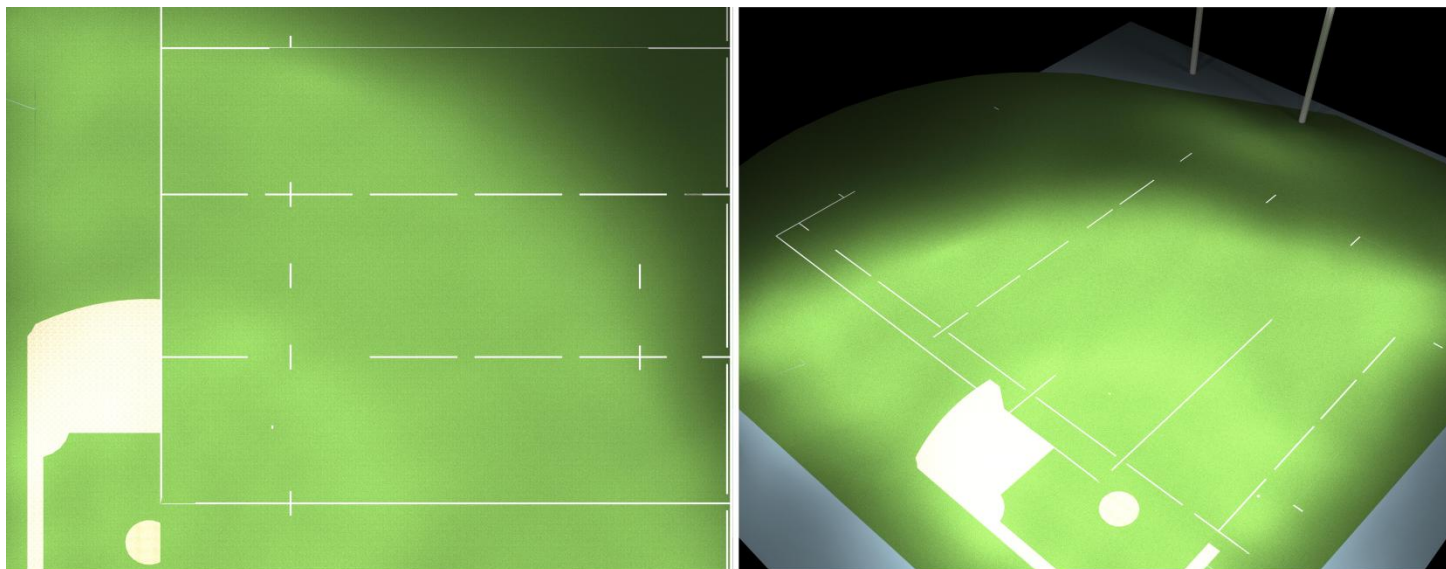
ANEXO R POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA SOFTBALL (R. ORIGINAL)

POSTE	LUMINARIA	REFERENCIA	TIPO	POSICIÓN			ROTACIÓN RESPECTO A EJE X			PUNTO DE ALINEACIÓN			ANGULO REGLETA	ROTACIÓN RESPECTO A LA REGLETA		
				X [m]	Y [m]	Z [m]*	Z [°]	C0 [°]	C90 [°]	X [m]	Y [m]	Z [m]	θ [°]	δ [°] = z [°] - θ [°]	C0 [°]	C90 [°]
P2	P2L1S	MVF404	B1	107,629	48,063	29,4	73,9984	69,9	0	30,403	70,21	0	90	-16,0016	69,9	0
	P2L2S	MVF404	B2	107,629	47,163	29,4	76,8659	67,5333	0	38,394	63,318	0		-13,1341	67,5333	0
	P2L3S	MVF404	B2	107,629	46,263	29,4	81,1097	64,4782	0	46,791	55,779	0		-8,8903	64,4782	0
	P2L4S	MVF404	B2	107,629	45,363	29,4	94,9169	67,4	0	37,26	39,309	0		4,9169	67,4	0
	P2L5S	MVF404	B2	107,629	44,463	29,4	101,317	65,6442	0	43,947	31,718	0		11,317	65,6442	0
	P2L6S	MVF404	B4	107,629	43,563	29,4	129,456	57,5	0	72,674	14,794	0		39,456	57,5	0
	P2L7S	MVF404	B3	107,629	47,163	28,5	89,7735	62,8749	0	51,996	47,383	0		-0,2265	62,8749	0
	P2L8S	MVF404	B2	107,629	46,263	28,5	88,9976	68,1899	0	36,421	47,509	0		-1,0024	68,1899	0
	P2L9S	MVF404	B4	107,629	45,363	28,5	97,1653	57,8632	0	63,476	39,812	0		7,1653	57,8632	0
	P2L10S	MVF404	B4	107,629	44,463	28,5	118,378	62	0	61,447	19,515	0		28,378	62	0
P3	P3L1S	MVF404	B2	95,247	-16,285	26,6	29,6721	65,1	0	66,879	33,506	0	44,95499154	-15,28289154	65,1	0
	P3L2S	MVF404	B5	94,61	-16,921	26,6	55,287	51,8563	0	66,768	2,367	0		10,33200846	51,8563	0
	P3L3S	MVF404	B3	93,973	-17,556	26,6	49,0307	66,9	0	46,885	23,332	0		4,075708459	66,9	0
	P3L4S	MVF404	B4	93,335	-18,192	26,6	53,0225	64,8315	0	49,119	15,1	0		8,067508459	64,8315	0
	P3L5S	MVF404	B5	95,247	-16,285	25,7	40,48	50,9055	0	74,713	7,774	0		-4,474991541	50,9055	0
	P3L6S	MVF404	B3	94,61	-16,921	25,7	39,2072	67,4351	0	55,515	31,002	0		-5,747791541	67,4351	0
	P3L7S	MVF404	B2	93,973	-17,556	25,7	65,8948	69,9	0	29,869	11,126	0		20,93980846	69,9	0
P4	P4L1S	MVF404	B3	10,914	-20,137	23	302,354	65,8502	0	54,248	7,315	0	-18,39468475	320,7486848	65,8502	0
	P4L2S	MVF404	B4	10,06	-19,853	23	308,219	56,7082	0	37,061	1,409	0		326,6136848	56,7082	0
	P4L3S	MVF404	B3	9,206	-19,568	23	317,553	64,3195	0	41,488	15,728	0		335,9476848	64,3195	0
	P4L4S	MVF404	B6	8,352	-19,284	23	353,348	44,7758	0	10,905	2,605	0		371,7426848	44,7758	0

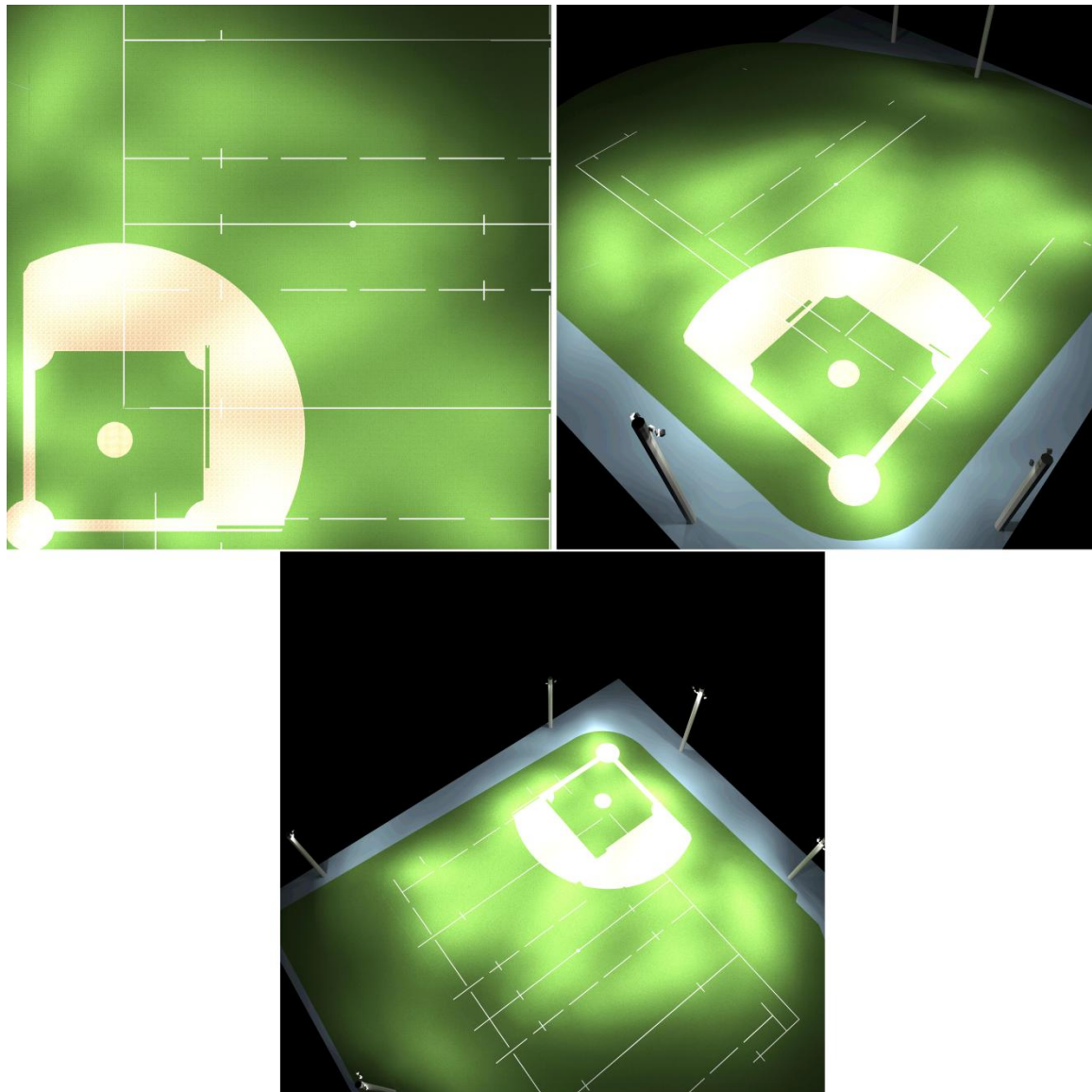
P4	P4L5S	MVF404	B2	7,498	-18,999	23	11,8855	62,1042	0	-1,45	23,517	0	-18,39468475	30,28018475	62,1042	0
	P4L6S	MVF404	B4	6,644	-18,715	23	18,0166	52,7126	0	-2,531	9,495	0		36,41128475	52,7126	0
	P4L7S	MVF404	B2	10,06	-19,853	22,1	292,159	68,6761	0	62,492	1,501	0		310,5536848	68,6761	0
	P4L8S	MVF404	B4	9,206	-19,568	22,1	333,433	63,0694	0	28,249	18,515	0		351,8276848	63,0694	0
	P4L9S	MVF404	B3	8,352	-19,284	22,1	348,706	64,6838	0	17,502	26,53	0		367,1006848	64,6838	0
	P4L10S	MVF404	B2	7,498	-18,999	22,1	358,268	65,9572	0	8,995	30,516	0		376,6626848	65,9572	0
P5	P5L1S	MVF404	B4	-18,871	11,781	29,9	237,283	40,1681	0	1,99	-1,621	0	-80,41216698	317,695167	40,1681	0
	P5L2S	MVF404	B3	-19,021	12,669	29,9	261,043	57,3249	0	27,029	5,411	0		341,455167	57,3249	0
	P5L3S	MVF404	B2	-19,17	13,556	29,9	276,597	63,1179	0	39,421	20,332	0		357,009167	63,1179	0
	P5L4S	MVF404	B2	-19,319	14,444	29,9	289,422	61,2596	0	32,1	32,574	0		369,834167	61,2596	0
	P5L5S	MVF404	B5	-19,469	15,331	29,9	266,896	48,7873	0	14,62	13,482	0		347,308167	48,7873	0
	P5L6S	MVF404	B3	-19,618	16,219	29,9	326,745	55,7994	0	4,508	53,01	0		407,157167	55,7994	0
	P5L7S	MVF404	B2	-19,021	12,669	29	251,943	57,8115	0	24,782	-1,612	0		332,355167	57,8115	0
	P5L8S	MVF404	B2	-19,17	13,556	29	283,218	63,4181	0	37,252	26,808	0		363,630167	63,4181	0
	P5L9S	MVF404	B2	-19,319	14,444	29	298,222	60,0283	0	24,99	38,224	0		378,634167	60,0283	0
	P5L10S	MVF404	B2	-19,469	15,331	29	306,951	69,641	0	42,984	62,309	0		387,363167	69,641	0
	P5L11S	MVF404	B2	-19,618	16,219	29	335,073	62,0942	0	3,461	65,876	0		415,485167	62,0942	0
P6	P6L1S	MVF404	B4	-13,817	65,648	24,5	230,5	58,8181	0	16,814	40,398	0	75,26938975	155,2306102	58,8181	0
	P6L2S	MVF404	B4	-13,588	66,519	24,5	251,919	65,9659	0	37,437	49,86	0		176,6496102	65,9659	0
	P6L3S	MVF404	B4	-13,359	67,389	24,5	264,114	60,8395	0	29,436	62,977	0		188,8446102	60,8395	0
	P6L4S	MVF404	B5	-13,13	68,259	24,5	278,49	56,3623	0	23,289	73,696	0		203,2206102	56,3623	0
	P6L5S	MVF404	B3	-14,046	64,778	23,6	203,73	60,5087	0	2,747	26,578	0		128,4606102	60,5087	0
	P6L6S	MVF404	B4	-13,817	65,648	23,6	214,995	56,4831	0	6,236	37,004	0		139,7256102	56,4831	0
	P6L7S	MVF404	B5	-13,588	66,519	23,6	246,153	57,2471	0	19,966	51,687	0		170,8836102	57,2471	0
	P6L8S	MVF404	B6	-13,359	67,389	23,6	260,62	55,2654	0	19,004	62,043	0		185,3506102	55,2654	0
	P6L9S	MVF404	B7	-13,13	68,259	23,6	282,915	53,379	0	16,185	74,981	0		207,6456102	53,379	0
	P6L10S	MVF404	B7	-12,901	69,13	23,6	298,479	35,5535	0	1,119	76,736	0		223,2096102	35,5535	0

* Las alturas de los proyectores consignadas anteriormente están referenciadas al nivel del terreno de juego.

ANEXO S VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA DE SOFTBALL (R. ORIGINAL). COMPETICIÓN



ANEXO T VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA DE SOFTBALL (R. ORIGINAL). Entrenamiento.



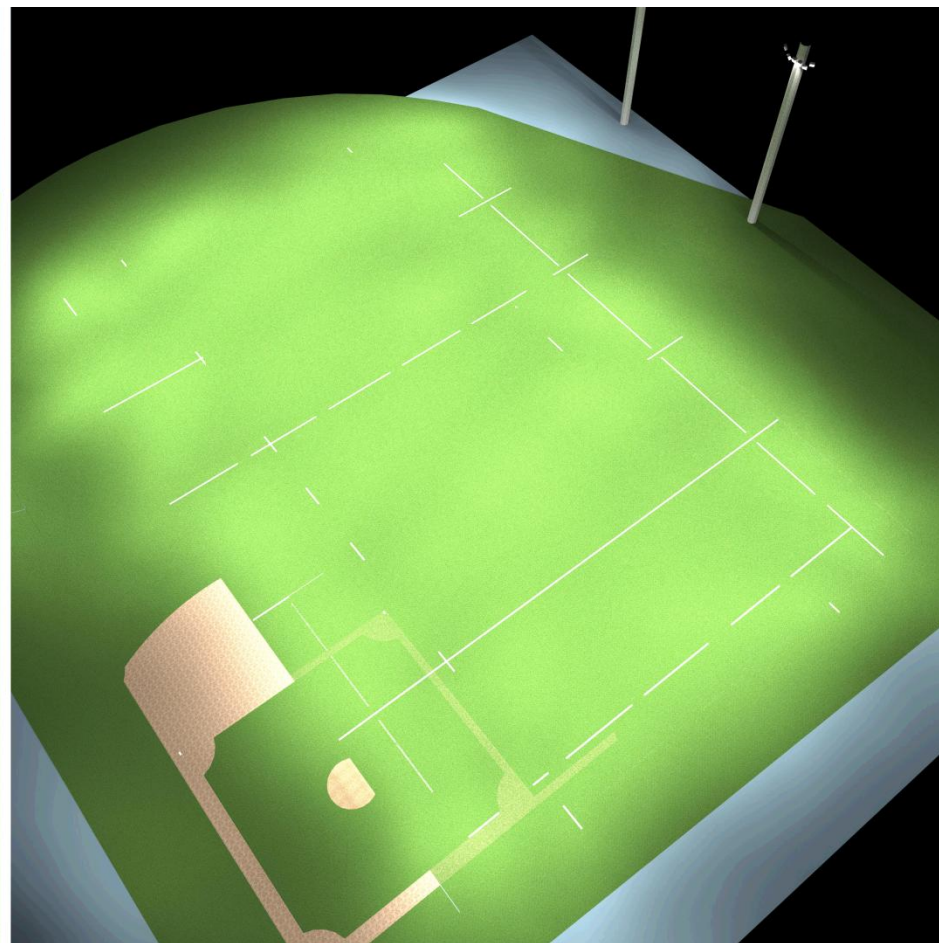
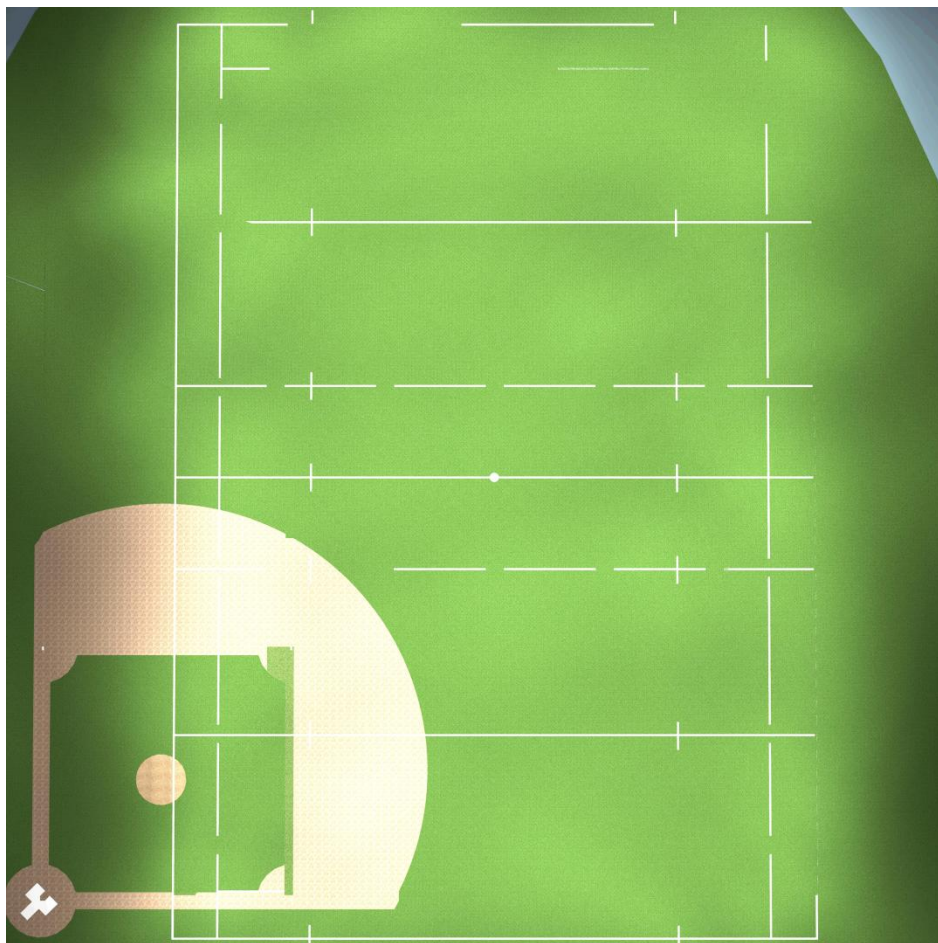
ANEXO U POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA RUGBY (ORIGINAL)

POSTE	LUMINARIA	REFERENCIA	TIPO	POSICIÓN			ROTACIÓN RESPECTO A EJE X			PUNTO DE ALINEACIÓN			ANGULO REGLETA	ROTACIÓN RESPECTO A LA REGLETA		
				X [m]	Y [m]	Z [m]*	Z [°]	C0 [°]	C90 [°]	X [m]	Y [m]	Z [m]	θ [°]	δ [°] = Z [°] - θ [°]	C0 [°]	C90 [°]
P1	P1L1R	MVF404	B2	107,598	76,687	26,9	73,2328	68,2107	0	43,168	96,1	0	90	-16,7672	68,2107	0
P1	P1L2R	MVF404	B3	107,598	75,787	26,9	82,2257	66,1537	0	47,3	84,019	0		-7,7743	66,1537	0
P1	P1L3R	MVF404	B3	107,598	74,887	26,9	92,4761	66,4725	0	45,871	72,218	0		2,4761	66,4725	0
P1	P1L4R	MVF404	B3	107,598	73,987	26,9	103,036	62,4009	0	57,467	62,38	0		13,036	62,4009	0
P1	P1L5R	MVF404	B5	107,598	73,087	26,9	116,37	56,8645	0	70,677	54,783	0		26,37	56,8645	0
P1	P1L6R	MVF404	B4	107,598	72,187	26,9	133,807	55,9855	0	79,367	45,108	0		43,807	55,9855	0
P1	P1L7R	MVF404	B5	107,598	75,787	26	55,8489	53,5179	0	78,501	95,525	0		-34,1511	53,5179	0
P1	P1L8R	MVF404	B4	107,598	74,887	26	62,0609	62,3655	0	64,642	97,668	0		-27,9391	62,3655	0
P1	P1L9R	MVF404	B5	107,598	73,987	26	75,2075	61,7672	0	60,78	86,35	0		-14,7925	61,7672	0
P2	P2L1R	MVF404	B4	107,629	48,063	28,5	39,2819	56,9601	0	80,408	81,342	0	90	-50,7181	56,9601	0
P2	P2L2R	MVF404	B5	107,629	47,163	27,6	54,3909	57,6832	0	72,157	72,567	0		-35,6091	57,6832	0
P2	P2L3R	MVF404	B3	107,629	46,263	27,6	83,9107	65,1882	0	48,266	52,596	0		-6,0893	65,1882	0
P2	P2L4R	MVF404	B3	107,629	45,363	27,6	91,9898	67,8085	0	40,009	43,014	0		1,9898	67,8085	0
P2	P2L5R	MVF404	B4	107,629	44,463	27,6	104,787	57,3677	0	66,744	33,671	0		14,787	57,3677	0
P2	P2L6R	MVF404	B4	107,629	43,563	28,5	125,364	60,407	0	67,525	15,1	0		35,364	60,407	0
P3	P3L1R	MVF404	B3	95,88	-15,646	26,6	16,0241	62,9919	0	81,474	34,514	0	45,04500846	-29,02090846	62,9919	0
P3	P3L2R	MVF404	B4	95,244	-16,283	24,8	55,3194	65,3579	0	51,791	13,784	0		10,27439154	65,3579	0
P3	P3L3R	MVF404	B5	94,609	-16,92	24,8	62,5494	55,9856	0	61,999	0,02	0		17,50439154	55,9856	0
P3	P3L4R	MVF404	B5	93,973	-17,557	24,8	21,2779	56,2578	0	80,5	17,039	0		-23,76710846	56,2578	0
P3	P3L5R	MVF404	B6	93,338	-18,194	25,7	36,6843	45,8262	0	78,077	2,291	0		-8,360708459	45,8262	0
P3	P3L6R	MVF404	B4	92,702	-18,832	26,6	38,9666	66,3147	0	55,456	27,218	0		-6,078408459	66,3147	0

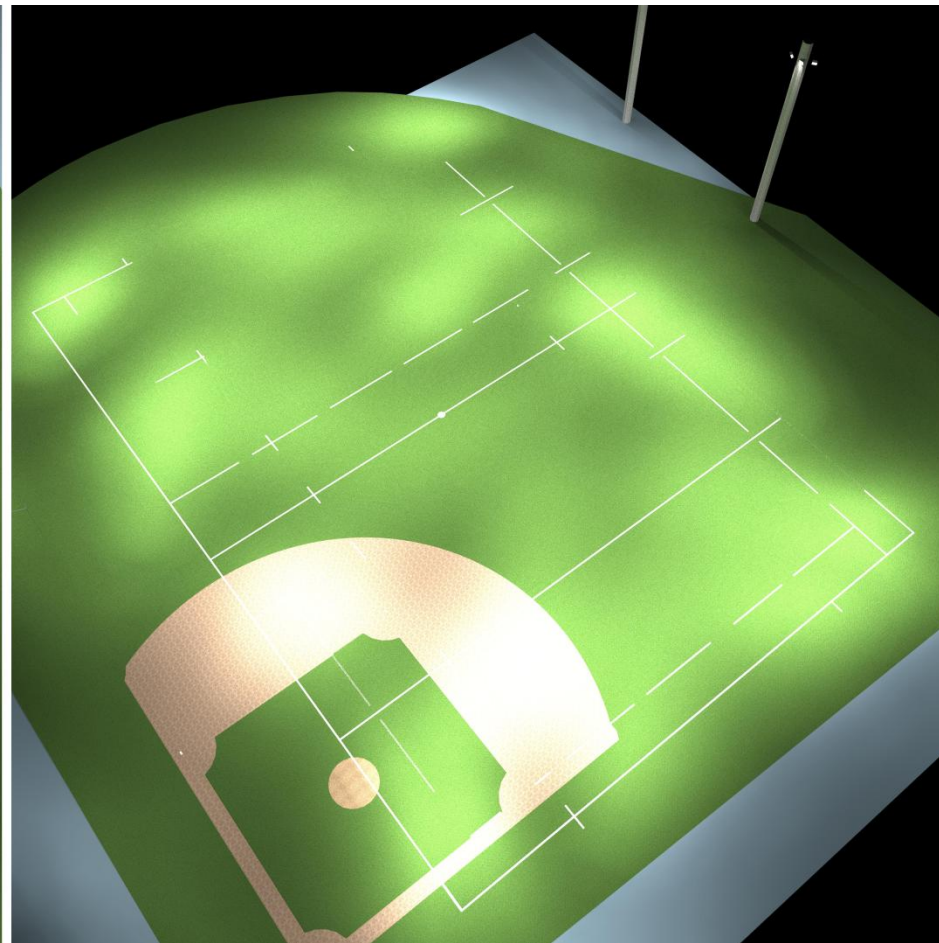
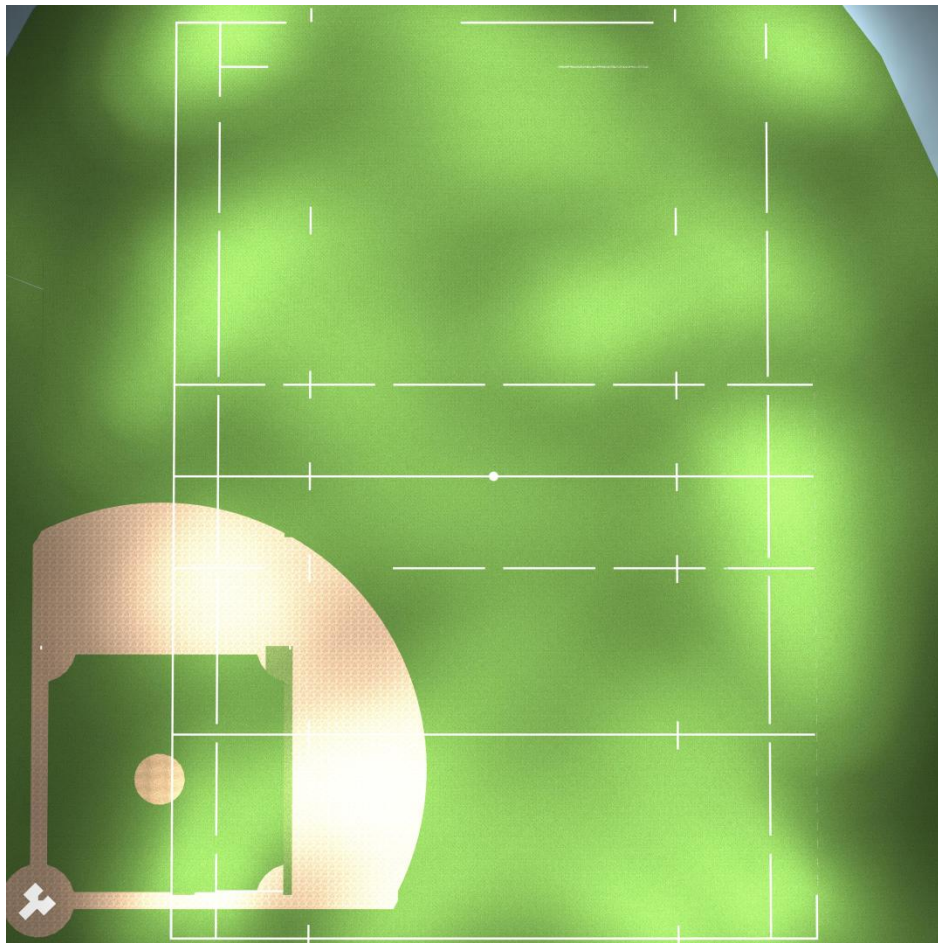
P4	P4L1R	MVF404	B4	10,966	-20,719	23,9	291,924	63,8162	0	55,08	-2,964	0	-30,865554	322,789554	63,8162	0
P4	P4L2R	MVF404	B5	10,193	-20,257	23,9	302,237	60,1956	0	45,485	2	0		333,102554	60,1956	0
P4	P4L3R	MVF404	B6	9,421	-19,796	23,9	339,239	49,437	0	18,975	5,408	0		370,104554	49,437	0
P4	P4L4R	MVF404	B6	8,648	-19,335	23,9	313,607	51,9803	0	30,004	1,007	0		344,472554	51,9803	0
P4	P4L5R	MVF404	B3	7,875	-18,874	23,9	316,998	69,9941	0	52,645	29,134	0		347,863554	69,9941	0
P4	P4L6R	MVF404	B4	7,102	-18,413	23,9	344,893	60,9207	0	18,076	22,238	0		375,758554	60,9207	0
P5	P5L1R	MVF404	B3	-19,245	11,75	30,8	270,314	61,5035	0	37,489	12,06	0	90	180,314	61,5035	0
P5	P5L2R	MVF404	B3	-19,245	12,65	30,8	284,608	62,9359	0	39,088	27,853	0		194,608	62,9359	0
P5	P5L3R	MVF404	B2	-19,245	13,55	30,8	287,439	68,1096	0	53,886	36,522	0		197,439	68,1096	0
P5	P5L4R	MVF404	B4	-19,245	14,45	30,8	295,334	55,8294	0	21,002	33,504	0		205,334	55,8294	0
P5	P5L5R	MVF404	B3	-19,245	15,35	30,8	298,769	64,933	0	38,476	47,042	0		208,769	64,933	0
P5	P5L6R	MVF404	B2	-19,245	16,25	30,8	321,837	63,7695	0	19,38	65,398	0		231,837	63,7695	0
P6	P6L1R	MVF404	B4	-13,389	64,704	25,4	261,179	63,368	0	35,592	57,103	0	90	171,179	63,368	0
P6	P6L2R	MVF404	B3	-13,389	65,604	25,4	269,692	67,3468	0	47,47	65,277	0		179,692	67,3468	0
P6	P6L3R	MVF404	B5	-13,389	66,504	25,4	277,52	62,0144	0	33,999	72,759	0		187,52	62,0144	0
P6	P6L4R	MVF404	B3	-13,389	67,404	25,4	285,885	65,982	0	41,435	83,005	0		195,885	65,982	0
P6	P6L5R	MVF404	B5	-13,389	68,304	25,4	290,256	53,4847	0	18,796	80,182	0		200,256	53,4847	0
P6	P6L6R	MVF404	B3	-13,389	69,204	25,4	307,438	60,1291	0	21,726	96,088	0		217,438	60,1291	0
P6	P6L7R	MVF404	B4	-13,389	64,7038	24,5	244,085	58,3013	0	21,606	47,7	0		154,085	58,3013	0
P6	P6L8R	MVF404	B2	-13,389	69,2038	24,5	297,875	66,9712	0	37,561	96,152	0		207,875	66,9712	0

* Las alturas de los proyectores consignadas anteriormente están referenciadas al nivel del terreno de juego.

ANEXO V VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA RUGBY (ORIGINAL). COMPETICIÓN



ANEXO W VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA RUGBY (ORIGINAL). ENTRENAMIENTO.



ANEXO X POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA SOFTBALL (R. CORRIDA)

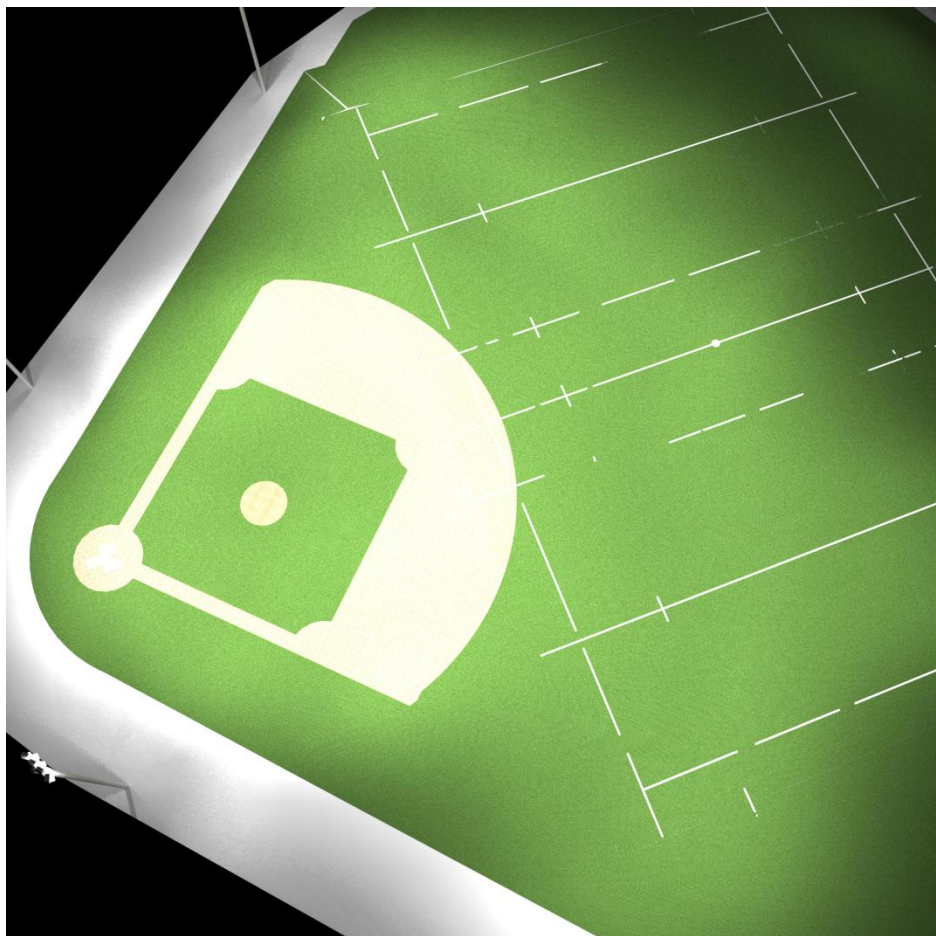
POSTE	LUMINARIA	REFERENCIA	TIPO	POSICIÓN			ROTACIÓN RESPECTO A EJE X			PUNTO DE ALINEACIÓN			ANGULO REGLETA	ROTACIÓN RESPECTO A LA REGLETA		
				X [m]	Y [m]	Z [m]*	Z [°]	C0 [°]	C90 [°]	X [m]	Y [m]	Z [m]	θ [°]	δ [°] = Z [°] - θ [°]	C0 [°]	C90 [°]
P1	P1L1	MVF404	B7	16,268	-20,699	23,9	298,656	64,0201	0	56,59	1,336	0	-16,05906051	314,7150605	64,0201	0
	P1L2	MVF404	B4	15,403	-20,45	23,9	359,763	65,0748	0	15,611	29,825	0		375,8220605	65,0748	0
	P1L3	MVF404	B4	14,538	-20,202	23,9	1,286	63,2595	0	13,496	26,21	0		17,34506051	63,2595	0
	P1L4	MVF404	B3	13,673	-19,953	23,9	12,5366	64,6547	0	2,72098	29,302	0		28,59566051	64,6547	0
	P1L5	MVF404	B5	16,268	-20,699	23	314,344	54,9094	0	39,68	2,183	0		330,4030605	54,9094	0
	P1L6	MVF404	B7	15,403	-20,45	23	325,861	58,5505	0	35,317	8,92	0		341,9200605	58,5505	0
	P1L7	MVF404	B7	14,538	-20,202	23	330,019	47,7596	0	26,548	0,616	0		346,0780605	47,7596	0
	P1L8	MVF404	B6	13,673	-19,953	23	336,881	65,1657	0	32,326	23,737	0		352,9400605	65,1657	0
	P1L9	MVF404	B7	15,403	-20,45	22,1	0	44,4002	0,01	15,4	0,087	0		16,05906051	44,4002	0,01
	P1L10	MVF404	B6	14,538	-20,202	22,1	22,6079	62,2004	0	-0,91602	16,91	0		38,66696051	62,2004	0
	P1L11	MVF404	B7	13,673	-19,953	22,1	36,7421	49,5578	0	-1,04002	-0,245	0		52,80116051	49,5578	0
P2	P2L1	MVF404	B5	-19,36	13,2856	23,9	267,838	65,1265	0	32,154	11,341	0	90	177,838	65,1265	0
	P2L2	MVF404	B4	-19,36	14,1848	23,9	295,362	66,1885	0	28,445	36,845	0		205,362	66,1885	0
	P2L3	MVF404	B4	-19,36	15,0852	23,9	308,056	59,8346	0	12,378	39,932	0		218,056	59,8346	0
	P2L4	MVF404	B5	-19,36	15,9856	23,9	318,205	53,3545	0	2,05198	39,938	0		228,205	53,3545	0
	P2L5	MVF404	B5	-19,36	13,2856	23	258,818	61,3689	0	21,971	5,116	0		168,818	61,3689	0
	P2L6	MVF404	B7	-19,36	14,1848	23	275,389	41,826	0	0,076977	16,019	0		185,389	41,826	0
	P2L7	MVF404	B4	-19,36	15,0852	23	274,481	62,9	0	24,5	18,522	0		184,481	62,9	0
	P2L8	MVF404	B7	-19,36	15,9856	23	303,502	45,7948	0	-0,64802	28,372	0		213,502	45,7948	0
	P2L9	MVF404	B7	-19,36	14,1848	22,1	230,557	48,8631	0	-0,82402	-1,064	0		140,557	48,8631	0
	P2L10	MVF404	B6	-19,36	15,0852	22,1	239,492	58,3924	0	10,404	-2,453	0		149,492	58,3924	0

P3	P3L1	MVF404	B2	-15,094	64,129	24,9	232,145	68,9623	0	36,022	24,401	0	80,98766279	151,1573372	68,9623	0
	P3L2	MVF404	B5	-14,953	65,018	24,9	236,548	66,4075	0	32,616	33,589	0		155,5603372	66,4075	0
	P3L3	MVF404	B4	-14,812	65,907	24,9	245,002	66,6435	0	36,218	42,113	0		164,0143372	66,6435	0
	P3L4	MVF404	B4	-14,67	66,795	24,9	249,528	67,7161	0	40,867	46,061	0		168,5403372	67,7161	0
	P3L6	MVF404	B3	-14,953	65,018	24	265,404	68,7112	0	46,441	60,083	0		184,4163372	68,7112	0
	P3L7	MVF404	B5	-14,812	65,907	24	271,945	63,8152	0	33,967	67,563	0		190,9573372	63,8152	0
	P3L9	MVF404	B6	-15,094	64,129	23,1	245,258	55,7497	0	14,591	50,449	0		164,2703372	55,7497	0
	P3L10	MVF404	B6	-14,953	65,018	23,1	257,159	65,6641	0	32,616	54,175	0		176,1713372	65,6641	0
	P3L11	MVF404	B6	-14,812	65,907	23,1	267,667	56,605	0	18,903	64,533	0		186,6793372	56,605	0
	P3L12	MVF404	B5	-14,67	66,795	23,1	282,739	63,1995	0	29,934	76,879	0		201,7513372	63,1995	0
	P3L13	MVF404	B8	-15,094	64,129	22,2	234,722	48,8531	0	5,50098	49,559	0		153,7343372	48,8531	0
	P3L14	MVF404	B8	-14,953	65,018	22,2	274,741	37,7996	0	2,08498	66,431	0		193,7533372	37,7996	0
	P3L15	MVF404	B6	-14,812	65,907	22,2	297,739	56,4878	0	13,764	80,935	0		216,7513372	56,4878	0
P3L16	MVF404	B7	-14,67	66,795	22,2	290,196	49,7139	0	8,64398	75,371	0	209,2083372	49,7139	0		
P4	P4L1	MVF404	B3	62,167	117,889	25,9	149,347	67,9351	0	29,59	62,921	0	-24,05943	173,4064251	67,9351	0
	P4L2	MVF404	B3	62,989	117,522	25,9	162,279	68,7924	0	42,672	53,941	0		186,3384251	68,7924	0
	P4L3	MVF404	B2	63,811	117,156	25,9	172,094	68,975	0	54,543	50,412	0		196,1534251	68,975	0
P5	P5L2	MVF404	B4	110,252	60,764	21,9	100,833	68,4146	0	57,242	50,62	0	-66,02459348	166,8575935	68,4146	0
	P5L3	MVF404	B5	110,618	59,941	21,9	126,324	65,6286	0	71,669	31,305	0		192,3485935	65,6286	0
	P5L4	MVF404	B5	110,984	59,119	21,9	137,971	64,7932	0	79,835	24,56	0		203,9955935	64,7932	0
	P5L6	MVF404	B5	110,252	60,764	21	115,189	66,3581	0	66,842	40,347	0		181,2135935	66,3581	0

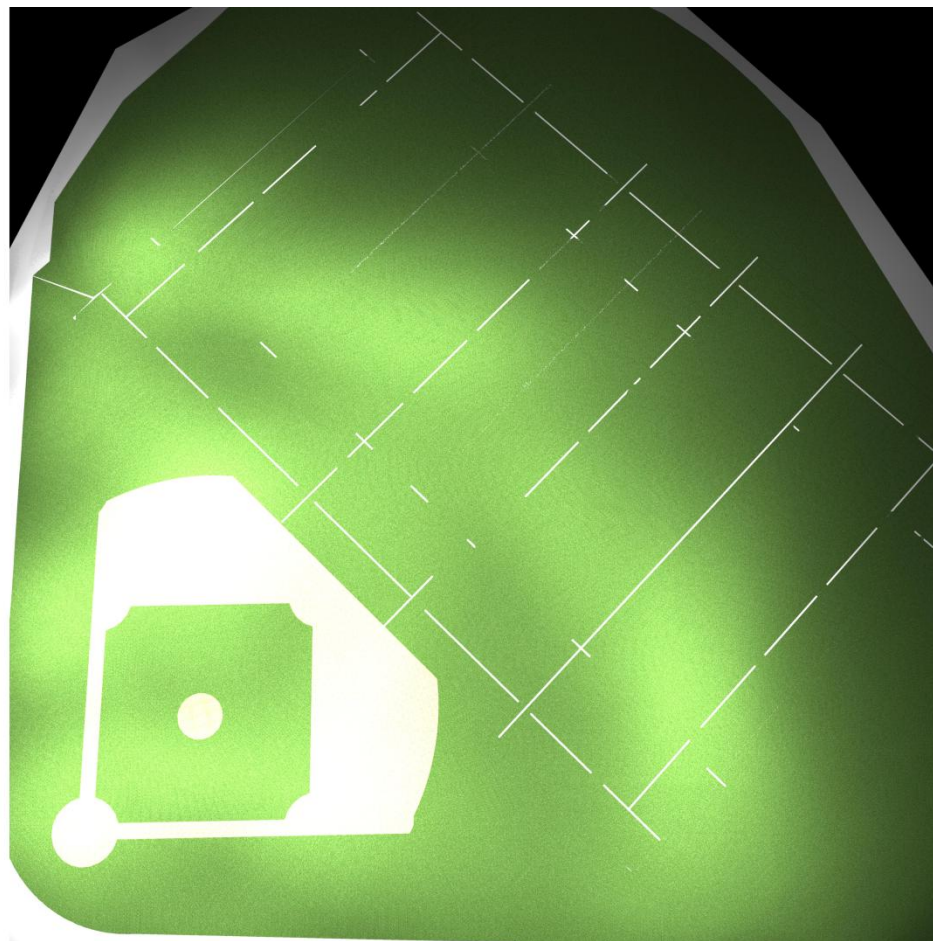
P6	P6L1	MVF404	B3	74,094	-22,285	26,9	16,173	68,6988	0	54,877	43,975	0	13,94365678	2,229343222	68,6988	0
	P6L2	MVF404	B5	73,22	-22,502	26,9	27,2809	67,1078	0	44,02	34,118	0		13,33724322	67,1078	0
	P6L3	MVF404	B3	72,347	-22,719	26,9	26,9183	68,1016	0	42,05	36,952	0		12,97464322	68,1016	0
	P6L4	MVF404	B6	71,474	-22,937	26,9	36,5139	69,9943	0	29,789	33,368	0		22,57024322	69,9943	0
	P6L6	MVF404	B5	73,22	-22,502	26	4,4873	64,2943	0	68,994	31,343	0		-9,45635678	64,2943	0
	P6L7	MVF404	B3	72,347	-22,719	26	8,0972	68,6217	0	62,992	43,037	0		-5,84645678	68,6217	0
	P6L8	MVF404	B5	71,474	-22,937	26	44,4165	65,6005	0	31,359	18,004	0		30,47284322	65,6005	0
	P6L10	MVF404	B6	73,22	-22,502	25,1	358,928	59,7597	0	73,994	18,87	0		344,9843432	59,7597	0
	P6L11	MVF404	B5	72,347	-22,719	25,1	18,2209	62,192	0	57,466	22,485	0		4,277243222	62,192	0
	P6L12	MVF404	B4	71,474	-22,937	25,1	36,6503	65,8187	0	38,871	20,882	0		22,70664322	65,8187	0
	P6L13	MVF404	B7	74,094	-22,285	24,2	357,704	55,5028	0	75,428	11	0		343,7603432	55,5028	0
	P6L14	MVF404	B8	73,22	-22,502	24,2	5,6788	49,3537	0	70,45	5,351	0		-8,26485678	49,3537	0
	P6L15	MVF404	B8	72,347	-22,719	24,2	25,9689	43,6426	0	62,311	-2,114	0		12,02524322	43,6426	0
	P6L16	MVF404	B6	71,474	-22,937	24,2	32,583	59,0143	0	50,606	9,714	0		18,63934322	59,0143	0

* Las alturas de los proyectores consignadas anteriormente están referenciadas al nivel del terreno de juego.

ANEXO Y VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA DE SOFTBALL (R. CORRIDA). COMPETICIÓN



ANEXO Z VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA DE SOFTBALL (R. CORRIDA). ENTRENAMIENTO



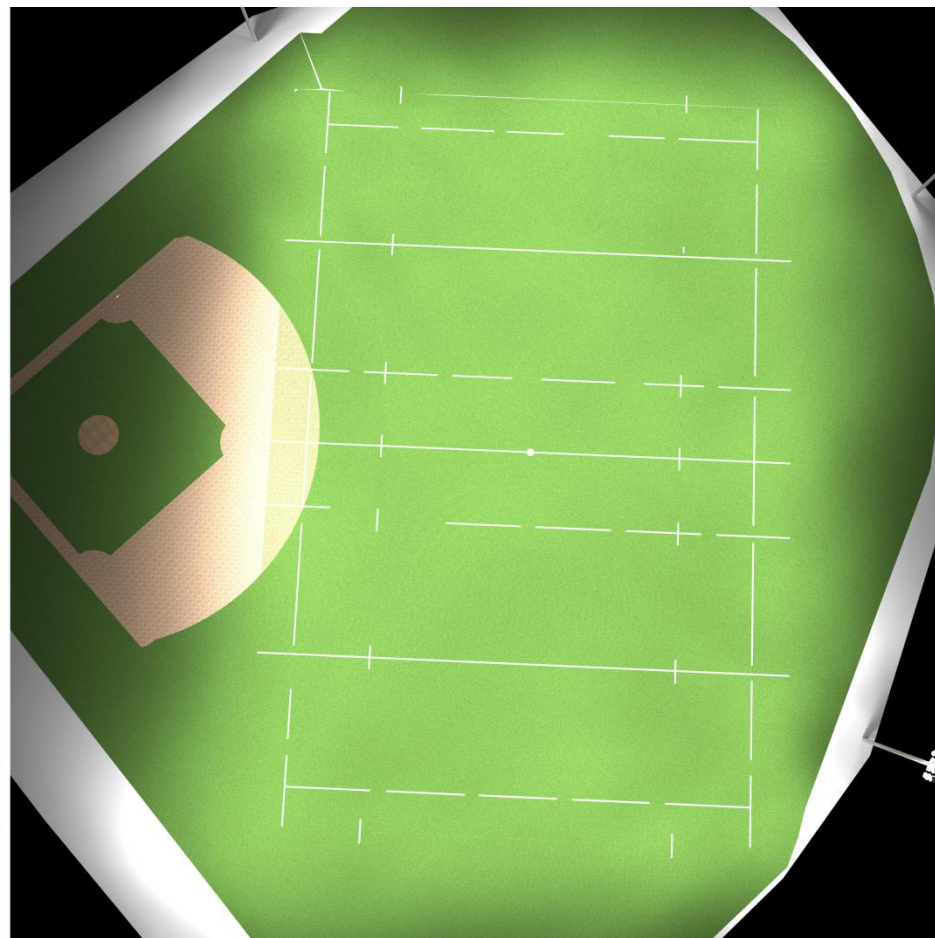
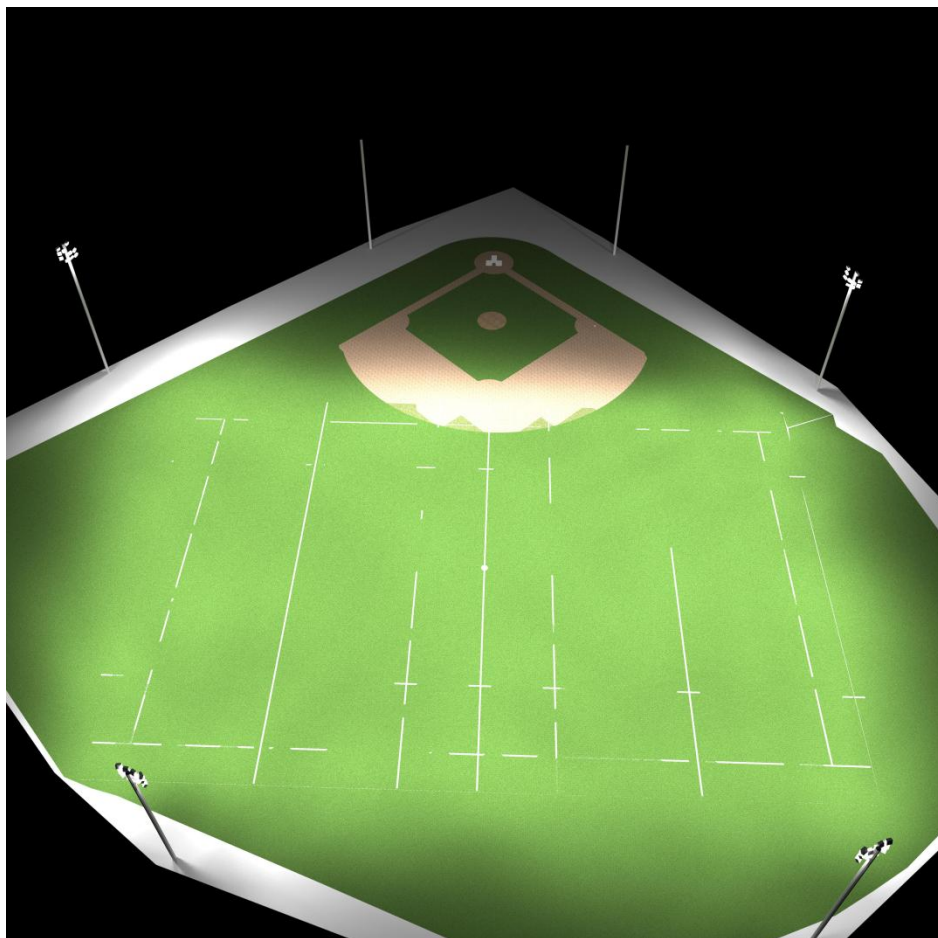
ANEXO AA POSICIÓN, TIPO Y ORIENTACIÓN DE LOS PROYECTORES. CANCHA RUGBY (CORRIDA)

POSTE	LUMINARIA	REFERENCIA	TIPO	POSICIÓN			ROTACIÓN RESPECTO A EJE X			PUNTO DE ALINEACIÓN			ANGULO REGLETA	ROTACIÓN RESPECTO A LA REGLETA		
				X [m]	Y [m]	Z [m]*	Z [°]	C0 [°]	C90 [°]	X [m]	Y [m]	Z [m]	θ [°]	δ [°] = Z [°] - θ [°]	C0 [°]	C90 [°]
P3	P3L1	MVF404	B2	-15,094	64,129	24,9	232,144	68,9622	0	36,021	24,4	0	80,98766279	151,1563372	68,9622	0
P3	P3L3	MVF404	B4	-14,812	65,907	24,9	245,002	66,6435	0	36,218	42,113	0		164,0143372	66,6435	0
P3	P3L5	MVF404	B5	-15,094	64,129	24	234,208	64,4115	0	25,559	34,818	0		153,2203372	64,4115	0
P3	P3L8	MVF404	B4	-14,67	66,795	24	303,72	62,7036	0	23,197	92,069	0		222,7323372	62,7036	0
P3	P3L9	MVF404	B6	-15,094	64,129	23,1	245,258	55,7497	0	14,591	50,449	0		164,2703372	55,7497	0
P3	P3L10	MVF404	B6	-14,953	65,018	23,1	257,159	65,6642	0	32,617	54,174	0		176,1713372	65,6642	0
P3	P3L11	MVF404	B6	-14,812	65,907	23,1	267,667	56,605	0	18,903	64,533	0		186,6793372	56,605	0
P3	P3L12	MVF404	B5	-14,67	66,795	23,1	282,739	63,1993	0	29,933	76,879	0		201,7513372	63,1993	0
P3	P3L14	MVF404	B8	-14,953	65,018	22,2	274,741	37,799	0	2,08398	66,431	0		193,7533372	37,799	0
P3	P3L15	MVF404	B6	-14,812	65,907	22,3	297,739	56,4878	0	13,893	81,003	0		216,7513372	56,4878	0
P4	P4L1	MVF404	B3	62,167	117,889	25,9	149,347	67,9351	0	29,591	62,921	0	-24,05942512	173,4064251	67,9351	0
P4	P4L2	MVF404	B3	62,989	117,522	25,9	162,279	68,7924	0	42,672	53,941	0		186,3384251	68,7924	0
P4	P4L4	MVF404	B5	64,633	116,789	25,9	171,48	65,2801	0	56,298	61,151	0		195,5394251	65,2801	0
P4	P4L5	MVF404	B5	62,167	117,889	25	118,979	60,164	0	24,036	96,771	0		143,0384251	60,164	0
P4	P4L6	MVF404	B5	62,989	117,522	25	136,486	61,963	0	30,666	83,477	0		160,5454251	61,963	0
P4	P4L7	MVF404	B5	63,811	117,156	25	155,587	66,2734	0	40,302	65,362	0		179,6464251	66,2734	0
P4	P4L8	MVF404	B6	64,633	116,789	25	196,186	59,0476	0	75,806	78,295	0		220,2454251	59,0476	0
P4	P4L9	MVF404	B7	62,167	117,889	24,1	107,969	45,7786	0	39,813	110,639	0		132,0284251	45,7786	0
P4	P4L10	MVF404	B8	62,989	117,522	24,1	134,598	48,3725	0	43,815	98,615	0		158,6574251	48,3725	0
P4	P4L11	MVF404	B7	63,811	117,156	24,1	155,17	53,0068	0	51,085	89,652	0		179,2294251	53,0068	0
P4	P4L12	MVF404	B7	64,633	116,789	24,1	183,166	56,5665	0	66,539	82,338	0		207,2254251	56,5665	0

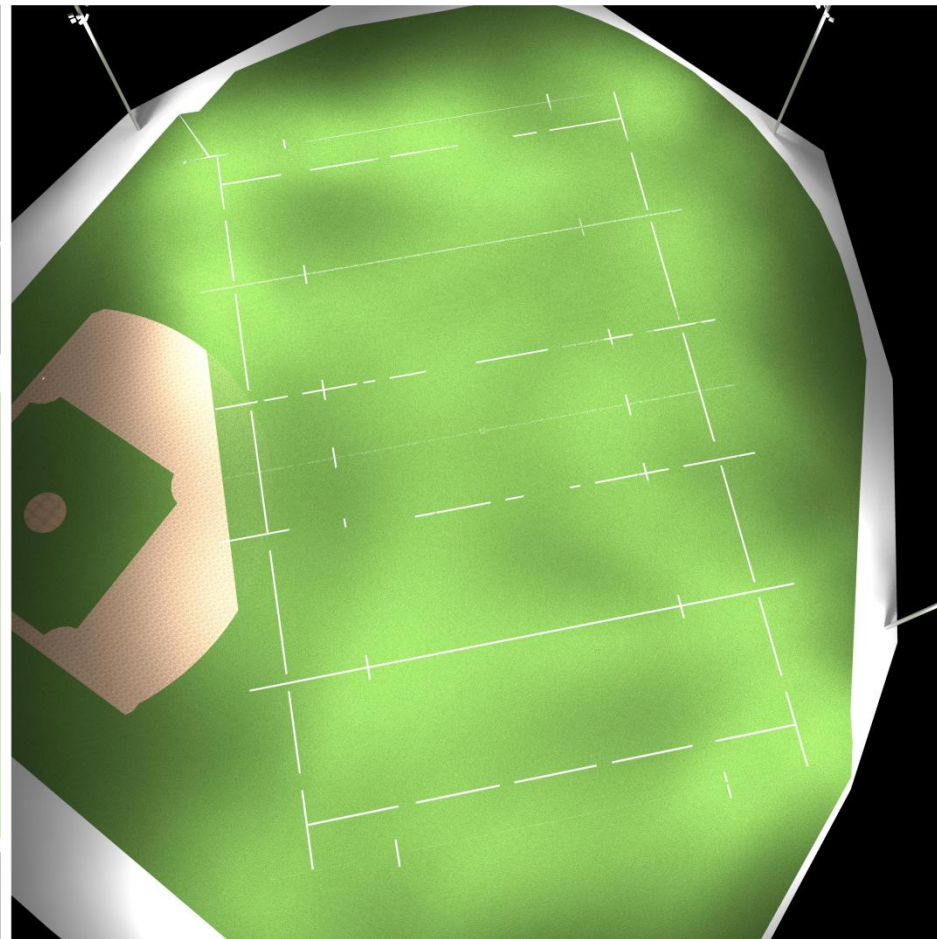
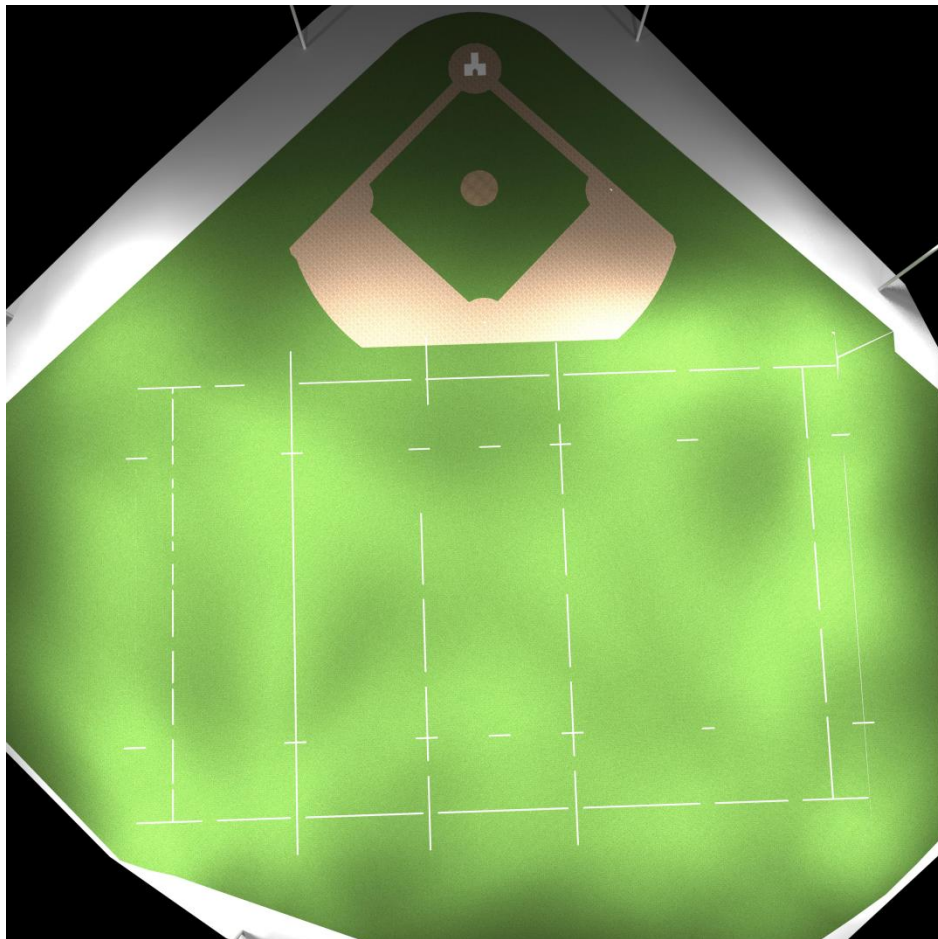
P5	P5L1	MVF404	B4	109,887	61,586	21,9	83,3958	65,6245	0	62,968	67,018	0	-66,05691578	149,4527158	65,6245	0
P5	P5L2	MVF404	B4	110,252	60,764	21,9	100,833	68,4146	0	57,242	50,62	0		166,8899158	68,4146	0
P5	P5L3	MVF404	B5	110,618	59,941	21,9	126,324	65,6286	0	71,669	31,305	0		192,3809158	65,6286	0
P5	P5L4	MVF404	B5	110,984	59,119	21,9	137,971	64,7932	0	79,835	24,56	0		204,0279158	64,7932	0
P5	P5L5	MVF404	B6	109,887	61,586	21	63,9181	64,4077	0	72,209	80,03	0		129,9750158	64,4077	0
P5	P5L6	MVF404	B5	110,252	60,764	21	115,189	66,3581	0	66,842	40,347	0		181,2459158	66,3581	0
P5	P5L7	MVF404	B6	110,618	59,941	21	152,497	65,0307	0	90,707	21,698	0		218,5539158	65,0307	0
P5	P5L8	MVF404	B6	110,984	59,119	21	166,063	58,9649	0	102,9	26,546	0		232,1199158	58,9649	0
P5	P5L9	MVF404	B7	109,887	61,586	20,1	74,9284	55,653	0	83,023	68,82	0		140,9853158	55,653	0
P5	P5L10	MVF404	B6	110,252	60,764	20,1	99,0048	64,4529	0	70,516	54,467	0		165,0617158	64,4529	0
P5	P5L11	MVF404	B8	110,618	59,941	20,1	116,471	49,0718	0	90,013	49,681	0		182,5279158	49,0718	0
P5	P5L12	MVF404	B8	110,984	59,119	20,1	184,514	41,1225	0	112,355	41,748	0		250,5709158	41,1225	0
P6	P6L1	MVF404	B3	74,094	-22,285	26,9	16,173	68,6988	0	54,877	43,976	0	13,95132658	2,221673416	68,6988	0
P6	P6L3	MVF404	B3	72,347	-22,719	26,9	26,9183	68,1016	0	42,051	36,952	0		12,96697342	68,1016	0
P6	P6L5	MVF404	B5	74,094	-22,285	26	336,973	62,7506	0	93,841	24,176	0		323,0216734	62,7506	0
P6	P6L6	MVF404	B5	73,22	-22,502	26	4,4873	64,2943	0	68,994	31,343	0		-9,46402658	64,2943	0
P6	P6L9	MVF404	B6	74,094	-22,285	25,1	350,101	57,4641	0	80,604	15,022	0		336,1496734	57,4641	0
P6	P6L11	MVF404	B5	72,347	-22,719	25,1	18,2208	62,1918	0	57,467	22,485	0		4,269473416	62,1918	0
P6	P6L12	MVF404	B4	71,474	-22,937	25,1	36,6503	65,8187	0	38,871	20,883	0		22,69897342	65,8187	0
P6	P6L14	MVF404	B8	73,22	-22,502	24,2	5,6788	49,3537	0	70,45	5,351	0		-8,27252658	49,3537	0
P6	P6L15	MVF404	B8	72,347	-22,719	24,2	25,9693	43,6431	0	62,311	-2,114	0		12,01797342	43,6431	0
P6	P6L16	MVF404	B6	71,474	-22,937	24,2	32,583	59,0143	0	50,606	9,714	0		18,63167342	59,0143	0

* Las alturas de los proyectores consignadas anteriormente están referenciadas al nivel del terreno de juego.

ANEXO BB VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA RUGBY (CORRIDA). COMPETICIÓN



ANEXO CC VISTAS DE LA SIMULACIÓN DE LA CANCHA RUGBY (CORRIDA). ENTRENAMIENTO



ANEXO DD TABLAS UTILIZADAS PARA EL DISEÑO DE LAS REDES ELECTRICAS

Profundidad de Enterramiento de los conductores, Norma NTC 2050 página 154.

Tabla 300-5 Requisitos mínimos de enterramiento en instalaciones de 0 V a 600 V nominales (distancia en centímetros). (Enterramiento se define como la distancia mas corta medida entre un punto de la superficie superior de cualquier conductor, cable, conducto u otra canalización directamente enterrado y la superficie superior de la tierra, cubierta de concreto u otra cobertura similar)

Tipo de Método de Cableado o circuito					
Ubicación del método de cableado o circuito	1 Cables o conductores directamente enterrados	2 Tubo conduit metilico rígido o intermedio	3 Canalizaciones no metálicas aprobadas para enterramiento directo sin cajón de concreto u otras canalizaciones aprobadas	4 Circuitos ramales para viviendas de 120 V nominales o menos con protección contra fallas a tierra y protección contra sobrecorriente máxima de 20 A	5 Circuitos de control de riego y alumbrado de parques, limitados a no más de 30 Ve instalados con cables tipo UF o en otros cables o canalizaciones identificados
Todos los lugares no identificados a continuación	60	15	45	30	15
En zanjas por debajo de 5 cm. Concreto grueso o equivalente	45	15	30	15	15
Bajo una edificación	0 (sólo en canalizaciones)	0	0	0 (sólo en canalizaciones)	0 (sólo en canalizaciones)
Bajo un mínimo de 10 cm de espesor de baldosas de concreto para exteriores sin tráfico de vehículos y baldosas que no sobrepasen en más de 15 cm la instalación subterránea.	45	10	10	15 (directamente enterrado) ó 10 (en canalizaciones)	15(directamente enterrado) ó 10 (en canalizaciones)
Bajo calles, carreteras, autopistas, avenidas, accesos vehiculares y estacionamientos	60	60	60	60	60
Accesos vehiculares y estacionamientos exteriores a viviendas uní y bifamiliares y utilizados sólo por sus habitantes	45	45	45	30	45
Sobre o bajo petas de carreteo de los aeropuertos, incluidas las zonas adyacentes cuando esté prohibido el paso	45	45	45	45	45

Cajas de Inspección, Norma ESSA página 58.

Red	Utilización	Medidas interiores [m]	Marco	Tapa
MT	Caja doble (*)	1,2 x 1,5 x 1	Metálico	Concreto
MT	Caja sencilla	0,7 x 1,2 x 1,17	Metálico	Concreto
MT	Tipo vehicular	1,5 x 1,5 x 1,8	Metálico	Concreto
BT	Vías públicas	0,6 x 0,6 x 0,82	Metálico	Concreto
BT	Vías privadas	0,6 x 0,6 x 0,82	Metálico	Concreto
AP	Vías públicas	0,4 x 0,4 x 0,5	Metálico	Concreto
AP	Vías privadas	0,3 x 0,3 x 0,4	Metálico	Concreto
AP	Parques	0,3 x 0,3 x 0,4	Metálico	Concreto

Tabla 4.2 Cajas de inspección

Constantes de Regulación de Conductores Cobre Aislado, Norma ESSA página 49.

Tensión	(KG) Baja tensión (*)					
	Cos f	0,8	0,85	0,9	0,95	1
14 AWG		752,235	797,3404	842,141	886,377	927,36
12 AWG		476,467	504,4656	532,18	559,367	583,52
10 AWG		302,877	320,1481	337,154	353,67	367,36
8 AWG		196,463	207,1611	217,607	227,585	234,87
6 AWG		126,254	132,6717	138,855	144,602	147,84
4 AWG		81,9997	85,7495	89,2797	92,4032	93,184
2 AWG		53,8566	55,93171	57,8007	59,2879	58,576
1 AWG		44,2823	45,7401	46,9888	47,8501	46,48
1/0 AWG		36,3697	37,37117	38,1696	38,592	36,848
2/0 AWG		30,0602	30,70733	31,1578	31,244	29,232
3/0 AWG		25,049	25,41483	25,5891	25,4085	23,184
4/0 AWG		21,012	21,15945	21,1208	20,7374	18,368
250 kcmils		18,349	18,40482	18,2864	17,8453	15,5456
350 kcmils		14,5742	14,43523	14,1286	13,5115	11,1059
500 kcmils		11,9212	11,61412	11,139	10,3527	7,7739
750 kcmils		9,65586	9,242255	8,66627	7,78946	5,18
1000 kcmils		8,50015	8,037757	7,41674	6,50182	3,8942

Tabla 3.25 Constantes de regulación para Conductores de cobre aislado en ducto no metálico

Factor de Corrección para Circuitos No Trifásicos, Norma ESSA página 50.

Tipo de Subestación	Tipo de red		
	Monofásica (FN)	Bifilar (FF)	Trifilar (FFN)
Monofásica	8	2	2
Trifásica	6	2	2,25

Tabla 3.26 Factores de corrección para otras conexiones

Capacidad de Corriente de los Conductores y Factor de Corrección por Temperatura Ambiente, Norma NTC 2050 página 182.

Tabla 310-16 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30 °C.

Sección transv.	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm ²	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	--	--	14	--	--	--	18
1,31	--	--	18	--	--	--	16
2,08	20*	20*	25	--	--	--	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,20	110	130	150	85	100	115	1
53,50	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900
506,70	455	545	615	375	445	500	1.000
633,38	495	590	665	405	485	545	1.250
760,05	520	625	705	435	520	585	1.500
886,73	545	650	735	455	545	615	1.750
1.013,40	560	665	750	470	560	630	2.000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temp. ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60		0,58	0,71		0,58	0,71	56-60
61-70		0,33	0,58		0,33	0,58	61-70
71-80			0,41			0,41	71-80

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este Código, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 A para el conductor de sección transversal 2,08 mm²(14AWG); 20 A para 3,3 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,25 mm² (10 AWG), todos de cobre; o 15 A para 3,3 mm² AWG) y 25 A para 5,25 mm² (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por temperatura ambiente y por número de conductores.

Calibre del Conductor de Tierra, Norma NTC 2050 página 140.

Tabla 250-95. Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos conduit, etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,68	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1.000	67,44	2/0	107,21	4/0
1.200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1.600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2.000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2.500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3.000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4.000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5.000	354,69	700 kcmil	608,04	1.200 kcmil
6.000	405,36	800 kcmil	608,04	1.200 kcmil

Factores de Ajuste por número de Conductores Transportadores de Corriente, Norma NTC 2050 página 188.

Número de conductores portadores de corriente	Porcentaje del valor de las Tablas, ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

Factores de Relleno para el Cálculo de Ductos, Norma NTC 2050 página 915.

Tabla 1. Porcentaje de la sección transversal en tubos conduit y tuberías, para el llenado de conductores.

Número de conductores	1	2	Más de 2
Todos los tipos de conductores	53%	31%	40%

Sección Transversal Total de los Conductores, Tablas 5 y 5 (continuación) Norma NTC 2050 páginas 920 y 921.

Tabla 5. Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos

Tipos: AF, FFH-2, RFH-1, RFH-2, RH, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF				
Tipo	Calibre AWG o kcmil	Secc. Transv. cond. (mm ²)	Diámetro aprox. (mm)	Sección aprox. total (mm ²)
RFH-2	18	0,82	3,5	9,4
FFH-2	16	1,31	3,8	11,1
RH	14	2,08	4,1	13,5
	12	3,30	4,6	16,8
RHW-2,	14	2,08	4,9	18,9
RHH	12	3,30	5,4	22,8
RHW	10	5,25	5,9	28,2
RH,	8	8,36	8,3	53,9
RHH	6	13,29	9,3	67,2
RHW	4	21,14	10,5	86,0
RHW-2	3	26,66	11,2	98,1
	2	33,62	11,9	112,9
	1	42,2	14,8	171,6
	1/0	53,50	15,8	196,1
	2/0	67,44	16,9	226,1
	3/0	85,02	18,3	262,7
	4/0	107,21	19,8	306,7
	250	126,67	22,7	405,9
	300	152,01	24,1	457,3
	350	177,34	25,4	507,8
	400	202,68	26,6	556,5
	500	253,35	28,8	650,5
	600	304,02	31,6	782,9
	700	354,69	33,4	874,9
	750	380,02	34,2	920,8
	800	405,36	35,1	965,0
	900	456,03	36,7	1056,6
	1000	506,70	38,2	1 143,2
	1250	633,38	43,9	1 514,9
	1500	760,05	47,0	1 738,0
	1750	886,73	49,9	1 959,8
	2000	1 013,40	52,6	2 175,6
SF-2, SFF-2	18	0,82	3,1	7,4
	16	1,31	3,4	8,97
	14	2,08	3,8	11,1
SF-1, SFF-1	18	0,82	2,3	4,2
RFH-1, AF, XF, XFF	18	0,82	2,7	5,2
AF, TF, TFF, XF, XFF	16	1,31	3,0	7,0
AF, TW, XF, XFF	14	2,08	3,4	8,9
TW	12	3,30	3,9	11,7
	10	5,25	4,5	15,7
	8	8,36	5,9	28,2
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	14	2,08	4,1	13,4

* Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin chaqueta externa adicional.

Nota. La columna Sección aprox. total se refiere a la sección transversal del conductor más el aislamiento.

Tabla 5. (Continuación).

Tipos: AF, RHH*, RHW*, RHW-2*. RHHN, RHHW, THW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN-2, XF, XFF				
Tipo	Calibre AWG o kcmil	Seca Transv. cond. (mm ²)	Diámetro aprox. (mm)	Sección aprox. total (mm ²)
RHH*, RHW*, RHW-2* THH, THW, AF, XF, XFF	12	3,30	4,6	16,8
	10	5,25	5,2	21,5
	8	8,36	6,8	35,9
TW, THW THHW THW-2 RHH* RHW* RHW-2*	6	13,29	7,7	46,8
	4	21,14	6,9	62,8
	3	26,66	9,7	73,2
	2	33,62	10,5	86
	1	42,2	12,5	122,6
	1/0	53,50	13,5	143,4
	2/0	67,44	14,7	169,3
	3/0	85,02	16,0	201,1
	4/0	107,21	17,5	239,9
	250	126,67	19,4	296,5
	300	152,01	20,3	340,7
	350	177,34	22,1	384,4
	400	202,68	23,3	427,0
	500	253,35	25,5	509,7
	600	304,02	28,3	627,7
	700	354,69	30,1	710,3
	750	380,02	30,9	751,7
	800	405,36	31,8	791,7
	900	456,03	33,4	874,9
	1000	506,70	34,8	953,8
1250	633,38	39,1	1200,1	
1500	760,05	42,2	1 399,7	
1750	886,73	45,1	1 598,3	
2 000	1 013,40	47,8	1794,7	
TFN	18	0,82	2,1	3,6
TFFN	16	1,31	2,4	4,7
THHN THWN THWN-2	14	2,08	2,8	6,3
	12	3,30	3,3	8,6
	10	5,25	4,2	13,6
	8	8,36	5,5	23,6
	6	13,29	5,5	32,7
	4	21,14	8,2	53,2
	3	26,66	3,9	62,8
	2	33,62	9,8	74,7
	1	42,2	11,3	100,8
	1/0	53,50	12,3	119,7
	2/0	67,44	13,5	143,4
	3/0	85,02	14,8	172,8
	4/0	107,21	16,3	2 08,8
	250	126,67	18,1	2 56,1
	300	152,01	19,5	2 97,3

* Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin chaqueta externa adicional.

Nota. La columna Sección aprox. total se refiere a la sección transversal del conductor más el aislamiento.

Dimensión y Porcentaje de los Ductos, Norma NTC 2050 página 919.

Tabla 4. (Final)

tamaño comercial		Tubo conduit dt PVC rígido. Schedule 80					Tubo conduit de PVC rígido, Schedule 40 y conduit HDPE				
pulgadas	mm	Diámetro interior. mm	Sección total 100%,mm ²	Dos hilos, 31%, mm ²	Más de dos hilos, 40%, mm ²	Un hilo, 53%, mm ²	Diámetro interior. mm ²	Sección total 100%, mm ²	Dos hilos, 31%, mm ²	Mas de dos hilos, 40%,mm ²	Un hilo, 53%,mm ²
½	21	13,36	140,0	43,23	56,13	74,19	15,29	183,87	56,77	73,55	97,42
¾	26	18,34	263,87	81,94	105,81	140,0	20,42	327,74	101,29	130,97	173,55
1	33	23,77	443,87	137,42	177,42	235,48	26,14	536,77	166,45	214,84	284,52
1 ¼	42	31,88	798,06	247,1	319,35	423,22	34,54	937,42	290,32	374,84	496,77
1 ½	48	37,49	1103,86	341,93	418,1	585,16	40,39	1281,29	397,42	512,26	678,71
2	60	48,59	1854,19	574,84	741,93	982,58	51,99	2123,22	658,06	849,03	1 125,16
2 ½	73	58,17	2657,41	823,87	1062,58	1408,38	62,10	3029,03	938,71	1211,61	1605,16
3	88	72,75	4156,12	1288,38	1662,58	2202,58	77,27	4689,02	1453,55	1 875,48	2486,15
3 ½	104	84,48	5605,15	1 737,42	2 241,93	2970,96	89,43	6281,92	1947,09	2512,9	3329,67
4	114	96,16	7263,21	2251,61	2905,16	3849,67	101,55	8099,34	2510,96	3240,0	4292,89
5	141	121,11	11619,33	3570,96	4607,73	6105,15	127,41	12749,0	3952,25	5099,34	6755,76
6	168	146,00	16614,81	5119,34	6606,79	8752,89	153,19	18430,29	5713,54	737224	9768,37

Tamaño comercial		Tubo conduit de PVC rígido Tipo A					Tubo conduit de PVC Tipo EB				
pulgadas	mm	Diámetro interior. mm	Sección total 100%, mm ²	Dos hilos, 31%, mm ²	Más de dos hilos, 40%, mm ²	Un hilo, 53%, mm ²	Diámetro interior. mm ²	Sección total 100%, mm ²	Dos hilos, 31%, mm ²	Mas de dos hilos, 40%, mm ²	Un hilo, 53%, mm ²
½	21	17,78	248,39	76,77	99,35	131,61	—	—	—	—	—
¾	26	23,11	419,35	130,32	167,74	222,58	—	—	—	—	—
1	33	29,85	699,35	216,77	280,0	370,97	—	—	—	—	—
1 ¼	42	38,10	1140,0	353,55	455,13	604,51	—	—	—	—	—
1 ½	48	43,69	1499,35	464,51	598,35	794,19	—	—	—	—	—
2	60	54,74	2352,9	729,68	941,28	1247,1	56,41	2499,35	774,84	1000,0	1 324,51
2 ½	73	66,93	3518,1	1090,32	1407,1	1864,51	—	—	—	—	—
3	88	82,04	5286,44	1638,71	2114,83	2801,93	84,84	5618,7	1 741,93	2247,74	2978,1
3 ½	104	93,73	6899,34	2138,71	2760,0	3656,77	96,62	7332,24	2272,9	2932,89	3886,44
4	114	106,17	8853,53	2744,51	3541,28	4692,25	108,94	9321,27	2889,67	3728,38	4 940,0
5	141	—	—	—	—	—	136,03	1 4319,33	4439,35	5727,73	7589,66
6	168	—	—	—	—	—	16093	20341,9	6305,79	8136,76	10781,27

Capacidad de Conducción de Corriente en Barrajes de Cobre de Calibre Común


	NORMAS TÉCNICAS PARA REVISIÓN	RA8-013
	CELDA DE MEDIA TENSIÓN Y TABLEROS DE BAJA TENSIÓN	

Tabla 1: Capacidad de conducción de corriente en barrajes de cobre de calibre común.

Ancho de los barrajes		Espesor de los barrajes, mm (pulgada)											
		3/64	0,051	1/16	0,064	5/64	0,081	3/32	1/8	5/32	3/16	7/32	1/4
Pulgada	(mm)	(1,2)	(1,30)	(1,6)	(1,63)	(2,0)	(2,06)	(2,4)	(3,2)	(4,0)	(4,8)	(5,6)	(6,4)
3/8	(9,5)	18	19	23	24	29	30	35	47	59	70	82	94
7/16	(11,1)	21	22	27	28	34	35	41	55	68	82	96	109
1/2	(12,7)	23	26	31	32	39	41	47	63	78	94	109	125
9/16	(14,3)	26	29	35	36	44	46	53	70	88	105	123	141
5/8	(15,9)	29	32	39	40	49	51	59	78	98	117	137	156
11/16	(17,5)	32	35	43	44	54	56	64	86	108	129	150	172
3/4	(19,1)	35	38	47	48	59	61	70	94	117	141	164	188
7/8	(22,2)	41	45	55	56	68	71	82	109	137	164	191	219
1	(25,4)	47	51	63	64	78	81	94	125	156	188	219	250
1-1/8	(28,6)	53	57	70	72	88	91	105	141	176	211	246	281
1-1/4	(31,8)	59	64	78	80	98	101	117	156	195	234	273	313
1-3/8	(34,9)	64	70	86	88	102	111	129	172	205	258	301	344
1-1/2	(38,1)	70	77	94	96	117	122	141	188	235	281	328	375
1-3/4	(44,5)	82	89	109	112	137	142	164	219	273	328	383	438
2	(50,8)	94	102	125	128	156	162	188	250	313	375	438	500
2-1/4	(57,2)	105	115	141	144	176	182	211	281	352	422	492	563
2-1/2	(63,5)	117	128	156	160	185	203	234	313	391	469	547	625

Fuente: Tabla 11.2 de la Norma NTC 3475.

Porcentajes parciales de Regulación Permitidos, Norma ESSA página 12.

Descripción	%
Redes de distribución, B.T., zona urbana	5
Redes de distribución, B.T., zona rural	7
Acometida y alimentador (hasta tablero de distribución) para cargas concentradas o multiusuarios desde bornes del transformador	3
Acometida y alimentador (hasta tablero de distribución) desde redes de la Empresa	2
Circuito ramal	2
Alumbrado público	4

Tabla 2.3 Porcentajes de regulación de tensión

Impedancias de Puesta a Tierra, Norma ESSA página 13.

Descripción	Nivel (kV)	Z máxima(O)
Subestación distribución	34,5	10
Subestación distribución	13,2	10
Protección contra rayos	13,2 - 34,5	10
Redes de baja tensión	B.T.	20
Acometidas	B.T.	25 *

Tabla 2.5 Impedancias de puesta a tierra

Valores típicos del Factor de Decremento y Tiempo de Duración de la Falla, Norma IEEE Std. 80. Fuente: Dimensionamiento de Subestaciones Eléctricas en Media Tensión Aplicativo en Java, pág. 53.

Valores Típicos del Factor de Decremento y Tiempo de Duración de la Falla

Fault duration, t_f		Decrement factor, D_f			
Seconds	Cycles at 60 Hz	$X/R = 10$	$X/R = 20$	$X/R = 30$	$X/R = 40$
0.008 33	0.5	1.576	1.648	1.675	1.688
0.05	3	1.232	1.378	1.462	1.515
0.10	6	1.125	1.232	1.316	1.378
0.20	12	1.064	1.125	1.181	1.232
0.30	18	1.043	1.085	1.125	1.163
0.40	24	1.033	1.064	1.095	1.125
0.50	30	1.026	1.052	1.077	1.101
0.75	45	1.018	1.035	1.052	1.068
1.00	60	1.013	1.026	1.039	1.052

Impedancias equivalentes aproximadas de cables de guarda de líneas de transmisión y neutros de distribución (alimentadores)

Número de líneas de transmisión	Número de neutros de distribución	Zeq (ohms) Rtg =15, Rdg =25	Zeq (ohms) Rtg =100, Rdg =200
1	1	0,91 + J0,485	3,27 + J0,652
1	2	0,54 + J0,33	2,18 + J0,412
1	4	0,295 + J 0,20	1,32 + J0,244
1	8	0,15 + J 0,11	0,732 + J0,133
1	12	0,10 + J 0,076	0,507 + J0,091
1	16	0,079 + J 0,057	0,387 + J0,069
2	1	0,685 + J 0,302	2,18 + J0,442
2	2	0,455 + J 0,241	1,63 + J0,324
2	4	0,27 + J 0,165	1,09 + J0,208
2	8	0,15 + J 0,10	0,685 + J0,122
2	12	0,10 + J 0,07	0,47 + J0,087
2	16	0,08 + J 0,055	0,366 + J0,067
4	1	0,45 + J 0,16	1,30 + J0,273
4	2	0,34 + J 0,15	1,09 + J0,22
4	4	0,23 + J 0,12	0,817 + J0,16
4	8	0,134 + J 0,083	0,546 + J0,103
4	12	0,095 + J 0,061	0,41 + J0,077
4	16	0,073 + J 0,05	0,329 + J0,06
8	1	0,27 + J 0,08	0,72 + J0,152
8	2	0,23+ J 0,08	0,65 + J0,134
8	4	0,17 + J 0,076	0,543 + J0,11
8	8	0,114 + J 0,061	0,408 + J0,079
8	12	0,085 + J 0,049	0,327 + J0,064
8	16	0,067 + J0,041	0,273 + J0,052

Constantes de los Materiales Conductores, Norma IEEE Std. 80. Fuente: SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA, Diseñado con IEEE-80 y evaluado con MEF, pág. 34.

Constantes de los materiales conductores

DESCRIPTION	Material conductivity (%)	α_r factor at 20°C (1/°C)	K_0 at 0°C (0°C)	Fusing temperature T_m	ρ_r 20°C ($\mu\Omega\cdot\text{cm}$)	TCAP thermal capacity [J/(cm ³ ·°C)]	Kf
Copper, annealed soft-drawn	100	0,00393	234	1083	1,72	3,42	7
Copper, commercial hard-drawn	97	0,00381	242	1084	1,78	3,42	7,06
Cooper-clad steel wire	40	0,00378	245	1084	4,4	3,85	10,45
Cooper-clad steel wire	30	0,00378	245	1084	5,86	3,85	12,06
Cooper-clad steel rod	20	0,00378	245	1084	8,62	3,85	14,64
Aluminum, EC grade	61	0,00403	228	657	2,86	2,56	12,12
Aluminum, 5005 alloy	53,5	0,00353	263	652	3,22	2,6	12,41
Aluminum, 6201 alloy	52,5	0,00347	268	654	3,28	2,6	12,47
Aluminum-clad steel wire	20,3	0,0036	258	657	8,48	3,58	17,2
Steel, 1020	10,8	0,00316	605	1510	15,9	3,28	15,95
Stainless-clad steel rod	9,8	0,0016	605	1400	17,5	4,44	14,72
Zinc-coated steel rod	8,6	0,0032	293	419	20,1	3,93	28,96
Stainless steel, 304	2,4	0,0013	749	1400	72	4,03	30,05

Dimensiones típicas de los Conductores de Puesta a Tierra, Norma IEEE Std. 80. Fuente: SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA, Diseñado con IEEE-80 y evaluado con MEF, pág. 34.

Dimensiones típicas de los conductores de puesta a tierra

CALIBRE DEL CONDUCTOR		AREA NOMINAL mm ²	DIAMETRO m
MCM	AWG		
350		177,35	0,015
300		152,01	0,0139
250		126,68	0,0127
211,6	4/0	107,22	0,0117
167,8	3/0	85,03	0,0104
133,1	2/0	67,44	0,0093

Características del Conductor AWG XLPE en Media Tensión.

CABLE DE MEDIA TENSIÓN 15 A 35 KV


15 KV TENSIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN

100% NIVEL DE AISLAMIENTO
 ESPESOR DE AISLAMIENTO : 4,45 MM
 (175 mils)

133% NIVEL DE AISLAMIENTO
 ESPESOR DE AISLAMIENTO : 5,60 mm
 (220 mils)

CALIBRE AWG O KCMIL	ÁREA NOMINAL DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL mm ²	NÚMERO DE HILOS	DIÁMETRO DEL CONDUCTOR mm	100% NIVEL DE AISLAMIENTO		133% NIVEL DE AISLAMIENTO		DIÁMETRO SOBRE EL AISLAMIENTO mm	DIÁMETRO TOTAL APROXIMADO mm	PESO TOTAL APROXIMADO (kg / 100 m)	
				DIÁMETRO SOBRE EL AISLAMIENTO mm	DIÁMETRO TOTAL APROXIMADO mm	COBRE	ALUMINIO			COBRE	ALUMINIO
2	33,62	7	7,2	17,6	26,0	81,5	59,7	19,9	28,9	94,3	72,5
1/0	53,48	19	9,2	19,59	28,1	106	70,9	21,89	31,0	120	84,9
2/0	67,43	19	10,3	20,71	29,2	122	78,0	23,01	32,2	137	92,7
3/0	85,01	19	11,6	21,98	30,5	142	86,6	24,28	33,5	157	102
4/0	107,2	19	13,0	23,4	32,0	167	97,0	25,7	35,5	185	116
250	126,7	37	14,2	24,88	33,5	191	108	27,18	37,0	210	128
300	152	37	15,5	26,23	35,3	220	122	28,53	38,4	239	140
350	177,3	37	16,8	27,47	36,6	248	132	29,77	39,7	267	152
400	202,7	37	17,9	28,64	37,8	275	143	30,94	41,0	295	164
500	253,4	37	20,0	30,75	40,0	329	164	33,05	43,2	350	186
600	304	61	22,0	32,89	42,2	384	186	35,19	45,4	407	210
750	380	61	24,6	35,48	44,8	463	216	37,78	48,2	488	241
1 000	506,7	61	28,4	39,29	50,4	609	280	41,59	54,2	643	313

CN-007


CONDUCTORES DEL NORTE
 Tecnología y Confianza

CORRIENTES DE CORTO-CIRCUITO SUMINISTRADAS POR LA ESSA

Apoyo	Capacidad Transformador (KVA)	Corriente de Co – Ci (KA)	Observaciones
1138154	300	3,7	Ing. Eléctrica
1138413	150	3,6	Jorge B. Vesga
1138448	315	3,6	Biblioteca
	315	3,6	
1138499	200	3,3	Administración I
	100	3,3	
1138618	150	3,3	Administración II
1138405	315	3,6	Ing. Civil
1138421	200	3,5	Planta de Aceros
1138430	400	3,4	Camilo Torres
1138600	160	3,2	Ing. Mecánica
1138472	150	3,2	Auditorio Luis A. Calvo
	100	3,2	
2750872	400	3,2	Ciencias Humanas
2732157	400	2,9	Coliseo
2740729	150	2,8	CENIVAM [®]
	500	3,6	CENTIC
	500	3,6	
	225	2,8	Laboratorios de caracterización
	225	3,6	Ing. Química

ANEXO EE CUADROS DE CARGA DE LAS REDES ELECTRICAS DE LOS CAMPOS DEPORTIVOS

CANCHA SUR – RUTA 1

TABLERO	CIRCUITO	TOTAL LUMINARIAS	S. UNITARIA *** [kVA]	S. máx. TOTAL [kVA]	FASES [kVA]			CORRIENTE NOMINAL In [A]	1,25.In [A]	PROTECCIÓN [A]	ME [kVA-m]	KG	REG. [%]	CALIBRE AWG cu TW 60°C	TUBO (PULG.) ["]	OBSERVACIONES
					A	B	C									
T.G.B.T.	1. Postes P2 y P3.	8	2,244	17,952	5,61	6,732	5,61	23,5559	29,4449	3 x 30	1189,679	337,154	2,0718	3 x #10 + 1#10 T	3/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición de los postes P2 y P3.
	2. Postes P1 y P4.	9	2,244	20,196	6,732	6,732	6,732	26,5004	33,1255	3 x 40	2331,2916	217,607	2,6204	3 x #8 + 1#10 T	3/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición de los postes P1 y P4.
	3. Postes P2 y P3.	12	2,244	26,928	8,976	8,976	8,976	35,3338	44,1673	3 x 50	1778,4597	138,855	1,2756	3 x #6 + 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento de los postes P2 y P3.
	4. Postes P1 y P4.	11	2,244	24,684	8,976	7,854	7,854	32,3894	40,4867	3 x 50	3107,94	138,855	2,2291	3 x #6 + 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento de los postes P1 y P4.
T.G.A.	CANCHA SUR	40	2,244	89,76	30,294	30,294	29,172	117,7795	147,2243	3 x 150	8515,5312	38,1696	1,6789	3 x #1/0 + 1#6 T	2"	Circuito 3Φ de alimentación de la cancha SUR desde la S.E. COLSEO. Conductores AWG THW a 75°C.

DESBALANCE DE FASES = 3,7037%

* La carga de cada una de las lámparas es de 2000 [W], y su tensión de alimentación es 440 [V] (F - F).

** El factor de potencia es de 0,9, producto del balasto utilizado, y la corriente que éste toma de la línea es de 5,1 [A].

CANCHA SUR – RUTA 2

TABLERO	CIRCUITO	TOTAL LUMINARIAS	S. UNITARIA [kVA] ***	S. máx. TOTAL [kVA]	FASES [kVA]			CORRIENTE NOMINAL In [A]	1,25.In [A]	PROTECCIÓN [A]	ME [kVA-m]	KG	REG. [%]	CALIBRE AWG cu TW 60°C	TUBO (PULG.) ["]	OBSERVACIONES
					A	B	C									
T.G.B.T.	1. Poste P2.	4	2,244	8,976	2,244	3,366	3,366	11,7779	14,7224	3 x 15	388,234 4	842,141	1,6888	3 x #14 + 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición del poste P2. Se comparte ducto con el circuito 3.
	2. Postes P1, P4 y P3.	13	2,244	29,172	10,098	10,098	8,976	38,2783	47,8479	3 x 50	4403,91 732	138,855	3,1586	3 x #6 + 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición de los postes P1, P4 y P3.
	3. Poste P2.	6	2,244	13,464	4,488	4,488	4,488	17,6669	22,0836	3 x 25	584,876 2	217,607	0,6574	3 x #8 + 1#10T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento del poste P2. Se comparte ducto con el circuito 1.
	4. Postes P1 y P4.	11	2,244	24,684	8,976	7,854	7,854	32,3894	40,4867	3 x 50	3106,70 58	138,855	2,2282	3 x #6 + 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento de los postes P1 y P4.
	5. Poste P3.	6	2,244	13,464	4,488	4,488	4,488	17,6669	22,0836	3 x 25	3320,62 63	138,855	2,3816	3 x #6 + 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento del poste P3.
T.G.A.	CANCHA SUR	40	2,244	89,76	30,294	30,294	29,172	117,7795	147,224 3	3 x 150	8515,53 12	38,1696	1,6789	3 x #1/0 + 1#6 T	2"	Circuito 3Φ de alimentación de la cancha SUR desde la S.E. COLSEO. Conductores AWG THW a 75°C.

DESBALANCE DE FASES = 3,7037%

* La carga de cada una de las lámparas es de 2000 [W], y su tensión de alimentación es 440 [V] (F - F).

** El factor de potencia es de 0,9, producto del balasto utilizado, y la corriente que éste toma de la línea es de 5,1 [A].

CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III

CUADRO DE CARGAS CANCHA 1° DE MARZO CLASE III - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER UIS - SEDE BUCARAMANGA

TABLER	CIRCUITO	TOTAL LUMIN	S. UNITARIA [kVA]	S. máx. TOTAL [kVA] ***	FASES [kVA]			In [A]	1,25 . In [A]	PROT. [A]	ME [kVA-m]	KG	REG. [%]	CALIBRE AWG cu TW 60°C	TUBO ["]	OBSERVACIONES
					A	B	C									
T.G.B.T.	1. Postes P5 y P1.	12	2,244	26,928	8,976	8,976	8,976	35,3338	44,1673	3 x 50	1616,48784	89,2797	0,745	3 x #4 + 1#10 T	1 1/2 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición de los postes P5 y P1. Se comparte ducto con el circuito 2 desde el TD_CF hasta el poste P1.
	2. Postes P2 y P7.	12	2,244	26,928	8,976	8,976	8,976	35,3338	44,1673	3 x 50	5892,87864	89,2797	2,717	3 x #4 + 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición de los postes P2 y P7. Se comparte ducto con el circuito 1 y desde CI_F2 hasta P7 el diámetro es el que se muestra.
	3. Postes P6 y P3.	12	2,244	26,928	8,976	8,976	8,976	35,3338	44,1673	3 x 50	2199,681	89,2797	1,014	3 x #4 + 1#10 T	1 1/2 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición de los postes P6 y P3. Se comparte ducto con el circuito 4 desde el TD_CF hasta el poste P3.
	4. Postes P4 y P8.	12	2,244	26,928	8,976	8,976	8,976	35,3338	44,1673	3 x 50	6450,1536	89,2797	2,974	3 x #4 + 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición de los postes P4 y P8. Se comparte ducto con el circuito 3 y desde CI_F10 hasta P8 el diámetro es el que se muestra.
	5. Postes P5 y P1.	8	2,244	17,952	5,61	6,732	5,61	23,5559	29,4449	3 x 30	1152,6306	217,607	1,295	3 x #8 + 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento de los postes P5 y P1. Se comparte ducto con el circuito 6 desde el TD_CF hasta el poste P1.
	6. Postes P2 y P7.	8	2,244	17,952	6,732	5,61	5,61	23,5559	29,4449	3 x 30	3861,74448	217,607	4,340	3 x #8 + 1#10 T	3/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento de los postes P2 y P7. Se comparte ducto con el circuito 5 y desde CI_F2 hasta P7 el diámetro es el que se muestra.
	7. Postes P6 y P3.	8	2,244	17,952	5,61	5,61	6,732	23,5559	29,4449	3 x 30	1535,59164	217,607	1,726	3 x #8 + 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento de los postes P6 y P3. Se comparte ducto con el circuito 8 desde el TD_CF hasta el poste P3.
	8. Postes P4 y P8.	8	2,244	17,952	5,61	6,732	5,61	23,5559	29,4449	3 x 30	4227,56136	138,855	3,032	3 x #6 + 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento de los postes P4 y P8. Se comparte ducto con el circuito 7 y desde CI_F10 hasta P8 el diámetro es el que se muestra.

PISTA ATLÉTICA CLASE II

9. Postes P5, P1, P2 y P7.	5	2,244	11,22	4,488	3,366	3,366	14,7224	18,4030	3 x 20	1598,91732	532,18	4,395	3 x #12 + 1#12 T	1/2 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición de los postes P5, P1, P2 y P7. La tubería es de 3/4 " desde el tablero hasta la caja CI_FP2, y se comparte con el circuito 10.	
10. Postes P6, P3 y P4.	4	2,244	8,976	2,244	3,366	3,366	11,7779	14,7224	3 x 15	985,92384	842,141	4,288	3 x #14 + 1#14 T	1/2 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición de los postes P6, P3 y P4. La tubería es de 3/4 " desde el tablero hasta la caja CI_FP2, y se comparte con el circuito 9.	
11. Postes P5, P1, P2 y P7.	7	2,244	15,708	4,488	6,732	4,488	20,6114	25,7643	3 x 30	1874,05416	217,607	2,106	3 x #8 + 1#10 T	3/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento de los postes P5, P1, P2 y P7. La tubería es de 1 1/4 " desde el tablero hasta la caja CI_FP2, y se comparte con el circuito 12.	
12. Postes P6, P3, P4 y P8.	8	2,244	17,952	6,732	4,488	6,732	23,5559	29,4449	3 x 30	3073,76388	217,607	3,454	3 x #8 + 1#10 T	3/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento de los postes P6, P3, P4 y P8. La tubería es de 1 1/4 " desde el tablero hasta la caja CI_FP2, y se comparte con el circuito 11.	
T.G.A.	COMPET. 1° MARZO Y ENTRENATO ATLETISMO	95	2,244	213,18	70,686	71,808	70,686	279,726	349,6578	3 x 350	10757,0628	31,1578	0,577	3 x 3#2/0 + 1#2 T	3"	Circuito 3Φ de alimentación de la cancha 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE III desde el trafo ubicado detrás de cafetería junto a Residencias Universitarias. Conductores AWG cu THW a 75°C.

DESBALANCE DE FASES = 1,5625%

* La carga de cada una de las lámparas es de 2000 [W], y su tensión de alimentación es 440 [V] (F - F).

** El factor de potencia es de 0,9, producto del balasto utilizado, y la corriente que éste toma de la línea es de 5,1 [A].

CANCHA 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II

CUADRO DE CARGAS CANCHA 1° DE MARZO CLASE II - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER UIS - SEDE BUCARAMANGA

TABLER	CIRCUITO	TOTAL LUMIN	S. UNITARIA [kVA]	S. máx. TOTAL [kVA] ***	FASES [kVA]			In [A]	1,25 . In [A]	PROT[A]	ME [kVA-m]	KG	REG. [%]	CALIBRE AWG cu TW 60°C	TUBO ["]	OBSERVACIONES
					A	B	C									
T.G.B.T.	1. Postes P1 y P2.	13	2,244	29,172	10,098	10,098	8,976	38,2783	47,8479	3 x 50	3978,54468	89,2797	1,834	3 x #4 + 1#10 T	1 1/2 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición de los postes P1 y P2. Se comparte ducto con el circuito 2 desde el TD_CF hasta el poste P2.
	2. Poste P3.	7	2,244	15,708	5,61	5,61	4,488	20,6114	25,7643	3 x 30	4541,27256	138,855	3,257	3 x #6 + 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición del poste P3. Se comparte ducto con el circuito 1 y desde CI_F5 hasta P3 el diámetro es el que se muestra.
	3. Postes P6 y P5.	12	2,244	26,928	8,976	7,854	10,098	35,3338	44,1673	3 x 50	1841,60592	89,2797	0,849	3 x #4 + 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición de los postes P6 y P5. Se comparte ducto con el circuito 4 desde el TD_CF hasta el poste P5.
	4. Poste P4.	6	2,244	13,464	3,366	4,488	5,61	17,6669	22,0836	3 x 25	3075,37956	217,607	3,456	3 x #8 + 1#10 T	3/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición del poste P4. Se comparte ducto con el circuito 3 y desde CI_F10 hasta P4 el diámetro es el que se muestra.
	5. Postes P1, P2 y P3.	12	2,244	26,928	8,976	7,854	10,098	35,3338	44,1673	3 x 50	4631,68332	138,855	3,322	3 x #6 + 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento de los postes P1, P2 y P3.
	6. Postes P6 y P5.	9	2,244	20,196	5,61	8,976	5,61	26,5004	33,1255	3 x 40	1495,8504	138,855	1,072	3 x #6 + 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento de los postes P6 y P5. Se comparte ducto con el circuito 7 desde el TD_CF hasta el poste P5.
	7. Postes P4.	5	2,244	11,22	4,488	3,366	3,366	14,7224	18,4030	3 x 20	2566,6872	217,607	2,885	3 x #8 + 1#10 T	3/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento del poste P4. Se comparte ducto con el circuito 6 y desde CI_F10 hasta P4 el diámetro es el que se muestra.

PISTA ATLÉTICA CLASE II

8. Postes P1, P2 y P3.	4	2,244	8,976	3,366	3,366	2,244	11,7779	14,7224	3 x 15	1622,88324	337,154	2,826	3 x #10 + 1#14 T	1/2 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición de los postes P1, P2 y P3. La tubería es de 3/4 " desde el tablero hasta la caja CI_FP2, y se comparte con el circuito 9.
9. Postes P6, P5 y P4.	4	2,244	8,976	2,244	3,366	3,366	11,7779	14,7224	3 x 15	789,86556	842,141	3,435	3 x #14 + 1#14 T	1/2 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición de los postes P6, P5 y P4. La tubería es de 3/4 " desde el tablero hasta la caja CI_FP2, y se comparte con el circuito 8.
10. Postes P1, P2 y P3.	6	2,244	13,464	4,488	4,488	4,488	17,6669	22,0836	3 x 25	2677,653	217,607	3,009	3 x #8 + 1#10 T	3/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento de los postes P1, P2 y P3. La tubería es de 1 " desde el tablero hasta la caja CI_FP2, y se comparte con el circuito 11.
11. Postes P6, P5 y P4.	5	2,244	11,22	4,488	3,366	3,366	14,7224	18,4030	3 x 20	1479,42432	532,18	4,066	3 x #12 + 1#12 T	1/2 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento de los postes P6, P5 y P4. La tubería es de 1 " desde el tablero hasta la caja CI_FP2, y se comparte con el circuito 10.
T.G.A.	75	2,244	168,3	56,1	56,1	56,1	220,836	276,0456	3 x 300	8492,418	38,1696	0,558	3 x 3#1/0 + 1#4 T	3 "	Circuito 3Φ de alimentación de la cancha 1° DE MARZO Y PISTA ATLÉTICA CLASE II desde el trafo ubicado detrás de cafetería junto a Residencias Universitarias. Conductores AWG cu THW a 75°C.

DESBALANCE DE FASES = 0 %

* La carga de cada una de las lámparas es de 2000 [W], y su tensión de alimentación es 440 [V] (F - F).

** El factor de potencia es de 0,9, producto del balasto utilizado, y la corriente que éste toma de la línea es de 5,1 [A].

CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL)

CUADRO DE CARGAS CANCHA SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL) - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER UIS - SEDE BUCARAMANGA

TABL.	CTO.	TOTAL LUM.	S. máx. TOTAL [KVA] **	FASES [KVA]			In [A]	1,25. In [A]	PROTEC [A]	ME [KVA-m]	KG	REG. [%]	CALIBRE AWG cu TW 60°C	TUBO ["]	OBSERVACIONES	
				A	B	C										
T.G.B.T	1. Postes P6 Y P2.	9	20,196	6,732	6,732	6,732	26,5004	33,1255	3 x 40	2095,2901	217,607	2,3551	3 x #8 + 1#10 T	3/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición.	
	2. Poste P5	6	13,464	4,488	4,488	4,488	17,6669	22,0836	3 x 25	1112,7996	217,607	1,2508	3 x #8 + 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición. Se comparte ducto con el circuito 3 desde el tablero TD_SR hasta el poste P5.	
	3. Postes P4 y P3.	12	26,928	8,976	8,976	8,976	35,3338	44,1673	3 x 50	3948,879	89,2797	1,8210	3 x #4 + 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición. Se comparte ducto con el circuito 2 desde la caja CI_SR8 hasta el poste P3.	
	3. Postes P6 Y P2.	11	24,684	8,976	7,854	7,854	32,3894	40,4867	3 x 50	3079,9348	89,2797	1,4203	3 x #4 + 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento. La tubería es de 1 1/2 "desde el tablero hasta la caja CI_SR, y se comparte con el circuito 5.	
	4. Postes P5, P4 y P3.	10	22,44	6,732	7,854	7,854	29,4449	36,8061	3 x 40	2575,6856	138,855	1,8473	3 x #6 + 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento. La tubería es de 1 1/2 "desde el tablero hasta la caja CI_SR, y se comparte con el circuito 4.	
	RUGBY (ORIGINAL)															
	5. Postes P6, P1 Y P2.	12	26,928	8,976	8,976	8,976	35,3338	44,1673	3 x 50	3022,7128	89,2797	1,3939	3 x #4 + 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición. La tubería es de 1 1/2 "desde el tablero hasta la caja CI_SR, y se comparte con el circuito 7.	
	6. Postes P5, P4 y P3.	9	20,196	6,732	6,732	6,732	26,5004	33,1255	3 x 40	2582,7991	138,855	1,8525	3 x #6 + 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición. La tubería es de 1 1/2 "desde el tablero hasta la caja CI_SR, y se comparte con el circuito 6.	
7. Postes P6, P1 Y P2.	11	24,684	8,976	7,854	7,854	32,3894	40,4867	3 x 50	3327,0217	89,2797	1,5343	3 x #4 + 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento. La tubería es de 1 1/2 "desde el tablero hasta la caja CI_SR, y se comparte con el circuito 9.		
8. Postes P5, P4 y P3.	9	20,196	6,732	6,732	6,732	26,5004	33,1255	3 x 40	2584,8187	138,855	1,8539	3 x #6 + 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento. La tubería es de 1 1/2 "desde el tablero hasta la caja CI_SR, y se comparte con el circuito 8.		
T.G.A.	COMPE. CANCHA SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL)	48	107,712	35,904	35,904	35,904	141,3353	176,669	3 x 200	6056,6458	25,5891	0,8005	3 x #/0 + 1#6 T	2 "	Circuito 3Φ de alimentación de la cancha DE SOFTBALL Y RUGBY (ORIGINAL) desde la S.E. del COLISEO. Calibre AWG cu THW a 75°C.	

**DESBALANCE DE FASES
SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL) = 0 %**

**DESBALANCE DE FASES
RUGBY (ORIGINAL) = 3,5714 %**

* La carga de cada una de las lámparas es de 2000 [W], y su tensión de alimentación es 440 [V] (F - F).

** El factor de potencia es de 0,9, producto del balasto utilizado, y la corriente que éste toma de la línea es de 5,1 [A].

CANCHA SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA)

CUADRO DE CARGAS CANCHA SOFTBALL (RUGBY CORRIDA) - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER UIS - SEDE BUCARAMANGA

TABL.	CTO.	TOTAL LUM.	S. máx. TOTAL [KVA]**	FASES [KVA]			In [A]	1,25. In [A]	PROTEC [A]	ME [KVA-m]	KG	REG. [%]	CALIBRE AWG cu TW 60°C	TUBO ["]	OBSERVACIONES	
				A	B	C										
T.G.B.T	1. Postes P2 Y P1.	12	26,928	8,976	8,976	8,976	35,3338	44,1673	3 x 50	2580,1736	89,2797	1,1899	3 x #4 1#10 T	1 1/2 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición. Se comparte ducto con el circuito 2 desde el tablero TD_SR hasta el poste P1.	
	2. Poste P6	9	20,196	6,732	6,732	6,732	26,5004	33,1255	3 x 40	4021,0236	138,855	2,8840	3 x #6 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición. Se comparte ducto con el circuito 1 y desde la caja CI_SR10 hasta el poste P6 el diámetro es el que se muestra.	
	3. Postes P3 Y P5.	12	26,928	8,976	8,976	8,976	35,3338	44,1673	3 x 50	2078,2582	89,2797	0,9584	3 x #4 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición. Se comparte ducto con el circuito 4 desde el tablero TD_SR hasta el poste P4.	
	4. Poste P4	3	6,732	2,244	2,244	2,244	8,8335	11,0418	3 x 15	943,62444	842,141	4,1047	3 x #14 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición. Se comparte ducto con el circuito 3 y desde la caja CI_SR4 hasta el poste P5 el diámetro es el que se muestra.	
	5. Postes P3 Y P6.	11	24,684	7,854	8,976	7,854	32,3894	40,4867	3 x 50	2299,0902	89,2797	1,0602	3 x #4 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento. La tubería es de 1 1/2 "desde el tablero hasta la caja CI_SR10, y se comparte con el circuito 6.	
	6. Postes P2 y P1.	9	20,196	6,732	6,732	6,732	26,5004	33,1255	3 x 40	2035,8914	138,855	1,4602	3 x #6 1#10 T	1 1/2 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento. La tubería es de 1 1/2 "desde el tablero hasta la caja CI_SR10, y se comparte con el circuito 5.	
	RUGBY (CORRIDA)															
	7. Postes P3 Y P6.	7	15,708	4,488	4,488	6,732	20,6114	25,7643	3 x 30	1386,2086	217,607	1,5581	3 x #8 1#10 T	3/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición. La tubería es de 1 1/4 "desde el tablero hasta la caja CI_SR1, y se comparte con el circuito 8.	
	8. Postes P4 y P5.	10	22,44	7,854	7,854	6,732	29,4449	36,8061	3 x 40	3552,813	138,855	2,5482	3 x #6 1#10 T	1 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Competición. La tubería es de 1 1/4 "desde el tablero hasta la caja CI_SR1, y se comparte con el circuito 7.	
	9. Postes P3 Y P6.	13	29,172	10,098	8,976	10,098	38,2783	47,8479	3 x 50	3201,8738	89,2797	1,4766	3 x #4 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento. La tubería es de 1 1/2 "desde el tablero hasta la caja CI_SR1, y se comparte con el circuito 10.	
10. Postes P4 y P5.	13	29,172	10,098	10,098	8,976	38,2783	47,8479	3 x 50	4720,5682	89,2797	2,1769	3 x #4 1#10 T	1 1/4 "	Circuito 3Φ de los proyectores de Entrenamiento. La tubería es de 1 1/2 "desde el tablero hasta la caja CI_SR1, y se comparte con el circuito 9.		
T.G.A.	COMPE. CANCHA SOFTBALL (RUGBY ORIGINAL)	56	125,664	41,514	42,636	41,514	164,8912	206,114	3 x 225	7066,0867	21,1208	0,7709	3 x #4/0 + 1#4 T	2 1/2 "	Circuito 3Φ de alimentación de la cancha DE SOFTBALL Y RUGBY (CORRIDA) desde la S.E. del COLISEO. Calibre AWG cu THW a 75°C.	

DESBALANCE DE FASES SOFTBALL (RUGBY CORRIDA) = 2,6316 %

DESBALANCE DE FASES RUGBY (CORRIDA) = 3,4483 %

* La carga de cada una de las lámparas es de 2000 [W], y su tensión de alimentación es 440 [V] (F - F).
 ** El factor de potencia es de 0,9, producto del balasto utilizado, y la corriente que éste toma de la línea es de 5,1 [A].

ANEXO FF PRECIOS DE LOS DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS UTILIZADOS [36], [37]



BUCARAMANGA, MAYO 3 DE 2013

**SEÑOR
JUAN CARLOS PRADA**

COTIZACION

CANTI	ARTICULO	VR.UNI.	V.R TOTAL
180	REFLECTORES ARENA VISION MVF 404 MHN-SE 2000W 380-440V B1-B8 (KIT ELECTRICO EN BANDEJA ABIERTA)	2.080.109	374.419.620
TIEMPO DE ENTREGA : 80 DIAS VALIDEZ DE LA OFERTA: 15 DIAS			
SUBTOTAL			374.419.620
IVA 16%			59.907.139
TOTAL			434.326.759

BREAKERS TRIPOLARES

<p>Breaker Enchufable Tripolar de 3 x 15A</p> <p>Precio: \$ 38,800</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker Tripolar Enchufable de 3x15A Termomagn?tico. Disparo Simultaneo. Capacidad de Ruptura 10KA</p>	<p>Breaker Enchufable Tripolar de 3 x 20A</p> <p>Precio: \$ 38,800</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker Tripolar Enchufable de 3x20A Termomagn?tico. Disparo Simultaneo. Capacidad de Ruptura 10KA</p>	<p>Breaker de Riel Tripolar ABB 3 x 25A - 10KA</p> <p>Precio: \$ 50,200</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker de Riel Tripolar ABB de Corriente Nominal In (A) 3 x 25A - Poder de Corte Icu (KA) 230 Vac : 20 KA y 400 Vac de: 10 KA - Ref. 2CDS253001R0254</p>
<p>Breaker Enchufable Tripolar de 3 x 30A</p> <p>Precio: \$ 38,800</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker Tripolar Enchufable de 3x30A Termomagn?tico. Disparo Simultaneo. Capacidad de Ruptura 10KA</p>	<p>Breaker Enchufable Tripolar de 3 x 40A</p> <p>Precio: \$ 40,550</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker Tripolar Enchufable de 3x40A Termomagn?tico. Disparo Simultaneo. Capacidad de Ruptura 10KA</p>	<p>Breaker Enchufable Tripolar de 3 x 50A</p> <p>Precio: \$ 40,550</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker Tripolar Enchufable de 3x50A Termomagn?tico. Disparo Simultaneo. Capacidad de Ruptura 10KA</p>
<p>Breaker Enchufable Tripolar de 3 x 60A</p> <p>Precio: \$ 46,600</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker Tripolar Enchufable de 3x60A Termomagn?tico. Disparo Simultaneo. Capacidad de Ruptura 10KA</p>	<p>Breaker de Riel Tripolar ABB 3 x 63A - 10KA</p> <p>Precio: \$ 100,950</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker de Riel Tripolar ABB de Corriente Nominal In (A) 3 x 63A - Poder de Corte Icu (KA) 230 Vac : 20 KA y 400 Vac de: 10 KA - Ref. 2CDS253001R0634</p>	<p>Breaker Enchufable Tripolar de 3 x 80A</p> <p>Precio: \$ 52,650</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker Tripolar Enchufable de 3x80A Termomagn?tico. Disparo Simultaneo. Capacidad de Ruptura 10KA</p>
<p>Breaker Industrial ABB Formula A1B 125A - 25 KA</p> <p>Precio: \$ 235,050</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker Industrial ABB Formula A1B de Corriente Nominal In (A) : 125 - Poder de Corte Icu (KA) 440 Vac : 15 KA y 240 Vac : 25 KA - Ref. 1SDA066708R1</p>	<p>Breaker Industrial ABB Formula A2N 150A - 85KA</p> <p>Precio: \$ 283,100</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker Industrial ABB Formula A2N de Corriente Nominal In (A) : 150A - Poder de Corte Icu (KA) 440 Vac : 15 KA y 240 Vac : 85 KA - Ref. 1SDA068781R1</p>	<p>Breaker Industrial ABB Formula A2C 175 - 50 KA</p> <p>Precio: \$ 251,600</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker Industrial ABB Formula A2C 175 - 50 KA</p>
<p>Breaker Industrial Graduable ABB 40 KA - T3C 3 x 175 - 250A TMAX</p> <p>Precio: \$ 457,400</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker Industrial Graduable ABB T3C Corriente Nominal In (A) : 250A - Poder de Corte Icu (KA) 440 Vac : 15 KA y 240 Vac : 40 KA - Proteccion de Sobrecarga I1 (A) : 175 - 250A TMAX REF: 1SDA051291R1</p>	<p>Breaker Industrial Graduable ABB 70 KA - T5N 3 x 224 - 320A TMAX</p> <p>Precio: \$ 600,650</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker Industrial Graduable ABB T5N Corriente Nominal In (A) : 320A - Poder de Corte Icu (KA) 440 Vac : 30 KA y 240 Vac : 70 KA - Proteccion de Sobrecarga I1 (A) : 224 - 320A TMAX REF: 1SDA054436R1</p>	<p>Breaker Industrial Graduable ABB 70 KA - T5N 3 x 252 - 630A TMAX</p> <p>Precio: \$ 1,700,900</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Breaker Industrial Graduable ABB T5N Corriente Nominal In (A) : 630A - Poder de Corte Icu (KA) 440 Vac : 30 KA y 240 Vac : 70 KA - Proteccion de Sobrecarga I1 (A) : 252 - 630A TMAX REF: 1SDA054396R1</p>

CONDUCTORES AWG CU UTILIZADOS

CERTIFICACIONES				
THW	Certificación CIDET No. 01005 conforme a normas técnicas aplicables Certificación CIDET No. 02123 conforme al RETIE			
THHW	Certificación CIDET No. 02603 conforme a normas técnicas aplicables Certificación CIDET No. 02120 conforme al RETIE			
Certificación para nuestro Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2008 No.CO230589.				
CABLE DE COBRE AISLADO TIPO THW / THHW (600V)				
CALIBRE	No. ALAMBRES	MATERIAL DE AISLAMIENTO	PESO TOTAL APROX. (kg/km)	PRECIO METRO
14 AWG	7	PVC 75°C / PVC 90°C	28,05	\$ 1.309
12 AWG	7	PVC 75°C / PVC 90°C	41,16	\$ 1.883
10 AWG	7	PVC 75°C / PVC 90°C	60,62	\$ 2.709
8 AWG	7	PVC 75°C / PVC 90°C	102,55	\$ 3.925
6 AWG	7	PVC 75°C / PVC 90°C	165,36	\$ 6.047
4 AWG	7	PVC 75°C / PVC 90°C	247,59	\$ 9.322
2 AWG	7	PVC 75°C / PVC 90°C	375,76	\$ 14.474
1/0 AWG	19	PVC 75°C / PVC 90°C	595,98	\$ 23.629
2/0 AWG	19	PVC 75°C / PVC 90°C	736,61	\$ 29.544
3/0 AWG	19	PVC 75°C / PVC 90°C	912,11	\$ 37.075
4/0 AWG	19	PVC 75°C / PVC 90°C	1130,17	\$ 46.293
250 kcmil	37	PVC 75°C / PVC 90°C	1354,38	\$ 57.656
350 kcmil	37	PVC 75°C / PVC 90°C	1854,52	\$ 80.329
500 kcmil	37	PVC 75°C / PVC 90°C	2593,48	\$ 119.639

Cable Cu XLPE 15 KV No. 2 Hilos Monopolar (METRO)









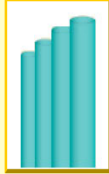


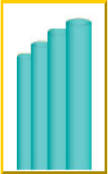
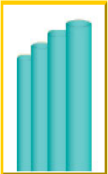

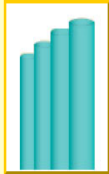

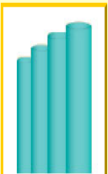




Precio: \$ 20,933

 **Ver Carrito**

Cantidad:
 **Agregar al Carro**

Descripcion: Cable Cu XLPE 15 KV No. 2 Apantallamiento en Hilos al 100% - Monopolar (METRO)

TUBERÍA CONDUIT PVC Y METÁLICO GALVANIZADO

<p style="text-align: center;">Tubo PVC Conduit de 1/2" x 3Mts</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Precio: \$ 1,900</p> <p> Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/>  Agregar al Carro</p> </div> </div> <p>Descripcion: Tubo PVC Conduit de 1/2" x 3Mts</p>	<p style="text-align: center;">Tubo PVC Conduit de 3/4" x 3 Mts</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Precio: \$ 2,500</p> <p> Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/>  Agregar al Carro</p> </div> </div> <p>Descripcion: Tubo PVC Conduit de 3/4" x 3Mts</p>	<p style="text-align: center;">Tubo PVC Conduit de 1" x 3Mts</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Precio: \$ 3,400</p> <p> Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/>  Agregar al Carro</p> </div> </div> <p>Descripcion: Tubo PVC Conduit de 1" x 3Mts</p>
<p style="text-align: center;">Tubo PVC Conduit de 1 1/4" x 3Mts</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Precio: \$ 5,450</p> <p> Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/>  Agregar al Carro</p> </div> </div> <p>Descripcion: Tubo PVC Conduit de 1 1/4" x 3Mts</p>	<p style="text-align: center;">Tubo PVC Conduit de 2" x 3Mts</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Precio: \$ 8,100</p> <p> Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/>  Agregar al Carro</p> </div> </div> <p>Descripcion: Tubo PVC Conduit de 2" x 3Mts</p>	<p style="text-align: center;">Tubo PVC Conduit de 2 1/2" x 3Mts</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Precio: \$ 14,300</p> <p> Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/>  Agregar al Carro</p> </div> </div> <p>Descripcion: Tubo PVC Conduit de 2" x 3Mts</p>
<p style="text-align: center;">Tubo PVC Conduit de 3" x 3Mts</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Precio: \$ 18,800</p> <p> Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/>  Agregar al Carro</p> </div> </div> <p>Descripcion: Tubo PVC Conduit de 2" x 3Mts</p>	<p style="text-align: center;">Tubo Metalico Conduit Galvanizado IMC de 3 x 3Mts</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Precio: \$ 151,600</p> <p> Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/>  Agregar al Carro</p> </div> </div> <p>Descripcion: Tubo Metalico Conduit Galvanizado IMC de 3 x 3Mts</p>	<p style="text-align: center;">Fleje o Cinta Metalica en Acero Inoxidable de 3/4</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Precio: \$ 2,850</p> <p>Descripcion: Fleje o Cinta Metalica en Acero Inoxidable de 3/4</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">Hebilla en Acero Inoxidable para Fleje o Cinta Metalica 3/4</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Precio: \$ 700</p> <p>Descripcion: Hebilla en Acero Inoxidable para Fleje o Cinta Metalica 3/4</p> </div> </div>

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Cable de Cobre Desnudo No. 2/0 AWG (METRO)



Precio: \$ 15,341

Ver Carrito

Cantidad: Agregar al Carro

Descripcion: Cable de Cobre Desnudo No. 2/0 AWG de 19 Hilos (METRO)

Varilla Cooper Weld de 5/8 x 2,40 de Cobre Macizo



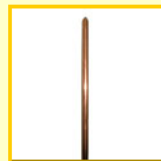
Precio: \$ 81,250

Ver Carrito

Cantidad: Agregar al Carro

Descripcion: Varilla Cooper Weld de 5/8 x 2,40 de Cobre Macizo

Conector Transversal de Puesta a Tierra Tipo TGC WR 5/8 - 2/0 AWG



Precio: \$ 80,400

Ver Carrito

Cantidad: Agregar al Carro

Descripcion: Conector Transversal de Puesta a Tierra Tipo TGC WR para Varilla Cooper Weld (Varilla 5/8 - Cable # 2/0)

MEDIDOR DE ENERGÍA

Medidor Trifasico Electromagnetico de 20-100A Calibrado.



Precio: \$ 215,050

Ver Carrito

Cantidad: Agregar al Carro

Descripcion: Medidor Trifasico Electromagnetico de 20-100A Calibrado. Aprobado por Codensa y demas electrificadoras del pais. Certificacion Cidet.

Transformadores de Corriente Tipo Barra Pasante 300/5A-600V Certificados Incluye Calibracion por Laboratorio Certificado



Precio: \$ 131,200

Ver Carrito

Cantidad: Agregar al Carro

Descripcion: Transformadores de Corriente Tipo Barra Pasante 300/5A-600V Certificados Incluye Calibracion por Laboratorio Certificado

CONTACTORES TRIPOLARES DE SCHNEIDER ELECTRIC

Control y Protección de Potencia

Contadores Tesys

Contadores de fuerza Serie D

Contadores tripolares, para arranque de motores hasta 80KW/440V.

Contactos auxiliares incluidos

Tensión asignada de empleo: LC1D09..D38 hasta 690V, LC1D40A..D150 hasta 1000V

Contadores LC1D09 a D150.



LC1D09



LC1D40A



LC2D09

Referencia TeSys	HP/KW 220/240V	HP/KW 440V	AC3	AC1	Contactos Auxiliares	Precio
LC1D09..	3/2.2	5.5/4	9	25	1NA+1NC	190.000
LC1D12..	4/3	7.5/5.5	12	25	1NA+1NC	233.000
LC1D18..	5.5/4	12/9	18	32	1NA+1NC	303.000
LC1D25..	7.5/5.5	15/11	25	40	1NA+1NC	417.000
LC1D32..	10/7.5	20/15	32	50	1NA+1NC	617.000
LC1D38..	12/9	24/18.5	38	50	1NA+1NC	721.000
LC1D40A.. (1)	15/11	30/22	40	60	1NA+1NC	734.000
LC1D50A.. (1)	20/15	40/30	50	80	1NA+1NC	860.000
LC1D65A.. (1)	25/18.5	50/37	65	80	1NA+1NC	1.081.000
LC1D80..	30/22	60/45	80	125	1NA+1NC	1.449.000
LC1D95..	34/25	60/45	95	125	1NA+1NC	1.509.000
LC1D115..	40/30	79/59	115	200	1NA+1NC	2.038.000
LC1D150..	54/40	107/80	150	200	1NA+1NC	2.485.000

(1) Contactores LC1D40A.. a D65A..

Contactores serie D tipo A, conexión Everlink para mayor seguridad en la instalación y reducir el mantenimiento.

Contadores Inversores Serie D

Para el control de motores de hasta 80kW a 440V. Incluye contactos instantáneos 1NA + 1NC, cableado de fuerza e interbloqueo mecánico integrados.

Referencia TeSys	HP/KW 220/240V	HP/KW 440V	AC3	AC1	Contactos Auxiliares	Precio USD
LC2D09..	3/2.2	5.5/4	9	25	1NA+1NC	567.000
LC2D12..	4/3	7.5/5.5	12	25	1NA+1NC	621.000
LC2D18..	5.5/4	12/9	18	32	1NA+1NC	784.000
LC2D25..	7.5/5.5	15/11	25	40	1NA+1NC	1.148.000
LC2D32..	10/7.5	20/15	32	50	1NA+1NC	1.405.000
LC2D38..	12/9	24/18.5	38	50	1NA+1NC	1.489.000
LC2D40A.. (2)	15/11	30/22	40	60	1NA+1NC	1.903.000
LC2D50A.. (2)	20/15	40/30	50	80	1NA+1NC	2.474.000
LC2D65A.. (2)	25/18.5	50/37	65	80	1NA+1NC	2.565.000
LC2D80..	30/22	60/45	80	125	1NA+1NC	3.247.000
LC2D95..	34/25	60/45	95	125	1NA+1NC	3.448.000
LC2D115..	40/30	79/59	115	200	1NA+1NC	4.428.000
LC2D150..	54/40	107/80	150	200	1NA+1NC	5.266.000

(2) Inversores LC2D40A.. a D65A..

Inversores serie D tipo A, conexión Everlink para mayor seguridad en la instalación y reducir el mantenimiento.

Reemplazar .. Para las tensiones del circuito de control disponibles

Tensión de Control en AC

Ejemplo: LC1D09FE7, contactor LC1D 9 amperios en AC3, voltaje de control 115 Vac

V	24	42	48	110	115	220	230	240	380	400	415	440	500
LC1 D09...D150 (D115 y D150 bobinas con supresión como estándar, con limitación de picos con diodo bidireccional)													
50/60 Hz	B7	D7	E7	F7	FE7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7	S7
LC1D D80...D115													
60 Hz	B6	-	E6	F6	-	M6	-	U6	Q6	-	-	R6	-

Precios sujetos a cambio sin previo aviso • Adicionar IVA vigente en la Fecha de Facturación • Consultar Condiciones Generales de Venta • www.schneider-electric.com • Febrero 01 de 2013



TRANSFORMADORES DE POTENCIA ABB

Transformadores de distribución y potencia

Transformadores de Distribución trifásicos Pad Mounted o Pedestal

Descripción general del producto

Transformadores pedestales trifásicos sumergidos en aceite dieléctrico, con compartimientos, autorrefrigerados, grupo de conexión Dyn5, Yyno, Ynd1 o Ynd5, temperatura de elevación en los devanados de 65°C, frecuencia 60 Hz, derivaciones +1-3x2.5% y en general cumpliendo con las normas vigentes nacionales ICONTEC.

Tipo Malla

Voltaje en el lado AT. Voltios	Voltaje en el lado de BT. Voltios		KVA	Precios en COP sin IVA
	Plena carga	En Vacío		
13.800 – 13.200	208-120 220-127 440-254	214-124 228-132 460-266	45	21.312.000
			75	23.986.000
			112,5	26.247.000
			150	28.338.000
11.400 – 7.620	460-266	480-277	225	33.103.000
			300	37.973.000
			400	42.640.000
			500	50.530.000

Tipo Radial

Voltaje en el lado AT. Voltios	Voltaje en el lado de BT. Voltios		KVA	Precios en COP sin IVA
	Plena carga	En Vacío		
13.800 – 13.200	208-120-1 220-127-1 440-254	214-124-1 228-132-1 460-266	45	17.050.000
			75	19.092.000
			112,5	21.584.000
			150	23.362.000
			225	27.467.000
11.400 – 7.620	460-266	480-277	300	32.746.000
			400	38.086.000
			500	45.322.000

Accesorios Incluidos. Tipo Radial, 3 juegos de bujes y codos para 200 A y 15 kV, 3 fusibles extraíbles tipo Bay-o-net para 15 kV.
Tipo Malla, 6 juegos de bujes tipo pozo, 3 bujes tipo inserto y 3 codos para 200 A y 15 kV, 3 fusibles extraíbles tipo Bay-o-net para 15 kV, un seccionador de 4 vías para 400 A y 15 kV operación exterior en aceite.

Precios sujetos a cambio sin previo aviso.
Adicionar I.V.A. Vigente a la F. de F.

TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

<p>Tablero Trifasico con Puerta y Espacio para Totalizador de 12 Circuitos</p> <p>Precio: \$ 183,350</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Tablero Trifasico con Puerta y Espacio para Totalizador de 12 Circuitos con Barraje de 225A-Barra Neutro-Barra Tierra-Chapa y Llave</p>	<p>Tablero Trifasico con Puerta y Espacio para Totalizador de 30 Circuitos</p> <p>Precio: \$ 306,600</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Tablero Trifasico con Puerta y Espacio para Totalizador de 30 Circuitos con Barraje de 225A-Barra Neutro-Barra Tierra-Chapa y Llave</p>
<p>Tablero Trifasico con Puerta y Espacio para Totalizador de 12 Circuitos</p> <p>Precio: \$ 235,800</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Tablero Trifasico con Puerta y Espacio para Totalizador de 12 Circuitos con Barraje de 300A-Barra Neutro-Barra Tierra-Chapa y Llave</p>	<p>Tablero Trifasico con Puerta y Espacio para Totalizador de 30 Circuitos</p> <p>Precio: \$ 361,500</p>  <p>Ver Carrito</p> <p>Cantidad: <input type="text" value="1"/> Agregar al Carro</p> <p>Descripcion: Tablero Trifasico con Puerta y Espacio para Totalizador de 30 Circuitos con Barraje de 300A-Barra Neutro-Barra Tierra-Chapa y Llave</p>

PULSADORES

→ Unidades de Mando y Señalización Harmony

Botonería 22 mm

Características:

- Cuerpo y embellecedor plástico IP 65 Clase II Nema 4X/13
- Ideal para aplicaciones con presencia de humedad
- Industria Bebidas & Alimentos, Químicas, Papeleras entre otras
- Conexión por tornillos y estribos



XB5AA31



XB5AW35B5

Referencia	Descripción	Precio
Botones Pulsadores		
XB5AA21	Botón Pulsador Rasante negro Marcha NA	39.000
XB5AA31	Botón Pulsador Rasante Verde Marcha NA	39.000
XB5AA42	Pulsador retorno por resorte - Rojo paro NC	39.000
XB5AS542	Botón Pulsador de hongo rojo 1-NC Girar para liberar	90.000
XB5AT42	Botón Pulsador de hongo rojo 1-NC Pulsar tirar	92.000
XB5AL73415	Botón pulsador doble 1NA/NC/ 1 verde rasante 1+1 rojo sobresaliente O - IP66, sin capuchón	92.000
Selectores		
XB5AD21	Switch Selector de manija negra 2 posiciones fijas 1 NA	49.000
XB5AD33	Switch Selector de manija negra 3 posiciones fijas 2 NA	71.000
XB5AG21	Switch selector con llave 2 posiciones fijas 1 NA	114.000
Botones Pulsadores Luminosos		
XB5AW3365	Pulsador luminoso verde <250 VAC no incluye bulbo	109.000
XB5AW3465	Pulsador luminoso rojo <250 VAC no incluye bulbo	109.000