



Universidad de San Carlos

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

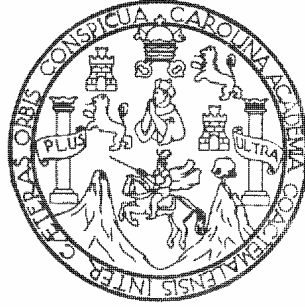
**DISEÑO E INSTALACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA EN EL
PARQUE INDUSTRIAL UNISUR**

Lyndon Emery Pichiyá Galindo

Asesorado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz

Guatemala, abril de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E INSTALACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA EN EL
PARQUE INDUSTRIAL UNISUR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LYNDON EMERY PICHYÁ GALINDO

ASESORADO POR EL ING. KENNETH ISSUR ESTRADA RUIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, ABRIL DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Francisco Gressi López
EXAMINADOR	Ing. Juan Fernando Morales Mazariegos
EXAMINADOR	Ing. Marvin Marino Hernández Fernández
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO E INSTALACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA EN EL
PARQUE INDUSTRIAL UNISUR,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, el 21 de octubre de 2005.

Lyndon Emery Pichiyá Galindo

AGRADECIMIENTOS A:

- La Facultad de Ingeniería** Por haberme dado la oportunidad de adquirir todos los conocimientos necesarios, a lo largo de mi carrera universitaria.
- La Empresa Salnars y Díaz** Por haberme apoyado y dado la oportunidad de realizar este proyecto en tan distinguida empresa.
- Mis compañeros y amigos de la Universidad** Por el apoyo que en determinado momento me brindaron durante nuestra estancia en la Universidad.
- Todas las personas** Que de alguna manera contribuyeron a la realización de este trabajo de graduación.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Quien me dio la vida, las fuerzas y la sabiduría necesaria para finalizar mi carrera.

MIS PADRES

Everildo Pichiyá y Elizabeth Galindo, por su apoyo espiritual, moral y económico que de manera incondicional me han brindado a lo largo de mi vida.

MI FAMILIA

Quienes siempre han estado pendientes de mí, y me han brindado su apoyo moral en los momentos en que lo he necesitado.

MIS AMIGOS

Con quienes he pasado momentos muy agradables.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	.....	III
GLOSARIO	.....	V
RESUMEN	.....	VII
OBJETIVOS	.....	IX
INTRODUCCIÓN	.....	XI
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA		
1.1 Antecedentes de la empresa	.....	1
1.1.1 Reseña histórica	.....	1
1.1.2 Misión de la empresa	.....	1
1.1.3 Visión de la empresa	.....	2
1.2 Estructura de la empresa	.....	2
2. DISEÑO DE LA RED PRIMARIA EN EL PARQUE INDUSTRIAL UNISUR		
2.1 Justificación	.....	3
2.2 Cálculos para el cableado primario	.....	3
3. DISEÑO DE LA RED SECUNDARIA EN EL PARQUE INDUSTRIAL UNISUR		
3.1 Generalidades	.....	7
3.2 Cálculos de las cargas por cada bodega	.....	7
3.2.1 Cálculo de la iluminación por oficina	.....	8

3.2.1.1	Diseño de los circuitos de iluminación	.....13
3.2.2	Diseño de la distribución de tomacorrientes para las oficinas	.....15
3.2.3	Cálculo de la iluminación para las bodegas	.....17
3.2.3.1	Diseño del circuito de iluminación para las bodegas	.....20
3.2.4	Diseño de la distribución de tomacorrientes para las bodegas	.....23
3.3	Cálculos de los alimentadores para cada bodega	.....25
4.	DISEÑO DE LA RED DE SERVICIOS GENERALES	
4.1	Cálculo de la iluminación perimetral	.....29
4.1.1	Cálculo de los circuitos de la iluminación perimetral	.....31
4.2	Diseño del alimentador del tablero de servicios generales TS	
G-1		.....34
5.	ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO	
5.1	Cálculo del costo de materiales	.....37
5.2	Costo de mano de obra	.....42
5.3	Supervisión	.....43
5.4	Costo total del proyecto	.....43
6.	ELABORACIÓN DEL CRONOGRAMA	.....45
	CONCLUSIONES	.....47
	RECOMENDACIONES	.....49
	BIBLIOGRAFÍA	.....51
	APÉNDICE	.....53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Caja de registro tipo H para la red primaria	5
2	Lámparas de empotrar de 4X40 W	13
3	Tomacorrientes	16
4	Lámparas industriales instaladas en las bodegas	20
5	Cajas de registro para el cableado secundario	28
6	Cajas de registro para iluminación exterior	30
7	Lámparas de calle	33
8	Planta de emergencia, transferencia y tablero TSG-1	36

TABLAS

I	Niveles de iluminación recomendados	8
II	Características de luminarias típicas	9
III	Factores de reflexión de superficies en función del color	9
IV	Flujo luminoso de lámparas fluorescentes (lúmenes)	11
V	Valor del coeficiente de utilización	11
VI	Cuadro de carga típico de los tableros de bodegas	25
VII	Planilla típica de carga de los tableros de las bodegas	28
VIII	Cuadro de carga del tablero de servicios generales TSG-1	34
IX	Lista de materiales para la iluminación de las 11 oficinas	38
X	Lista de materiales para tomacorrientes de las 11 oficinas	39
XI	Lista de materiales para la iluminación exterior	39
XII	Lista de materiales para la iluminación y fuerza de las 11 bodegas	40
XIII	Lista de materiales utilizados para la red primaria y secundaria	41
XIV	Cronograma de actividades	46

GLOSARIO

AC	Corriente alterna, es aquella que cambia de polaridad con respecto a su neutro. En un semiciclo es positivo y en el otro semiciclo es negativo.
Candela	Es la unidad de medida de la intensidad luminosa, en el S.I.
Capacidad interruptiva	Es la corriente de cortocircuito, que puede interrumpir un interruptor a un voltaje nominal, sin daños para el mismo.
Contactador	Interruptor operado eléctricamente y usado en los circuitos de Control, donde circulan corrientes de gran amperaje.
Corriente de falla	Corriente que puede fluir en un circuito, como resultado de un cortocircuito indeseado.

Devanado	Componente de un circuito eléctrico formado por un alambre aislado que se enrolla alrededor de un núcleo.
<i>Flip-on</i>	Dispositivo que automáticamente interrumpe la corriente eléctrica, cuando ésta sobrepasa su valor nominal.
Lumen	Es el flujo luminoso de una fuente de luz.
Lux	Es la iluminación producida por el flujo de un lumen al quedar distribuido uniformemente sobre una superficie de 1 m ² .
Relé	Dispositivo destinado a producir una modificación en un circuito, cuando se cumplen determinadas condiciones.
Tap	Derivación en una sección de un devanado de un transformador eléctrico.

RESUMEN

En este informe se encuentra el desarrollo de la parte eléctrica del proyecto PARQUE INDUSTRIAL UNISUR, el cual consistió en la construcción de once bodegas de tipo industrial.

En lo que respecta a la parte eléctrica, primeramente se realizaron los diseños de todos los planos: la red primaria en anillo, la red secundaria de tipo radial para la alimentación de las oficinas de las bodegas, el diseño de la iluminación y tomacorrientes de las oficinas y bodegas, la iluminación perimetral de la calle; también se consideró en el diseño un respaldo para el tablero de servicios generales por medio de una planta de emergencia. En este informe se encuentra constancia de los cálculos que fueron necesarios para la elaboración de todos los planos eléctricos.

Después de realizar el diseño eléctrico, se elaboró un presupuesto para calcular el costo del proyecto; para ello primeramente se hizo un listado de todos los materiales necesarios, posteriormente se hicieron cotizaciones para averiguar los mejores precios, y con esto, se calculó el costo de los materiales; también se calculó el costo de la mano de obra y los gastos por la supervisión del proyecto.

Por último, se trabajó en coordinación con el personal de la obra civil, para la elaboración de un cronograma de actividades, que sirvió de guía durante el desarrollo del proyecto hasta su culminación.

OBJETIVOS

GENERAL

Proporcionar para este proyecto un diseño adecuado en lo que respecta a la red de distribución eléctrica, tanto primaria como secundaria, para poder suministrar la energía eléctrica, de acuerdo a las necesidades del parque industrial UNISUR y, la supervisión, por parte de un estudiante de la Universidad de San Carlos, de la ejecución de dicho proyecto.

ESPECÍFICOS

1. Poner en práctica los conocimientos necesarios y consideraciones pertinentes para el diseño de una subestación.
2. Realizar el diseño de una red de distribución de iluminación, tanto en áreas de oficinas, como en área de parqueo.
3. Realizar un diseño adecuado para la distribución de tomacorrientes, en área de oficinas, y en las bodegas.
4. Proveer una asesoría técnica al personal operativo, durante la ejecución del proyecto.
5. Realizar los trámites necesarios con la Empresa Eléctrica, para la solicitud de la conexión de la acometida, del parque industrial UNISUR.
6. Realizar la supervisión durante la ejecución del proyecto.

INTRODUCCIÓN

En el presente informe se da a conocer el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) que se realizó, el que está enfocado, básicamente, a actividades en las que la participación de un ingeniero electricista es de vital importancia, tales como las que se presentan a continuación.

Este proyecto consiste en la construcción de once bodegas de tipo industrial, en el municipio de Barceñas, Villa Nueva, en el lugar denominado PARQUE INDUSTRIAL UNISUR.

Para llevar a cabo un proyecto de tal magnitud, se realizaron trabajos en los que es necesario un ingeniero electricista, tal como: diseño de una sub estación eléctrica con un transformador del tipo *Pad Mounted* de 225 KVA; tomar en cuenta aspectos técnicos, para que se pueda contar con una subestación eléctrica adecuada, que supla las necesidades que se requieran en el parque industrial.

Se diseñó un sistema de distribución primario interno, en anillo, después de haber realizado un análisis de carácter económico y técnico, el mismo se explica en el desarrollo de este informe. Se diseñó un sistema de distribución secundario, para los servicios generales que se requieren en las oficinas de cada bodega, del tipo radial; además se incluye el diseño de una distribución eléctrica, para la iluminación exterior, en el área de parqueo, iluminación de bodegas, iluminación de oficinas, iluminación del área de administración, iluminación de garita, distribución eléctrica de tomacorrientes en las áreas mencionadas anteriormente y sus canalizaciones respectivas.

Se ejecutó el proyecto y se resolvieron problemas de campo por una persona que cuenta con la preparación profesional adecuada, como lo es un estudiante con pénsum cerrado en la carrera de ingeniería eléctrica. También se efectuaron trámites ante la Empresa Eléctrica, para solicitar la acometida primaria, por lo que se necesitó hacer una revisión del contenido de las nuevas normas de la Empresa Eléctrica, para cumplir con los requisitos necesarios para la construcción de acometidas especiales.

Se hicieron recomendaciones sobre aspectos generales que se deben llevar a cabo por parte del personal de mantenimiento, con el objetivo de obtener un buen servicio eléctrico, en las instalaciones del parque industrial UNISUR.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1 Antecedentes de la empresa

1.1.1 Reseña histórica de la empresa

La empresa Salnars y Díaz se inició hace 15 años con el propósito de prestar sus servicios de ingeniería eléctrica tanto a nivel de diseño como en la construcción de instalaciones eléctricas. Desde sus inicios ha tenido el cuidado de utilizar materiales de excelente calidad, mano de obra especializada, supervisión constante y profesional. Por ello es que hasta el momento, la empresa se ha logrado mantener y estar presente donde hay proyectos eléctricos importantes, por ejemplo edificios, plantas de producción, líneas de alta tensión, introducción de energía, etc.

1.1.2 Misión de la empresa

La misión de la empresa es prestar los servicios de ingeniería eléctrica, tomando en cuenta el uso de los materiales más adecuados: mano de obra especializada, supervisión profesional y además, culminar los proyectos en el tiempo esperado.

1.1.3 Visión de la empresa

La visión de la empresa es mantenerse dando un buen servicio en el campo de la ingeniería eléctrica en nuestro país; además poder contribuir a través de dichos proyectos, al desarrollo en el campo de la infraestructura del país, también ser una fuente de trabajo para muchas personas al participar en los diferentes proyectos que tenga a su cargo la empresa.

1.2 Estructura de la empresa

La empresa actualmente está estructurada de la siguiente manera: cuenta con una sección de diseño, que como su nombre lo indica, se encarga de realizar los diseños de proyectos. Se cuenta con un departamento de dibujo, en donde se hacen todos los planos de los proyectos. También cuenta con un departamento de supervisión, el que está integrada por dos ingenieros electricistas encargados de la supervisión de campo de los proyectos. Hay un departamento que se encarga de realizar la compra de los materiales de los proyectos, de la manera como lo vayan requiriendo. Hay un departamento de contabilidad, encargada de llevar el control económico de la empresa. Se cuenta con una secretaria recepcionista, quien es la encargada de llevar en orden la logística de la empresa. Encima de todas éstas secciones o departamentos, se encuentra un gerente administrativo, quien es un ingeniero electricista con una maestría en administración de empresas, que se encarga de la dirección y control de los demás departamentos.

2. DISEÑO DE LA RED PRIMARIA EN EL PARQUE INDUSTRIAL UNISUR

2.1 Justificación

Desde que se empezaron a hacer gestiones para iniciar este proyecto, se pensó en la construcción de once bodegas, las cuales servirán para distintos usos de carácter industrial, lo que dependerá de quienes ocupen cada bodega. Por lo tanto no se tiene información de la carga que va a ser instalada por cada uno de los ocupantes; por dicha razón se pensó en hacer una red primaria en anillo en 13.2 KV, con la idea de instalar transformadores del tipo *Pad Mount*, para cada bodega, con la capacidad adecuada a las necesidades de carga de cada usuario, además que cada bodega cuenta con una distribución secundaria para uso general, de lo que se darán detalles más adelante.

2.2 Cálculos para el cableado primario

Por lo anteriormente dicho, se hizo una suposición para el cálculo del cable de la red primaria. Asumiendo un consumo promedio en cada bodega de 300 KVA, el consumo total de las 11 bodegas es de 300KVA X 11, que es de 3,300 KVA más 225 KVA que se estimaron para el transformador de la red de servicios generales y la red secundaria de cada bodega; lo que hace un total de 3,525 KVA. Los cálculos para el cableado primario son los siguientes:

Por capacidad

Ecuación 1: $P = VI\sqrt{3}$,

donde P = Potencia en KVA

V = Voltaje entre líneas

I = Corriente nominal

Despejando I,
$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V} = \frac{3,525KVA}{\sqrt{3} \times 13,200V} = 154.2A$$

Por caída de tensión

Considerando un 2% de caída de tensión, es lo recomendado para alimentadores, con una distancia de 400 metros desde la subestación, hasta la última bodega, se obtuvieron los siguientes cálculos.

Ecuación 2:
$$\Delta V = \frac{In\sqrt{3}d}{KA},$$

donde ΔV = Porcentaje de caída

K = Constante del materia (57 para cobre)

A = Área del conductor

d = distancia del cable en metros.

In = Corriente nominal

Despejando A,
$$A = \frac{In\sqrt{3}d}{K\Delta V} = \frac{154.2 \times \sqrt{3} \times 400}{57(0.02 \times 13,200)} = 7.1mm^2$$

Con los resultados obtenidos y la tabla de capacidad de conductores, se obtuvo que el conductor adecuado por caída de tensión es un cable calibre # 8 THHN el cual tiene una área de 8.37 mm^2 ; pero por capacidad se necesita un conductor calibre 1/0. Por tanto, el diseño se hizo en base al caso más crítico (por capacidad), utilizando en la red primaria un cable de potencia aislado para 15 KV XLPE calibre 1/0, que tiene una capacidad máxima de 170 A a 30° C .

Figura 1. Caja de registro tipo H para la red primaria



Fuente: Foto tomada en el parque industrial Unisur

Para la canalización de la red primaria, se usaron dos entubados conduit galvanizados de 4", con la idea de ocupar una tubería para el cableado de la red primaria y dejar el otro tubo de reserva, y disponer de una canalización para cualquier ampliación futura. Esta canalización quedó de acuerdo con el plano E-03 que se incluye en el apéndice.

3. DISEÑO DE LA RED SECUNDARIA EN EL PARQUE INDUSTRIAL UNISUR

3.1 Generalidades

De acuerdo a lo solicitado por el cliente, además de la red primaria, se pidió hacer una distribución secundaria para el suministro de energía de los servicios básicos de cada bodega, como son la iluminación y los tomacorrientes en 110V.

Para ello se sugirió hacer un alimentador para un panel múltiple de contadores, cercano al transformador principal de 225 KVA, y de este panel derivar cada uno de los alimentadores secundarios, hacia cada bodega, haciendo una distribución radial. Luego de hacer la propuesta al cliente, ésta fue aprobada por las ventajas que se le plantearon, tales como: un mejor acceso para la lectura de los contadores, estéticamente quedaría mejor y por supuesto, económicamente no le implicaban gastos mayores a los que se tenían previstos.

3.2 Cálculos de las cargas por cada bodega

Cada bodega cuenta con una oficina en la parte de enfrente, a un lado del área que se tiene para carga y descarga, de acuerdo al diseño arquitectónico; por lo que se hizo un diseño para la distribución de iluminación y tomacorrientes en las bodegas con sus respectivas oficinas.

3.2.1 Cálculo de la iluminación por oficina

Para el cálculo de la iluminación requerida en las oficinas, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Se analizó los niveles de iluminación requeridos, con base en la tabla 1.

Tabla I. Niveles de iluminación recomendados (lux)

TIPO DE LOCAL	NIVEL DE ILUMINACION (NI)	
Entradas y corredores	50	Lux
Ambientes de estar	50 - 100	Lux
Cocina o planchador	400	Lux
Baños	50	Lux
Alumbrados complementarios	400 - 600	Lux
Oficinas en general	300 - 500	Lux
Contabilidad y dibujo	600	Lux
Fábricas y talleres	300	Lux
Áreas de ventas	400 - 500	Lux
Áreas de paso	100	Lux
Vitrinas durante el día	1,000 - 2,000	Lux
Vitrinas durante la noche	500 - 1,000	Lux

Fuente: Tesis, Curso de instalaciones eléctricas, Ing. Oscar Areaga, USAC.

De la tabla anterior, se tiene que el nivel de iluminación (NI) recomendado para una oficina es de 300 a 500 Luxes; en éste caso se utilizó 500 Luxes.

- El tipo de lámparas que se instaló, es el de lámparas fluorescentes para empotrar en cielo falso, con tubos *day Light* de 40W.
- La altura del montaje de las lámparas (hm) es de 2.70 metros.
- Las condiciones de mantenimiento (FM) de las lámparas se consideran buenas, dado que están en un ambiente sin contaminación.

Tabla II. Características de luminarias típicas

LUMINARIA	LAMP.	ALUMBRADO	ESP. MAX (EM)	FACTOR DE MANTENIMIENTO (FM)		
				BUENO	INTERMED.	MALO
Listón	F	Semidirecto	1.4Xhm	0.75	0.65	0.55
Industrial	F	Semidirecto	1.3Xhm	0.70	0.60	0.50
Empotrable	F	Directo	1.0Xhm	0.70	0.60	0.50
Comercial	F	Directo	1.1Xhm	0.70	0.60	0.50
Empotrable	I	Directo	1.5Xhm	0.70	0.60	0.50
Reflectores	I	Directo	1.2Xhm	0.80	0.77	0.73
Reflectores	VM	Directo	0.8Xhm	0.75	0.70	0.65

Fuente: Tesis, Curso de instalaciones eléctricas, Ing. Oscar Areaga, USAC.

De acuerdo a la tabla anterior, el valor FM es de 0.70.

- Por medio de la tabla III (coeficientes de reflexión de superficies) se obtuvieron las condiciones de reflexión de las superficies del local.

Techo, 100% color marfil * 70% de reflex = 70%

Paredes, 70% color marfil * 70% de reflex = 49%

Paredes, 30% de vidrio * 10% de reflex = 3%

Tabla III. Factores de reflexión de superficies en función del color

COLOR DE LA SUPERFICIE	PORCENTAJE DE REFLEXIÓN
Blanco	75 a 85 %
Marfil	70 a 75%
Colores pálidos	60 a 70%
Amarillo	55 a 65%
Café claro	45 a 55%
Verde claro	40 a 50%
Gris	30 a 50%
Azul	25 a 35%
Rojo	15 a 20%
Café oscuro	10 a 15%
Pino	40 a 50%
Nogal	15 a 20%
Caoba	10 a 15%
Aluminio	70 a 80%

Fuente: Tesis, Curso de instalaciones eléctricas, Ing. Oscar Areaga, USAC.

De los datos anteriores, se obtuvo que el porcentaje de reflexión para el techo, es del 70% y el coeficiente de reflexión de las paredes es del 50%, ya que el color de paredes y techo es marfil.

- Se calculó el espaciamiento máximo (EM) entre lámparas

De la tabla II se tiene que $EM = 1.0 \times hm$

$$EM = 1.0 \times 2.70m = 2.70m$$

- Se calculó el índice del local (k)

Ecuación 3:
$$K = \frac{A}{hm * P / 2},$$

donde A = Área del local

hm = Altura de montaje de las lámparas

P = Perímetro del local

$$\text{Área} = \text{Largo} * \text{ancho} = 12m * 8m = 96m^2$$

$$P/2 = \frac{12m+8m+12m+8m}{2} = 20m$$

$$K = \frac{96m^2}{2.70m(20m)} = 1.77$$

- Por medio de la tabla IV, se determinó el flujo luminoso de las lámparas

Tabla IV. Flujo luminoso de lámparas fluorescentes (lúmenes)

COLOR	20 W PH	40 W RS	75 W SL
<i>Cool white</i>	1,260	3,150	6,300
<i>Cool white deluxe</i>	875	2,100	4,400
<i>Day light</i>	1,075	2,700	5,400
<i>Natural white</i>	850	2,120	4,250
<i>White</i>	1,300	3,200	6,400
<i>Warm white</i>	1,300	3,200	640
<i>Warm white deluxe</i>	875	2,200	4,400

Fuente: Tesis, Curso de instalaciones eléctricas, Ing. Oscar Areaga, USAC.

El flujo luminoso para las lámparas *day light* de 40W, es de 2,700 lúmenes.

- Por medio de la tabla V, se obtuvo el coeficiente de utilización (CU)

Tabla V. Valor del coeficiente de utilización

TIPO DE ALUMBRADO	INDICE LOC. k	70%			50%		
		50%	30%	10%	50%	30%	10%
semidirecto	0.60	0.33	0.28	0.24	0.31	0.26	0.24
	0.80	0.40	0.35	0.31	0.38	0.33	0.30
	1.00	0.47	0.41	0.37	0.44	0.39	0.36
	1.25	0.52	0.47	0.43	0.49	0.45	0.41
	1.50	0.56	0.51	0.47	0.53	0.49	0.45
	2.00	0.63	0.57	0.54	0.58	0.54	0.51
	2.50	0.65	0.61	0.58	0.60	0.57	0.54
	3.00	0.68	0.64	0.61	0.63	0.60	0.57
	4.00	0.70	0.67	0.65	0.66	0.63	0.61
	5.00	0.72	0.70	0.68	0.68	0.65	0.63
directo	0.60	0.34	0.28	0.23	0.33	0.27	0.24
	0.80	0.42	0.36	0.31	0.41	0.35	0.31
	1.00	0.48	0.42	0.38	0.47	0.42	0.37
	1.25	0.55	0.48	0.44	0.53	0.48	0.45
	1.50	0.59	0.53	0.49	0.57	0.52	0.48
	2.00	0.64	0.60	0.55	0.63	0.59	0.56
	2.50	0.68	0.64	0.60	0.66	0.63	0.59
	3.00	0.71	0.67	0.63	0.69	0.66	0.63
	4.00	0.75	0.71	0.69	0.73	0.70	0.68
	5.00	0.77	0.74	0.72	0.75	0.73	0.71

Fuente: Tesis, Curso de instalaciones eléctricas del Ing. Oscar Areaga, USAC.

Con los coeficientes de reflexión obtenidos y para $K = 1.77$, se calculó el coeficiente de utilización (CU) por medio de una interpolación.

$$\text{Para } K_1 = 1.5, \quad CU_1 = 0.59$$

$$\text{Para } K_2 = 2.00, \quad CU_2 = 0.64$$

$$K_2 - K_1 = 2.00 - 1.5 = 0.5$$

$$CU_2 - CU_1 = 0.64 - 0.59 = 0.05$$

$$K_X - K_1 = 1.77 - 1.5 = 0.27$$

$$CU_X - CU_1 = X$$

$$\frac{0.5}{0.05} = \frac{0.27}{X},$$

$$X = \frac{0.05 * 0.27}{0.5} = 0.027$$

$$CU_X = CU_1 + X = 0.59 + 0.027 = 0.62$$

- Se calculó el número de luminarias requeridas

$$\text{Ecuación 4: } \# \text{ Lu min arias} = \frac{\text{Área}(NI)}{\text{flujo} * \# \text{ lámp} / \text{lu min aria} * CU * FM}$$

$$\# \text{ Lu min arias} = \frac{96m^2 * 500lux}{2700lumen * 4lámp / lu min aria * 0.62 * 0.70} = 10.24 \text{ lámparas}$$

De acuerdo con los cálculos obtenidos, el número de lámparas a instalar es de 11; pero se instalaron 12 lámparas para cumplir con una distribución homogénea en el área de las oficinas. La distribución de estas luminarias se puede apreciar en el plano E-11 adjunto en el apéndice.

Figura 2. Lámparas de empotrar de 4X40W



Fuente: Foto tomada en el parque industrial Unisur

3.2.1.1 Diseño de los circuitos de iluminación

Para el diseño de los circuitos de iluminación en las oficinas, se destinaron dos, los cuales quedaron distribuidos de la siguiente manera.

Para el circuito 1 de iluminación, se tienen las siguientes cargas:

6 lámparas para empotrar en cielo de 4 X 40 W = 960 W

4 reflectores de 75 W = 300 W

1 bombilla incandescente de 100 W = 100 W

TOTAL = 1,360 W = 1,700 VA

Ecuación 5: $P = VI$,

donde P = Potencia monofásica (VA)

V = Voltaje de línea a neutro

I = Corriente nominal

Despejando I,
$$I = \frac{P}{V} = \frac{1,700VA}{120V} = 14.2A$$

Del cálculo anterior, se tiene que el consumo de este circuito es de 14.2 A, lo que permite utilizar un cable calibre # 12 THHN, de acuerdo con las tablas de capacidad de conductores, y el flipón para proteger este circuito en el tablero es de 1X20 A. La tubería utilizada para este circuito fue PVC de ¾".

Para el circuito 2 de iluminación, se tienen las siguientes cargas:

6 lámparas fluorescentes para empotrar de 4X40W = 960 W

2 lámparas fluorescentes de sobreponer de 2X40W = 160 W

2 bombillas incandescentes de 100 W = 200 W

TOTAL = 1,320 W = 1,650 VA

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1,650VA}{120V} = 13.75A$$

Del cálculo anterior se obtiene que el consumo de este circuito es de 13.75 A, lo que permite utilizar un cable calibre # 12 THHN y un flipón de 1X20 A, para proteger el circuito. La tubería usada para este circuito fue PVC de ¾".

En estos casos no fue necesario hacer cálculos por caída de tensión; porque las unidades de iluminación están cercanas al tablero de distribución, por lo que estos cálculos se omitieron. Este diseño se puede apreciar en el plano E-11 adjunto en el apéndice.

3.2.2 Diseño de la distribución de tomacorrientes para las oficinas

Para el diseño de la distribución de tomacorrientes en las oficinas, se tomó en cuenta un número considerado, tratando de cubrir los lugares adecuados para las estaciones de trabajo; por lo que la distribución de tomacorrientes quedó como lo muestra el plano E-12, adjunto en el apéndice, de acuerdo con los cálculos que se dan a continuación.

El número total de tomacorrientes instalados en las oficinas, es de 12 unidades, los que fueron divididos en dos circuitos; además se instalaron dos circuitos individuales, uno para el seca manos en el baño de hombres y el otro circuito para el seca manos en el baño de mujeres; también se instaló un circuito para un tomacorriente 220 V, en el área de basurero, para uso general.

Se tiene que cada tomacorriente de uso general, consume 180 VA. Cada circuito de tomacorrientes quedó cargado con 6 unidades, teniendo cada uno, una carga total de 1,080 VA.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1,080VA}{120V} = 9A$$

De este cálculo, se tiene que el consumo de los circuitos de tomacorrientes, con los números 3 y 4 en los planos, es de 9 A; lo que permite el uso de conductores calibre # 14; pero previendo algún crecimiento futuro, se utilizó para estos circuitos cables calibre # 12 THHN y para la protección, un flipón de 1X20 A en el tablero. Los cálculos por caída de tensión no fueron necesarios, dado que la distancia del tablero hacia las unidades de tomacorrientes más lejanas, no excede los 15 metros. El entubado de estos circuitos se hizo con PVC de 3/4".

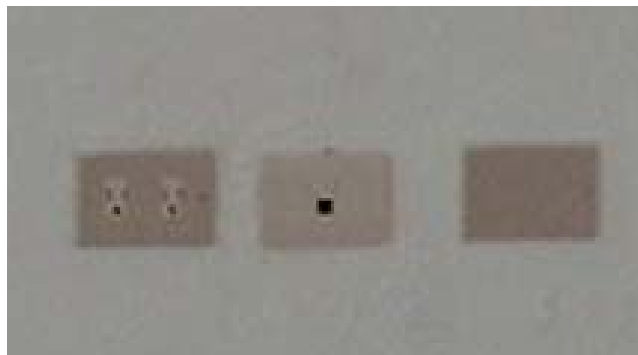
Para los seca manos de los baños, considerando que tienen un consumo de 1,800 VA, cada uno, se tiene

$$I = \frac{1,800VA}{120V} = 15A$$

Los seca manos de los baños son circuitos exclusivos, por eso se diseñaron como circuitos individuales y de acuerdo con el consumo calculado, fueron cableados cada uno con conductores calibre # 12 THHN y un flipón de 1X20 A, en el tablero. Estos circuitos fueron entubados con PVC de 3/4".

Para el tomacorriente 220V instalado en el área de basurero, se utilizó un tomacorriente tipo estufa de 50 A, que será de uso general, por lo que se cableó con conductores calibre # 6 THHN; este cable tiene una capacidad de 75 A entubado, según tablas. Para la protección de este circuito se instaló un flipón de 2X50A en el tablero. Los cálculos por caída de tensión no fueron necesarios, puesto que el tomacorriente se encuentra cercano al tablero de distribución. La tubería empleada para este circuito fue PVC de 1". Este diseño se puede apreciar en el plano de fuerza E-12, como se mencionó anteriormente.

Figura 3. Tomacorrientes



Fuente: Foto tomada en el parque industrial Unisur

3.2.3 Cálculo de la iluminación para las bodegas

Para el cálculo de las lámparas requeridas en cada bodega, se siguieron los pasos que se dan a continuación:

- Se analizaron las necesidades de iluminación. De la tabla I se determinó que el nivel de iluminación (NI) recomendado para una bodega de poco movimiento, es de 100 luxes.
- El tipo de lámparas que se utilizó, son lámparas HPS de 400W.
- Se calculó el flujo luminoso de las lámparas. De tablas se determinó que el flujo luminoso para lámparas HPS de 400 W, es de 48,000 lúmenes.
- La altura del montaje de las lámparas (hm) es de 7 metros.
- Las condiciones de mantenimiento (FM) son buenas, dado que el ambiente no tiene mucha contaminación. De acuerdo con la tabla II, el factor de mantenimiento es de 0.70.
- Se determinaron las condiciones de reflexión de las superficies del local. De la tabla III se obtuvo el porcentaje de reflexión, el que para el techo es del 75% y para las paredes es del 42%, ya que el color del techo es aluminio y el color de las paredes es gris claro.
- Se calculó el espaciamiento máximo (EM) entre lámparas

De la tabla II se tiene que $EM = 1.3 \times hm$

$$EM = 1.3 \times 7m = 9.8m$$

- Se calculó el índice del local (k)

$$K = \frac{A}{hm * P / 2}$$

donde A = Área del local

hm = Altura de montaje de lámparas

P = Perímetro del local

Para el sector A

$$\text{Área} = 45\text{m} \times 24\text{m} = 1,080\text{m}^2$$

$$\text{Perímetro}/2 = 24\text{m} + 45\text{m} = 69\text{m}$$

$$K = \frac{1,080\text{m}^2}{7\text{m}(69\text{m})} = 2.24$$

- Se calculó el coeficiente de utilización (CU). De la tabla V, por medio de una interpolación, como en el caso anterior, se encontró que el coeficiente de utilización CU es de 0.60696.
- Luego se calculó el número de luminarias requeridas

$$\# \text{Lu min arias} = \frac{\text{Area}(NI)}{\text{flujo} * \# \text{lámp} / \text{lu min aria} * \text{CU} * \text{FM}}$$

$$\# \text{Lu min arias} = \frac{1,080\text{m}^2 * 100\text{lux}}{48000\text{lumen} * \text{lámp} / \text{lu min aria} * 0.60696 * 0.70} = 5.2\text{lámparas}$$

Del resultado anterior se instalaron en las bodegas del sector A, 5 lámparas del tipo industrial *Metal Halide* de 400W, las cuales quedaron distribuidas tal como se muestra en el plano E-07 adjunto en el apéndice.

Para el sector B

$$\text{Área} = 63\text{m} \times 24\text{m} = 1,512\text{m}^2$$

$$\text{Perímetro}/2 = 24\text{m} + 63\text{m} = 87\text{m}$$

$$K = \frac{A}{hm * P/2} = \frac{1,512\text{m}^2}{7\text{m}(87\text{m})} = 2.48$$

- Se calculó el coeficiente de utilización (CU). De la tabla V, por medio de una interpolación, como en los casos anteriores, se obtuvo que el coeficiente de utilización CU es de 0.6328.
- Se calculó el número de luminarias requeridas

$$\# \text{Lu min arias} = \frac{\text{Area}(NI)}{\text{flujo} * \# \text{lámp} / \text{lu min aria} * \text{CU} * \text{FM}}$$

$$\# \text{Lu min arias} = \frac{1,512\text{m}^2 * 100\text{lux}}{48000\text{lumen} * 1\text{lámp} / \text{lu min aria} * 0.6328 * 0.70} = 7.11\text{lámparas}$$

Del anterior cálculo, se obtuvo el resultado para instalar 7 lámparas, las que son del tipo industrial *Metal Halide* de 400W, instaladas y distribuidas tal como lo muestra el plano E-08 adjunto en el apéndice.

Figura 4. Lámparas industriales instaladas en las bodegas



Fuente: Fotos tomadas en el parque industrial Unisur

3.2.3.1 Diseño del circuito de iluminación para las bodegas

En el sector A se tiene un número de 5 lámparas industriales *Metal Halide* de 400W, en 208V en cada bodega; y en el sector B se tienen 7 lámparas. Como el número de lámparas difiere en ambos sectores, primero se hará el análisis para el sector A.

En el sector A se tiene que el total de la carga para las 5 lámparas, es de 2,000W (2.5 KVA). Con este resultado se calculó la corriente que consume el circuito.

Por capacidad

$$I = \frac{P}{V} = \frac{2,500VA}{208V} = 12.02A$$

Por caída de tensión

Como la distancia del tablero hacia la última lámpara es de 45 metros, para una caída de tensión del 3% se tiene:

$$\text{Ecuación 6: } \Delta V = \frac{In * 2 * d}{KA},$$

donde ΔV = Porcentaje de caída monofásica

K = Constante del material

A = Área del conductor

d = distancia del tablero a la carga en metros

Despejando A,

$$A = \frac{In * 2 * d}{K\Delta V} = \frac{12.02 * 2 * 45}{57(0.03 * 208)} = 3.24mm^2$$

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que los cables para este circuito, podrían ser calibre # 12 THHN, puesto que tiene una capacidad de 25 amperios entubado a 30° y su diámetro es de 3.31 mm²; pero para dar margen a cualquier ampliación futura, se utilizaron cables calibre # 10 THHN. Este circuito es de dos polos y aparece en la planilla de tableros con los números 7,9. El entubado utilizado de acuerdo al número de conductores fue PVC de ¾”.

En el sector B se tiene que el total de la carga para las 7 lámparas, es de 2,800W (3.5 KVA). Con estos datos se calculó la corriente que consume el circuito, con una distancia del tablero hasta la última lámpara de 55 metros.

Por capacidad

$$I = \frac{P}{V} = \frac{3,500VA}{208V} = 16.82A$$

Por caída de tensión

Como la distancia del tablero hasta la última lámpara, es de 60 metros, para una caída de tensión del 3% se tiene:

$$\Delta V = \frac{In * 2 * d}{KA},$$

donde ΔV = Porcentaje de caída monofásica

K = Constante del material

A = Área del conductor

d = distancia en metros

Despejando A,

$$A = \frac{In * 2 * d}{K\Delta V} = \frac{16.82 * 2 * 55}{57(0.03 * 208)} = 5.2mm^2$$

Del cálculo anterior se tiene que por capacidad, los cables podrían ser calibre # 12 THHN; pero por caída de tensión se requieren conductores calibre # 10 THHN, cuyo diámetro es de $5.26mm^2$, por lo que se utilizó este último conductor. Este circuito es de dos polos y aparece en la planilla de tableros con los números 7,9. El entubado utilizado de acuerdo al número de conductores, fue PVC de $\frac{3}{4}$ ".

En los planos E-07 y E-08, adjuntos en el apéndice, además de las lámparas industriales distribuidas a lo largo de cada bodega, se tienen también dos lámparas de brazo en el área de carga y descarga de cada bodega, las cuales servirán para iluminar los contenedores, cuando se realicen trabajos de noche. En el lado de afuera de las bodegas, siempre en el área de carga y descarga, se instaló una lámpara fluorescente a prueba de polvo y humedad. Para estas tres unidades se destinó un circuito (circuito # 11 de las planillas de tableros), por lo que para estas unidades no se hicieron cálculos, ya que por simple inspección se sabe que el consumo de estas unidades es poco, quedando cableado con conductores calibre # 12 THHN en tubería PVC de $\frac{3}{4}$ ".

3.2.4 Diseño de la distribución de tomacorrientes para las bodegas

En ambos sectores, tanto en el sector A como en el sector B, se hizo una distribución de tomacorrientes de forma aleatoria, por la razón que se desconoce el uso que le van a dar a cada bodega los ocupantes, y por otro lado, se sabe que los ocupantes deberán hacer una instalación de acuerdo a sus necesidades dentro de la bodega; por lo que esta distribución se hizo para uso general.

Para el diseño de este circuito se consideró instalar un total de 7 unidades de tomacorrientes, ubicándolos a manera de cubrir todo el perímetro de cada bodega, tal como lo muestran los planos E-07 y E-08 de los sectores A y B respectivamente. Para el cálculo del cableado se da el análisis a continuación.

Puesto que cada tomacorriente tiene un consumo de 180 VA, para las 7 unidades instaladas se tiene un consumo de 1,260 VA, por lo que la corriente consumida es la siguiente:

Por capacidad

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1,260VA}{120V} = 10.5A$$

Por caída de tensión

Para el sector A, con una distancia promedio de 40 metros, desde el tablero hasta la carga y una caída de tensión del 3%, se tiene que:

$$A = \frac{In * 2 * d}{K\Delta V} = \frac{10.5 * 2 * 40}{57(0.03 * 120)} = 4.09mm^2$$

Para el sector B, con una distancia promedio de 50 metros, desde el tablero a la carga y una caída de tensión del 3%, se tiene:

$$A = \frac{In * 2 * d}{K\Delta V} = \frac{10.5 * 2 * 50}{57(0.03 * 120)} = 5.11mm^2$$

De estos cálculos se determinó que para ambos sectores, el calibre del conductor por caída de tensión, que es el caso crítico, es # 10 THHN la cual se evita en el ramal principal del circuito. Del ramal principal hacia cada tomacorriente, se hicieron bajantes con conductores calibre # 12 THHN, tal como se muestra en los planos E-07 y E-08.

3.3 Cálculo de los alimentadores para cada bodega

Para estos cálculos se comenzó por el diseño de los alimentadores para las bodegas A-1, A-2, B-1 y B-2. De estas bodegas, la bodega B-1 es la más alejada del panel múltiple de contadores, teniendo una distancia de 183 metros. El cuadro típico de carga que se tiene en cada bodega es el siguiente.

Tabla VI. Cuadro de carga típico de los tableros de bodegas

CIRC.	USO	UNID.	CARGA (VA)	V	I	FLIPON	F.D.	D.M.E.
1	Iluminación	11	1,700	120	14.16667	1 X 20 A	1	1700
2	Iluminación	10	1,650	120	13.75	1 X 20 A	1	1650
3	tomas	6	1,080	120	9	1 X 20 A	0.6	648
4	tomas	6	1,080	120	9	1 X 20 A	0.6	648
5	seca manos	1	1,800	120	15	1 X 20 A	0.5	900
6	seca manos	1	1,800	120	15	1 X 20 A	0.5	900
7,9	Iluminación de bodega	7	2,500	208	12.01923	2 X 20 A	0.8	2000
8,10	toma 220V	1	9,600	208	46.15385	2 X 60 A	0.4	3840
11	Iluminación	3	560	120	4.666667	1 X 20 A	0.5	280
12	tomas de bodega	7	1,260	120	10.5	1 X 20 A	0.3	378
TOTAL								12944

Fuente: Resultados obtenidos en este trabajo

donde V = voltaje de línea a neutro

I = Corriente nominal

F.D.= Factor de demanda

D.M.E. = Demanda máxima estimada

Con la suma de la demanda máxima estimada, se calculó la corriente de diseño para estimar el calibre del conductor y el flipón principal del tablero.

Ecuación 7:

$$I_d = \frac{\sum D.M.E. * F.C.}{V_{distribucion} * \sqrt{3}}$$

donde D.M.E. = Demanda máxima estimada

F.C. = Factor de crecimiento

Vdistribución = Voltaje de distribución

Por capacidad

$$Id = \frac{12,944VA}{208V * \sqrt{3}} = 35.93A$$

Como se puede observar, en este cálculo, no se tomó en cuenta el factor de crecimiento, puesto que cualquier incremento o modificaciones que sufra cada oficina y cada bodega, la deberá costear el cliente. Con ésto se evitó hacer un diseño al azar, disminuyendo gastos innecesarios por parte del dueño del proyecto.

Después se realizaron los cálculos por caída de tensión, para verificar el caso crítico y así decidir el calibre de los conductores.

Por caída de tensión

$$A = \frac{In\sqrt{3}d}{K\Delta V} = \frac{35.93 * \sqrt{3} * 183}{57(0.03 * 208)} = 32.02mm^2$$

De estos cálculos se determinó que el caso crítico es por caída de tensión, por lo que se deben utilizar para los alimentadores, conductores calibre # 2 THHN en las líneas vivas y un cable # 2 THHN para el neutro, porque tienen diámetros de 33.6 mm².

De los resultados obtenidos, los alimentadores de las bodegas A-1, A-2, B-1 y B-2 se cablearon con conductores calibre # 2 THHN, tal como lo muestra el diagrama unifilar en el plano E-03, adjunto en el apéndice.

Para el cálculo de los alimentadores de las bodegas A-3, A-4, A-5, A-6, B-3, B-4 y B-5, se tomó como referencia una distancia de 108 metros, que es la que hay en el panel de contadores hasta el tablero centro de carga de la bodega B-3, la cual es la más alejada de este grupo.

Por caída de tensión

$$A = \frac{In\sqrt{3}d}{K\Delta V} = \frac{35.93 * \sqrt{3} * 108}{57(0.03 * 208)} = 18.89mm^2$$

De estos cálculos se determinó, que para el caso crítico, que es por caída de tensión, se deben usar conductores calibre # 4 THHN en las líneas vivas y un cable # 4 THHN para el neutro, porque tienen diámetros de 21.2 mm².

De los resultados obtenidos, los alimentadores de las bodegas A-3, A-4, A-5, A-6, B-3, B-4 y B-5 se cablearon con conductores calibre # 4 THHN, tal como lo muestra el diagrama unifilar en el plano E-03, adjunto en el apéndice. Para facilitar el cableado de estos alimentadores y para hacer las derivaciones necesarias hacia cada bodega, se utilizaron cajas de registro tipo H, de 1m X 1m X 1 m, a lo largo de la calle principal.

A continuación se presenta la planilla de carga típica de cada tablero:

Tabla VII. Planilla típica de carga de los tableros de las bodegas.

DESCRIPCIÓN	COND.	FLIPÓN			FLIPÓN	COND.	DESCRIPCIÓN
Iluminación oficinas	12 thhn	1X20 A	1	2	1X20 A	12 thhn	Iluminación oficinas
Tomacorrientes oficinas	12 thhn	1X20 A	3	4	1X20 A	12 thhn	Tomacorrientes ofic.
Secamanos baño muj.	12 thhn	1X20 A	5	6	1X20 A	12 thhn	Secamanos baño hom.
Iluminación de bodegas	10 thhn	2X20 A	7	8	2X50 A	6 thhn	Tomacorriente 220 V
	10 thhn		9	10		6 thhn	
Iluminación área carga	12 thhn	1X20 A	11	12	1X20 A	10 thhn	Tomacorrientes bodega

Fuente: Resultados obtenidos en el presente trabajo

Figura 5. Cajas de registro para el cableado secundario.



Fuente: Foto tomada en el parque industrial Unisur

4. DISEÑO DE LA RED DE SERVICIOS GENERALES

El parque industrial UNISUR fue diseñado arquitectónicamente con una área de urbanización, la que cuenta con iluminación perimetral de calle, una planta de tratamiento, bombas de agua para el suministro de agua potable en todo el sector y además, en la entrada se cuentan con oficinas administrativas y una garita de seguridad.

Para suplir estas necesidades, se hizo un diseño, para lo que es la red de servicios generales. En el área de administración, cuarto de bombas y planta de tratamiento, la empresa Salnars y Díaz no realizó ninguna instalación, por lo que, para este diseño se hizo un estimado de cargas.

4.1 Cálculo de la iluminación perimetral

El alumbrado de calles persigue principalmente la seguridad del tránsito, la prevención de crímenes, así como la promoción del comercio. Los niveles lumínicos adecuados son objeto de recomendaciones muy variables, por lo que, mientras no exista una norma, habrá que utilizar el criterio personal. El nivel lumínico en luxes recomendado para una calle en una zona urbana intermedia es de 4 a 8 Luxes, estos valores son aceptados hasta un valor mínimo del 30% de los valores estipulados.

Las lámparas para la iluminación exterior de este proyecto, son lámparas HPS (alta presión de sodio) de 400W. Hay varias formas de distribuir las lámparas a lo largo de una calle, dependiendo del ancho de la misma, pudiendo ser unilateral para calles angostas, opuestas y alternadas para calles anchas. En este caso la distribución que se utilizó fue de la forma alterna. Como el ángulo vertical de la línea de intensidad luminosa de estas lámparas es largo, se pueden espaciar de $3.75H$ hasta $6H$, donde H es la altura de montaje de la lámpara.

La altura de montaje para estas lámparas es de 9 metros, por lo que el espaciamiento entre estas podría ser desde 33.75 metros hasta 54 metros; pero en este caso, se utilizó un espaciamiento de 36 metros ($4*9=36m$).

La distribución de la iluminación perimetral puede apreciarse en el plano E-05, adjunto en el apéndice. Para propósitos de cableado y para las derivaciones necesarias, se utilizaron cajas de registro tipo contador de agua.

Figura 6. Cajas de registro para iluminación exterior



Fuente: Foto tomada en el parque industrial Unisur

4.1.1 Cálculo de los circuitos de la iluminación perimetral

Para este diseño, las lámparas de iluminación perimetral se dividieron en dos grupos, un grupo accionado o controlado por foto celdas, cada una y otro grupo accionado por un *timer* a través de un contactor. El grupo accionado por foto celdas con un total de 10 lámparas y el grupo accionado por *timer* con un total de 14 lámparas.

Para el grupo de lámparas con foto celdas se asignó un circuito, en base al siguiente análisis: como las lámparas instaladas son HPS de 400 W se tiene un total de 4,000 W, igual a 5,000 VA, pero lo que se calculó el consumo.

Por capacidad

$$I = \frac{P}{V} = \frac{5,000VA}{208V} = 24.04A$$

Por caída de tensión

Para poder encontrar el diámetro del conductor adecuado para la carga de este circuito, como son cargas distribuidas, se encontró una distancia equivalente de todas las cargas con la siguiente fórmula:

Ecuación 8:
$$deq = \frac{C1d1 + C2d2 + C3d3 \dots Cndn}{C1 + C2 + C3 \dots Cn}$$

Los valores de carga para la C1 hasta la C10 son iguales y son de 400W, para las distancias se tiene que d1= 10m, d2= 50m, d3= 35m, d4= 60m, d5=55m, d6= 90m, d7=110m, d8= 190m, d10= 140m.

$$d_{eq} = \frac{420,000}{5,000} = 84m$$

$$A = \frac{In * 2 * d}{K\Delta V} = \frac{24.04 * 2 * 84}{57(0.03 * 208)} = 11.35mm^2$$

De estos resultados, el caso crítico no es por capacidad sino por caída de tensión, por lo que se diseñó este circuito utilizando conductores calibre # 6 THHN, los que según las tablas tiene un diámetro de 13.3 mm², para las líneas vivas y un cable # 10 THHN para la tierra.

Para el otro grupo de lámparas, controlado por un *timer*, con 14 lámparas HPS de 400W, se tiene una carga de 5,600W equivalentes a 7,000 VA y el consumo se calculó a continuación.

Por capacidad

$$I = \frac{P}{V} = \frac{7,000VA}{208V} = 33.65A$$

Por caída de tensión

Para poder encontrar el diámetro del conductor adecuado para la carga de este circuito, como son cargas distribuidas, también se hizo uso de la ecuación 8 para encontrar la distancia equivalente.

Los valores de carga para la C1 hasta la C10 son iguales y son de 400W; pero los valores para la carga C11 y C12 son de 800 W. Para las distancias se tiene que d1=37m, d2= 50m, d3= 116m, d4= 176m, d5=82m, d6= 130m, d7=66m, d8= 28m, d10= 50m, d11 = 19m y d12 = 36m.

$$deq = \frac{446,000}{7,000} = 63.71m$$

$$A = \frac{In * 2 * d}{K\Delta V} = \frac{33.65 * 2 * 63.71}{57(0.03 * 208)} = 12.05mm^2$$

El caso crítico no es por capacidad sino por caída de tensión, por lo que se diseñó este circuito utilizando conductores calibre # 6 THHN para las líneas vivas, que de acuerdo a las tablas tienen un diámetro de 13.3 mm², y un cable # 10 THHN para la tierra.

En la siguiente figura se muestra el tipo de poste, el montaje y el tipo de lámparas que se utilizó en este proyecto.

Figura 7. Lámparas de calle



Fuente: Foto tomada en el parque industrial Unisur

4.2 Diseño del alimentador del tablero de servicios generales TSG-1

Para poder completar los datos necesarios para el cálculo del alimentador del tablero de servicios generales TSG-1, como se mencionó anteriormente, fue necesario hacer estimaciones de carga en algunas áreas; de donde se obtuvo el siguiente cuadro de cargas.

Tabla VIII. Cuadro de carga del tablero de servicios generales TSG-1

CIRC.	USO	CARGA (VA)	V	I	FLIPON	F.D.	D.M.E.
1	iluminación exterior	5,500	208 1Ø	26.44	2X40	1	5500
2	iluminación exterior	7,000	208 1Ø	33.65	2X40	1	7000
3	tomas cuarto eléctric.	1,080	120	9	1X20	1	1080
4	iluminac. c. eléctric.	1,380	120	11.5	1X20	1	1380
5	planta de tratamiento	3,884	208 3Ø	10.7809	3X70	1	3884
6	bombas de agua	12,911	208 3Ø	35.8374	3X100	1	12911
7	iluminación, tomas y administración	8,520	208 1Ø	40.96	2X100	1	8520
8	tablero TSG-2	3,680	208 1Ø	17.69	2X70	1	3680

Σ 43,955

Fuente: Resultados obtenidos en el presente trabajo.

Con el cuadro anterior se calculó la corriente de diseño, por medio de la ecuación 7, utilizada anteriormente, con un factor de crecimiento del 20% se tiene:

Por capacidad

$$I_d = \frac{43,955.4VA * 1.2}{208V * \sqrt{3}} = 146.4A$$

Después se hizo el análisis por caída de tensión, con una distancia del panel de contadores hasta el tablero TSG-1 de 60 metros.

Por caída de tensión

$$A = \frac{In\sqrt{3}d}{K\Delta V} = \frac{146.4 * \sqrt{3} * 60}{57(0.02 * 208)} = 64.16mm^2$$

El caso crítico de este análisis es por caída de tensión, por lo que se hizo el diseño utilizando tres cables calibre # 2/0 THHN para las líneas vivas y un cable # 2/0 THHN para el neutro, el que de acuerdo a las tablas tienen un diámetro de 67.4 mm², tal como se indica en el diagrama unifilar del plano E-03 adjunto en el apéndice.

En este diseño, se consideró la necesidad de instalar una planta de emergencia, como respaldo únicamente al tablero de servicios generales TSG-1, para ello se tomaron en cuenta los cálculos ya realizados, donde se puede apreciar que la suma de carga instalada se aproxima a los 44 KVA, por lo que se diseñó e instaló una planta de emergencia de 50 KVA, porque es una planta que sí se encuentra en el mercado.

Para el cálculo de los alimentadores de la planta de emergencia, también se utilizaron los cálculos anteriores, por lo que se cableó con conductores calibre 2/0 para las líneas vivas y un cable 2/0 para el neutro, tal como aparece en el diagrama unifilar del plano E-03 adjunto en el apéndice.

Figura 8. Planta de emergencia, transferencia y tablero TSG-1



Fuente: Fotos tomadas en el parque industrial Unisur

5. ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Para la elaboración del presupuesto de este proyecto, se consideraron tres aspectos: el cálculo de costo de materiales, el de mano de obra y el de gastos generados por la supervisión del proyecto.

5.1 Cálculo del costo de materiales

Para el recuento de materiales, basados en los diseños obtenidos, se realizó una cuantificación y luego se elaboró un listado de materiales. Al terminar los listados, se hicieron cotizaciones en por lo menos tres almacenes, para obtener precios de distintos proveedores, y luego se decidió el lugar de la compra de los materiales. El listado elaborado se da a continuación.

Tabla IX. Lista de materiales para la iluminación de las 11 oficinas

CANT	DESCRIPCIÓN	P. UNIT	IMPORTE
288	Tubos PVC de 3/4"	Q 5.64	Q 1,624.32
198	Vueltas PVC de 3/4"	Q 0.67	Q 132.66
422	Conectores PVC de 3/4"	Q 0.84	Q 354.48
510	Coplas PVC de 3/4"	Q 0.28	Q 142.80
535	Abrazaderas <i>hanger</i> de 3/4"	Q 1.31	Q 700.85
934	Clavos <i>hilty</i> con rosca de 1/4"	Q 1.80	Q 1,681.20
934	Fulminantes para concreto	Q 0.80	Q 747.20
934	Tuercas galvanizadas de 1/4"	Q 0.20	Q 186.80
175	Cajas octagonales semi pesadas	Q 4.42	Q 773.50
60	Cajas rectangulares galvanizadas	Q 4.41	Q 264.60
53	Interruptores sencillos, <i>bticino</i>	Q 8.42	Q 446.26
53	Placas <i>bticino</i> metal	Q 7.22	Q 382.66
128	Mts de cable TSJ de 2X14	Q 3.16	Q 404.48
22	Bases dobles para reflectores de intemperie	Q 77.52	Q 1,705.44
12	Rollos de cinta de aislar scotch 33 M	Q 16.01	Q 192.12
2361	Mts de cable THHN # 12	Q 1.49	Q 3,517.89
33	Plafoneras con bombilla	Q 5.23	Q 172.59
132	Lámparas fluorescentes de 4X40 W para empotrar	Q 250.80	Q 33,105.60
22	Lámparas fluorescentes de 2X40 W a prueba de polvo y humedad	Q 288.54	Q 6,347.88
TOTAL		Q	52,883.33

Fuente: Información obtenida de proveedores.

Tabla X. Lista de materiales para tomacorrientes de las 11 oficinas

CANT	DESCRIPCIÓN	P. UNIT	IMPORTE
341	Tubos PVC de 3/4"	Q 5.64	Q 1,923.24
352	Vueltas PVC de 3/4"	Q 0.67	Q 235.84
374	Conectores PVC de 3/4"	Q 0.84	Q 314.16
550	Coplas PVC de 3/4"	Q 0.28	Q 154.00
69	Tubos PVC de 1"	Q 8.03	Q 554.07
26	Vueltas PVC de 1"	Q 1.32	Q 34.32
26	Conectores PVC de 1"	Q 2.46	Q 63.96
110	Coplas PVC de 1"	Q 0.40	Q 44.00
1	Galón de pegamento tangit	Q 365.40	Q 365.40
170	Cajas rectangulares galvanizadas	Q 4.41	Q 749.70
270	Tomacorrientes polarizados bticino	Q 9.91	Q 2,675.70
134	Placas bticino	Q 7.22	Q 967.48
11	Tomacorrientes 240V, 50 A, para empotrar	Q 46.91	Q 516.01
11	Placas cromadas para tomas 240V	Q 8.63	Q 94.93
11	Cajas cuadradas de 4X4	Q 4.06	Q 44.66
4905	Mts de cable # 12 THHN	Q 1.49	Q 7,308.45
330	Mts de cable # 6 THHN	Q 6.23	Q 2,055.90
165	Mts de cable # 8 THHN	Q 3.83	Q 631.95
165	Mts de cable # 10 THHN	Q 2.45	Q 404.25
22	Rollos de cinta de aislar scotch	Q 16.01	Q 352.22
TOTAL		Q	19,490.24

Fuente: Información obtenida de proveedores.

Tabla XI. Lista de materiales para la iluminación exterior

CANT	DESCRIPCIÓN	P.UNIT	IMPORTE
20	Cajas tipo contador de agua	Q 25.00	Q 500.00
60	Tubos PVC de 2" X 6 mts	Q 31.51	Q 1,890.60
470	Tubos PVC de 1"	Q 8.03	Q 3,774.10
1	Galón de pegamento tangit	Q 365.40	Q 365.40
811	Mts de cable # 6 THHN	Q 6.23	Q 5,052.53
1233	Mts de cable # 10 THHN	Q 2.45	Q 3,020.85
1422	Mts de cable # 12 THHN	Q 1.49	Q 2,118.78
12	Rollos de cinta de aislar 33 M	Q 16.01	Q 192.12
8	Rollos de cinta de aislar 23 M	Q 53.92	Q 431.36
24	Lámparas tipo <i>parking</i> , 400 W, 208V G.E.	Q 2,488.50	Q 59,724.00
17	Postes metálicos de 4"X4"X30'	Q 2,800.00	Q 47,600.00
9	Foto celdas para luminarias NSW 208V	Q 237.00	Q 2,133.00
1	<i>Timer</i>	Q 450.00	Q 450.00
1	Contactador magnético en caja para 60 A, 240V	Q 1,100.00	Q 1,100.00
TOTAL		Q	128,352.74

Fuente: Información obtenida por proveedores

Tabla XII. Lista de materiales para la iluminación y fuerza de las 11 bodegas

CANT	DESCRIPCIÓN	P.UNIT	IMPORTE
88	Tubos PVC de 1"	Q 8.03	Q 706.64
901	Tubos PVC de 3/4"	Q 5.64	Q 5,081.64
40	Vueltas PVC de 1"	Q 1.32	Q 52.80
174	Vueltas PVC de 3/4"	Q 0.67	Q 116.58
6	Cuartos de tangit	Q 106.00	Q 636.00
26	Conectores ducton de 1"	Q 2.46	Q 63.96
572	Conectores PVC de 3/4"	Q 0.84	Q 480.48
139	Coplas PVC de 1"	Q 0.40	Q 55.60
1714	Coplas PVC de 3/4"	Q 0.28	Q 479.92
168	Abrazaderas <i>hangler</i> de 1"	Q 1.34	Q 225.12
1730	Abrazaderas <i>hangler</i> de 3/4"	Q 1.31	Q 2,266.30
1860	Tornillos 1"X1/4", más tuerca y washa de 1/4"	Q 0.55	Q 1,023.00
180	Cajas octagonales con tapadera	Q 5.28	Q 950.40
14	Cajas de 5X5 con tapadera	Q 5.78	Q 80.92
440	Tarugos con tornillos para madera	Q 1.50	Q 660.00
7319	Mts de cable # 10 THHN	Q 2.45	Q 17,931.55
110	Cajas rectangulares galvanizadas	Q 4.41	Q 485.10
11	Interruptores de 1 polo, águila	Q 5.38	Q 59.18
11	Interruptores de 2 polos, águila	Q 27.06	Q 297.66
81	Tomacorrientes duplex polarizados 120V, águila	Q 3.46	Q 280.26
103	Placas galvanizadas para tomacorriente doble	Q 8.42	Q 867.26
6193	Mts de cable # 12 THHN	Q 1.49	Q 9,227.57
33	Cintas de aislar 33M	Q 16.01	Q 528.33
130	Mts de cable TSJ de 3X14	Q 4.42	Q 574.60
148	Conectores BX rectos de 3/8"	Q 1.81	Q 267.88
38	Lámparas H. Bay 400W, MH 208V G.E.	Q 1,120.00	Q 42,560.00
33	Lámparas H. Bay 400W, MH 208V G.E. con bulbo auxiliar	Q 1,596.00	Q 52,668.00
11	Lámparas fluorescentes a prueba de polvo y humedad de 2X75W	Q 595.00	Q 6,545.00
22	Lámparas de extension, 500W, halogenas, 120V	Q 1,121.80	Q 24,679.60
		TOTAL	Q 169,851.35

Fuente: Información obtenida por proveedores.

Tabla XIII. Lista de materiales utilizados para la red primaria y secundaria

CANT	DESCRIPCIÓN	P.UNIT	IMPORTE
560	Tubos conduit galvanizados de 4"X3 mts	Q 304.08	Q 170,284.80
8	Vueltas conduit galvanizadas de 4"	Q 244.96	Q 1,959.68
103	Coplas conduit galvanizadas de 4"	Q 82.86	Q 8,534.58
8	Niples bushing de 4"	Q 36.98	Q 295.84
204	Tubos PVC de 4"X6 mts	Q 113.23	Q 23,098.92
6	Vueltas PVC de 4"	Q 153.24	Q 919.44
4	Tubos PVC de 2 1/2"X 6 mts	Q 46.21	Q 184.84
152	Tubos PVC de 2"X6 mts	Q 31.51	Q 4,789.52
30	Vueltas PVC de 2"	Q 44.12	Q 1,323.60
1	Vuelta PVC de 2 1/2"	Q 60.00	Q 60.00
25	Galones de pegamento tangit	Q 365.40	Q 9,135.00
30	Adaptadores PVC macho de 2"	Q 6.00	Q 180.00
30	Bushings de 2"	Q 4.16	Q 124.80
2939	Mts de cable # 2 THHN	Q 14.60	Q 42,909.40
2052	Mts de cable # 4 THHN	Q 8.87	Q 18,201.24
324	Mts de cable # 6 THHN	Q 6.05	Q 1,960.20
86	Mts de cable # 8 THHN	Q 3.83	Q 329.38
113	Mts de cable # 350 MCM	Q 70.77	Q 7,997.01
38	Mts de cable # 250 MCM	Q 54.00	Q 2,052.00
953	Mts de cable # 2/0	Q 29.43	Q 28,046.79
1	Panel múltiple de contadores 120/208V con 11 sockets para contadores clase 200, barras de 1,000 A y un principal de 800A.	Q 29,865.00	Q 29,865.00
1	Transformador <i>Pad Mount</i> de 225 KVA, <i>loop feed</i> , 13.200/208-120V	Q 43,081.00	Q 43,081.00
15	Rollos de cinta <i>scotch</i> 33 M	Q 16.05	Q 240.75
10	Rollos de cinta <i>scotch</i> 23 M	Q 53.92	Q 539.20
12	Tableros de 30 polo 3F,120/208V y barras de 125A y flipones	Q 2,300.00	Q 27,600.00
		TOTAL	Q 423,712.99

Fuente: Información obtenida por proveedores.

De los listados de materiales, con sus respectivos precios, se obtuvo la cifra total de gastos generados por la compra de los mismos, la que se resume a continuación.

Materiales utilizados en la iluminación de las 11 oficinas	Q 52,883.33
Materiales utilizados en tomacorrientes de las 11 oficinas	Q 19,490.24
Materiales para iluminación y fuerza de las 11 bodegas	Q 169,851.35
Materiales para la iluminación exterior del parque industrial	Q 128,352.74
Materiales para la red primaria y secundaria	Q 423,712.99
TOTAL DE MATERIALES	Q 794,290.65

15% IMPREVISTOS	Q 119,143.60
10% UTILIDADES	<u>Q 79,429.06</u>
SUB TOTAL	Q 992,863.30

5.2 Costo de mano de obra

Para el cálculo de la mano de obra, las actividades se desglosaron en varios puntos, dándoles un precio a cada uno de ellos, lo que se describe a continuación:

Canalización primaria con tubo HG y PVC de 4"	Q 11,824.00
Canalización para la iluminación exterior, tubos PVC de 2" y 1"	Q 2,552.00
Instalación del transformador y panel de contadores	Q 4,000.00
Instalación de la planta de emergencia, transferencia y tab. TSG-1	Q 2,000.00
Alambrado, instalación de 19 postes y conexión de lámparas ext.	Q11,070.00
Embornado de 11 tableros de oficinas y entradas de PVC de 4" a cada bodega, previendo la instalación de <i>Pad Monts</i> futuros	Q 2,370.00
Canalización, cableado y emplacado de 70 tomas 110V en sector B	Q 4,200.00
Canalización, cableado y emplacado de 5 tomas 220V en sector B	Q 500.00
Canalización y cableado de 95 salidas de iluminación en of. Sec. B	Q5,700.00
Instalación de 5 tableros de oficinas del sector B	Q 750.00
Canalización, cableado y emplacado de 84 tomas 110V en sector A	Q5,040.00
Canalización, cableado y emplacado de 6 tomas 220V en sector A	Q 600.00
Canalización y cableado de 114 salidas de iluminación en of. Sec. A	Q5,700.00
Instalación de 6 tableros de oficinas del sector A	Q 900.00
Canalización, alambrado e instalación de 48 lamp. en sector B	Q12,000.00
Canalización, alambrado y emplacado de 35 tomas 110V en sec. B	Q 8,750.00
Canalización, alambrado e instalación de 50 lamp. en sector A	Q12,500.00
Canalización, alambrado y emplacado de 42 tomas 110V en sec. A	Q10,500.00

Cableado de 11 alimentadores para cada bodega	Q 4,400.00
Cableado del alimentador del tablero TSG-1	<u>Q 300.00</u>
TOTAL DE MANO DE OBRA	Q 105,656.00
15% IMPREVISTOS	Q 15,848.40
10% UTILIDADES	<u>Q 10,565.60</u>
SUB TOTAL	Q 132,070.00

5.3 Supervisión

Para este proyecto, se estimaron gastos que se generaron por la supervisión a lo largo de la ejecución del mismo, estos gastos se desglosan a continuación:

Gastos por consumo de combustible en visitas al proyecto	Q 10,500.00
Gastos por las horas de supervisión al proyecto	<u>Q 21,000.00</u>
SUB TOTAL	Q 31,500.00

5.4 Costo total del proyecto

Con los resultados obtenidos anteriormente, se calculó el costo total del proyecto. Como se pudo observar, al costo total de materiales se le calculó el 15% para imprevistos y el 10% de utilidades, de igual manera se hicieron los cálculos sobre los costos de mano de obra. Haciendo una suma de los subtotales se tiene el gran total del proyecto:

Materiales	Q 992,863.30
Mano de obra	Q 132,070.00
Supervisión	<u>Q 31,500.00</u>
GRAN TOTAL	Q1,156, 433.30

6. ELABORACIÓN DEL CRONOGRAMA

Para poder elaborar el cronograma de actividades se tuvo que realizar una reunión con el ingeniero encargado de la obra civil, con el propósito de coordinar las actividades civiles con las actividades eléctricas, puesto que ambas, en este tipo de proyecto van estrechamente ligadas.

Después de haber coordinado las actividades con el personal de la obra civil, se pudo contar con los datos necesarios para saber la secuencia de actividades a seguir, y de esta manera, se pudo elaborar el cronograma de actividades.

A continuación se presenta el cronograma de actividades que se desarrolló en la ejecución de este proyecto.

Tabla XIV. Cronograma de actividades

DESCRIPCION DE LA TAREA	DURACION DE LA ACTIVIDAD																											
	JULIO 2,005				AGOSTO 2,005				SEPT 2,005				OCTUBRE 2,005				NOV 2,005				DICIEMBRE 2,005				ENERO 2,006			
	1 S	2 S	3 S	4 S	1 S	2 S	3 S	4 S	1 S	2 S	3 S	4 S	1 S	2 S	3 S	4 S	1 S	2 S	3 S	4 S	1 S	2 S	3 S	4 S	1 S	2 S	3 S	4 S
Entubado eléctrico para la iluminación y tomacorrientes en oficinas del sector A	■	■	■	■																								
Cableado eléctrico de iluminación y tomacorrientes en oficinas del sector A				■	■																							
Entubado eléctrico para la iluminación y tomacorrientes en bodegas del sector A					■	■	■																					
Cableado eléctrico de iluminación y tomacorrientes en bodegas del sector A								■	■																			
Entubado eléctrico para la iluminación y tomacorrientes en oficinas del sector B									■	■	■																	
Cableado eléctrico de iluminación y tomacorrientes en oficinas del sector B												■	■															
Entubado eléctrico para la iluminación y tomacorrientes en bodegas del sector B													■	■	■													
Cableado eléctrico de iluminación y tomacorrientes en bodegas del sector B															■	■												
Canalización primaria y secundaria de alimentadores													■	■	■													
Cableado de alimentadores de oficinas sector A																■												
Cableado de alimentadores de oficinas sector B																	■											
Entubado para la iluminación perimetral																		■	■									
Cableado para la iluminación perimetral																			■									
Embornado de tableros de oficinas sector A																				■								
Embornado de tableros de oficinas sector B																					■							
Instalación y conexión del panel múltiple de contadores																						■						
Entubado y cableado del tablero de servicios generales TG1																						■						
Emplacado de tomacorrientes e instalación de lámparas en sector A																							■	■				
Emplacado de tomacorrientes e instalación de lámparas en sector B																								■	■	■		
Colocación de postes y lámparas de calle																									■	■		
Cableado de la red primaria, instalación y conexión del transformador de 225 KVA																										■	■	

Fuente: Elaborado en campo, de acuerdo con el avance de la obra civil

CONCLUSIONES

1. Se pudo apreciar, durante el desarrollo de este proyecto, que llevando a cabo un trabajo bien planificado, tomando las consideraciones técnicas adecuadas en los diseños, realizando una supervisión profesional, por un Ing. Electricista, sobre el control de las actividades del personal operativo, se logró terminar con éxito el proyecto PARQUE INDUSTRIAL UNISUR.
2. La red primaria en anillo que se diseñó, ha cumplido con las expectativas que se tenían, puesto que actualmente ya hay clientes en algunas bodegas que han necesitado utilizar la red primaria, para instalar transformadores del tipo *Pad Mout*, con la capacidad para suministrar la potencia eléctrica necesaria para realizar sus labores.
3. Para el diseño de estas instalaciones industriales, se tomaron en cuenta varios arreglos para reobtener un alto grado de confiabilidad del servicio. Se tuvo cuidado de maximizar los recursos económicos con que se contaba, sin poner en riesgo los aspectos de seguridad en el diseño.

RECOMENDACIONES

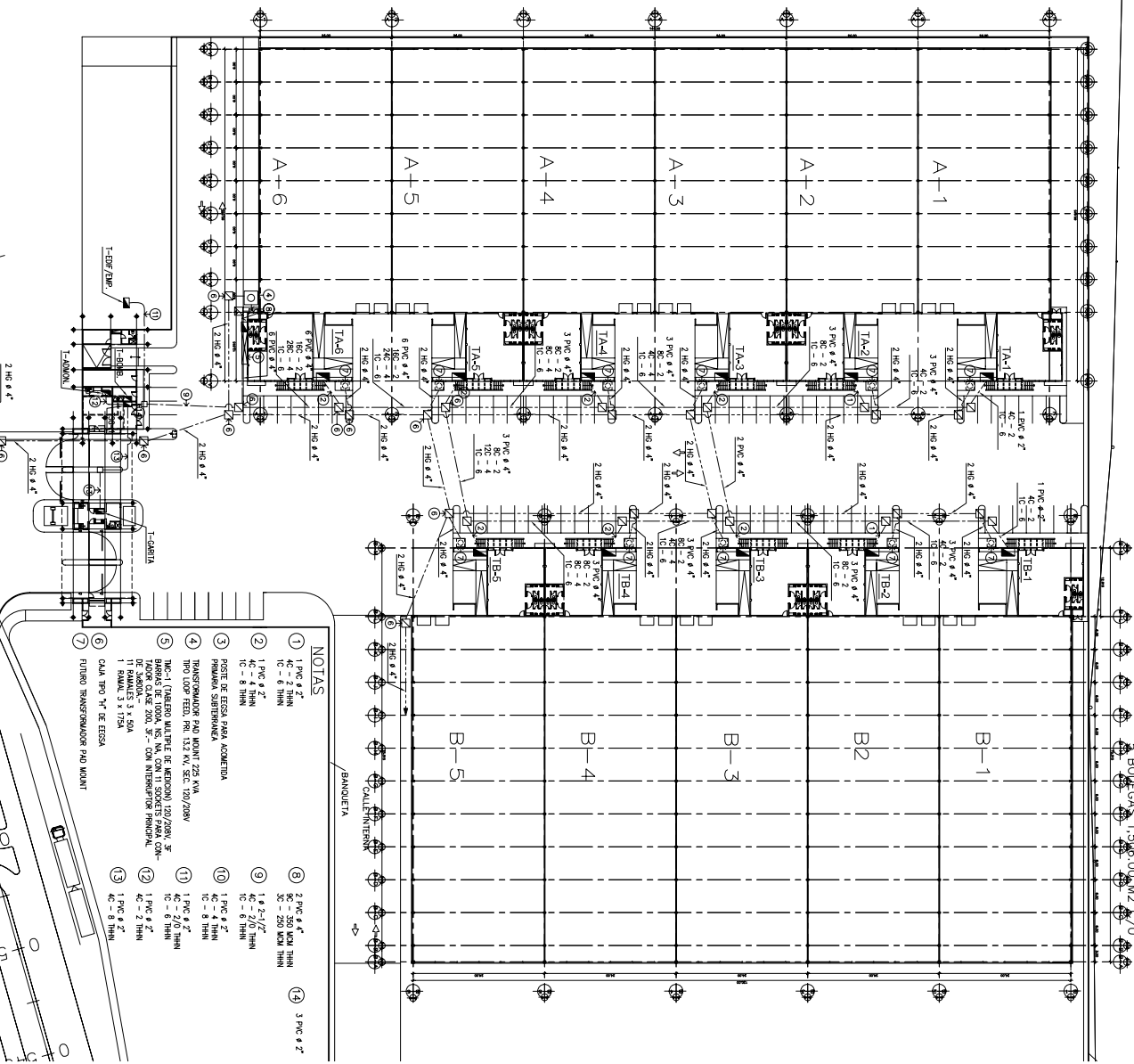
1. Siempre que se tenga que realizar un proyecto eléctrico, es necesario contar con el apoyo y soporte técnico de personal que se encuentre capacitado para hacerlo, como en este caso y evitar así, poner en riesgo equipos o elementos que son de mucho valor.
2. Se recomienda al personal que se quedará a cargo de la administración del parque industrial UNISUR, programar mantenimientos periódicos para los equipos eléctricos, estos son: el transformador *Pad Mount*, la planta de emergencia y todos aquellos elementos necesarios, para garantizar un servicio continuo en el parque industrial; ésto ayudará a reducir los costos por averías en los equipos, optimizar la producción y maximizar la vida útil de los equipos.
3. Se le recomienda al personal de cada una de las bodegas, tomar en cuenta la capacidad que tienen las instalaciones eléctricas actuales, para no ponerlas en riesgo y la seguridad de sus equipos. Si la demanda de sus equipos excede la capacidad de las instalaciones, se les recomienda la asesoría de un ingeniero electricista, para poder ampliar la capacidad eléctrica, utilizando la red primaria existente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boylestad, Robert L. **Análisis introductorio de circuitos**. Editorial Prentice Hall hispanoamericana S.A., México, 8ª ed. 1998.
2. Serway, Raymond A. **Física**. Editorial McGraw-Hill interamericana, México, 2ª ed. (Tomo I), 1994.
3. Koenigsberger, R. **Instalaciones Eléctricas 1**. Tesis Ing. Eléctrica. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2ª ed. 1982.
4. Martín José Raúl. **Diseño de subestaciones eléctricas**. Editorial McGraw-Hill interamericana, México, 2ª ed. 1992.
5. Zoppeti Judez G. **Estaciones Transformadoras y de Distribución**. Editorial G. Gili, México, s.e. 1981.
6. Mason C. Rusell. **El Arte y la Ciencia de la Protección por Relevadores**. Editorial Continental, S.A., s.l., s.e. 1972.
7. Viqueira Landa J. **Redes Eléctricas**. Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería, Vol. I y II, México D.F., s.e. 1982.
8. Robin, Stephen. **Administración, Teoría y Práctica**. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., México, 4ª ed. 1994.
9. Harper, Enrique. **El ABC de las Instalaciones Eléctricas**. Editorial Limusa, S.A., México, s.e. 2,002.
10. Empresa Eléctrica de Guatemala. **Normas para acometidas de servicio eléctrico**. 12ª ed. Guatemala: s.e. 1998.

APÉNDICE

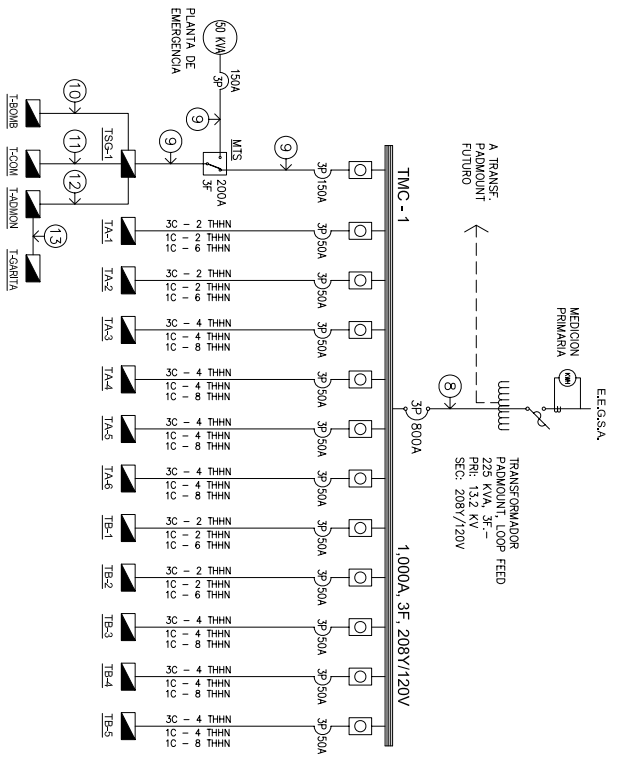
Se incluyen a este informe final, los planos que fueron diseñados en base a los cálculos realizados, los cuales posteriormente fueron ejecutados en la construcción del parque industrial UNISUR.



- NOTAS**
- 1 1 PNC 8 2'
 - 2 1 PNC 8 2'
 - 3 4C - 8 THHN
IC - 8 THHN
 - 4 1 PNC 8 2'
 - 5 1 PNC 8 2'
 - 6 1 PNC 8 2'
 - 7 4C - 8 THHN
IC - 8 THHN
 - 8 2 PNC 8 4'
1.9 2'-1/2"
4C - 2/0 THHN
IC - 8 THHN
 - 9 1 PNC 8 2'
 - 10 4C - 8 THHN
IC - 8 THHN
 - 11 1 PNC 8 2'
 - 12 4C - 2 THHN
IC - 8 THHN
 - 13 4C - 8 THHN
IC - 8 THHN

PLANTA CANALIZACION PRIMARIA Y SECUNDARIA DE ELECTRICIDAD

DIAGRAMA UNIFILAR



NOMENCLATURA	
<input type="checkbox"/>	TUBERIA PARA DISTRIBUCION PRIMARIA
<input type="checkbox"/>	TUBERIA PARA DISTRIBUCION SECUNDARIA
<input checked="" type="checkbox"/>	CAJAS DE RESISTOR TIPO "W" DE EESSA
<input type="checkbox"/>	TRANSFORMADOR TIPO PADMOUNT, 225 KVA
<input type="checkbox"/>	FUTURO TRANSFORMADOR
<input type="checkbox"/>	TABLERO MULTIPLE DE CONTROL
<input type="checkbox"/>	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS

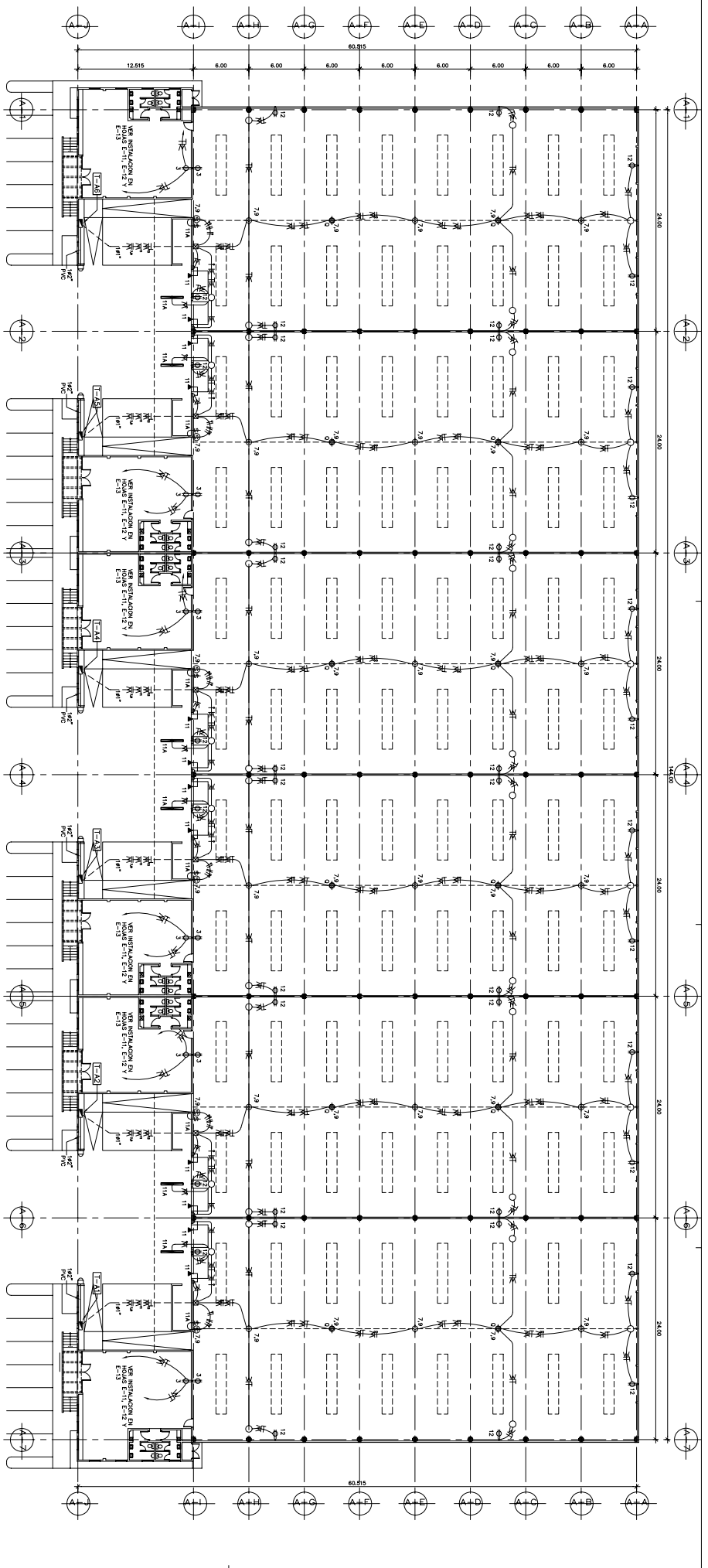
SALNARS & DIAZ UNISUR

CANALIZACION PRIMARIA Y SECUNDARIA DE ELECTRICIDAD Y DIAGRAMA UNIFILAR

MODIFICACIONES
19 ABRIL 2005
10 MAYO 2005

Via. No.	FECHA	19 04 2005
DIBUJOS MENCIONES & GARCIA	ESCALA	8/11 ESCALA

E-03



PLANTA DE: ELECTRICIDAD BODEGAS SECTOR 'A'

ESCALA: 1:200

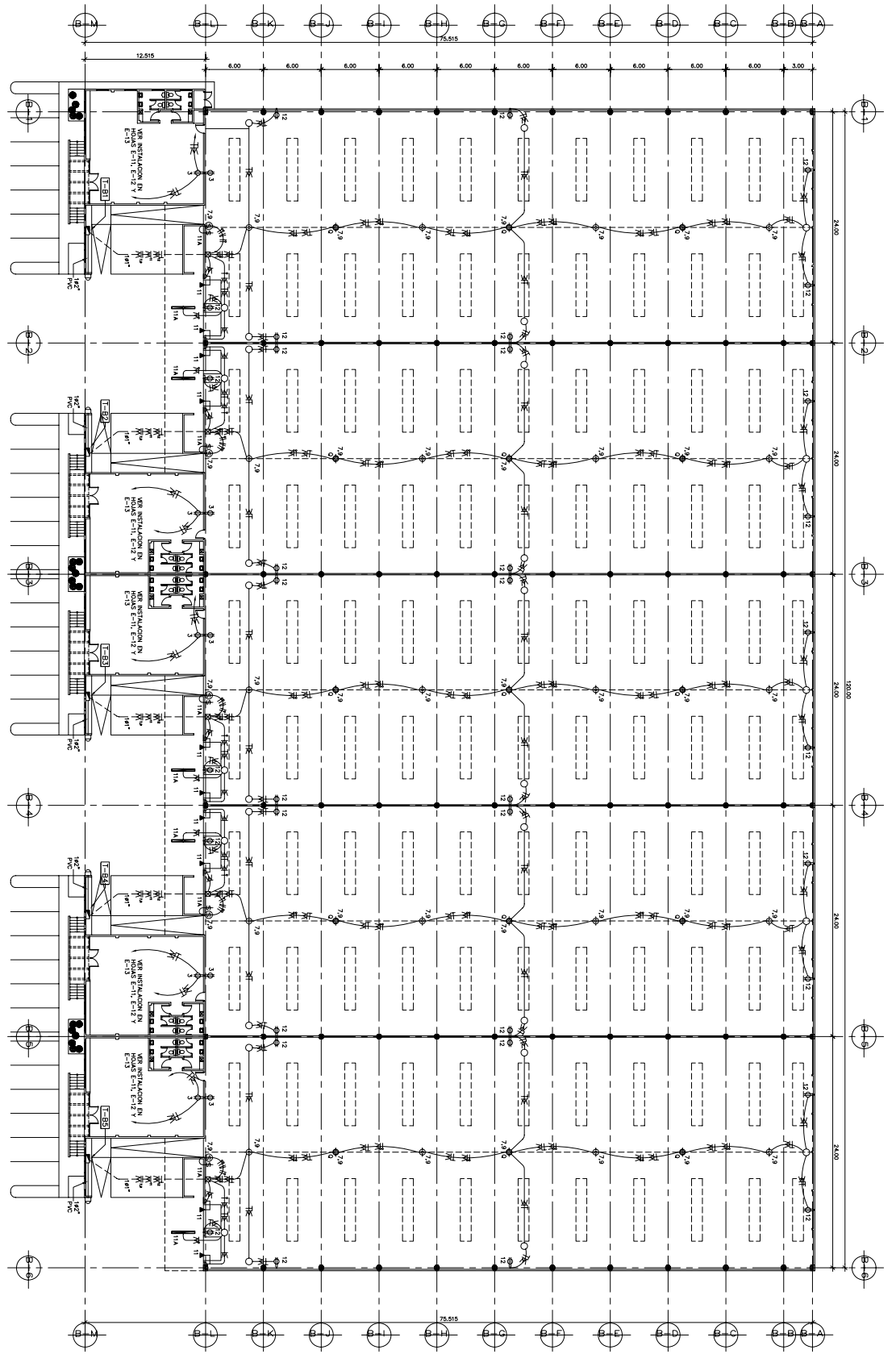
NOMENCLATURA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
⊕	LAMPARA METAL. INALDE DE 40W, 220V, EQUIPADA CON BARRIO DE C.A.T. OSMONDUZADO
⊖	LAMPARA METAL. INALDE DE 40W, 220V, C.A.T. OSMONDUZADO
⊙	OPORTUNA CON REFLECTOR PRESINTO MARCA DE C.A.T. OSMONDUZADO
⊚	LAMPARA PUNTOCOTE (CASA)
⊛	LAMPARA PUNTOCOTE (CASA)
⊜	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
⊝	PERFORACION PARA INSTALAR LAMPARA DE EXTENSION 3000 PARA AREA DE CADA 1 PERFORACION MARCA REC./PRODUCTOS INC. C.A.T. REC-40
⊞	INTERRUPTOR SIMPLE 150V. ALTIMA 120 MTS. 500/1 CON RALTO
⊟	TUBERIA PVC PARA USO EN ELECTRICIDAD (PVC) 4x1/2" O MEDIDO CONDUCCION EN CIELO
⊠	TUBERIA PVC PARA USO EN ELECTRICIDAD (PVC) 4x1/2" O MEDIDO CONDUCCION EN PARED O PISO
⊡	RESERVOIRIO DE 5'30" EN CIELO

NOTAS:

- TUB. LA TUBERIA CONDUCCION EN CIELO O PARED SERA PVC
- TUB. LA TUBERIA EN SERVIDOS Y ENTREGAS SERAN 1/2" PVC
- 4 3/4" SALVO INDICACION CONTRARIA.
- CADA RECTANGULO REPRESENTA DE UNA PIZA PERSONA.
- SOMEROS O EN CANALIZACION EXTERNA, DEBE DEBERA SER 1/4" EN PISO
- EN PISO EN CIELO
- VER SIMBOLOS EN ESTE HOJA.

1		26-01-05	REVISION DE ELECTRICIDAD
2		05-01-05	REVISION DE ELECTRICIDAD POR CAMBIO DE ADMINISTRACION
3		05-01-05	REVISION DE ELECTRICIDAD
PROYECTO: PARQUE INDUSTRIAL UNISUR			
DIRECCION: ELECTRICIDAD		SALNARS & DIAZ	
PLANO DE: PLANTA SECTOR A		ESCALA: SIN ESCALA	
PROYECTADO: PLANIFICADOR		FECHA: MAYO 2004	
		HOJA: /	
		DISEÑADOR: /	



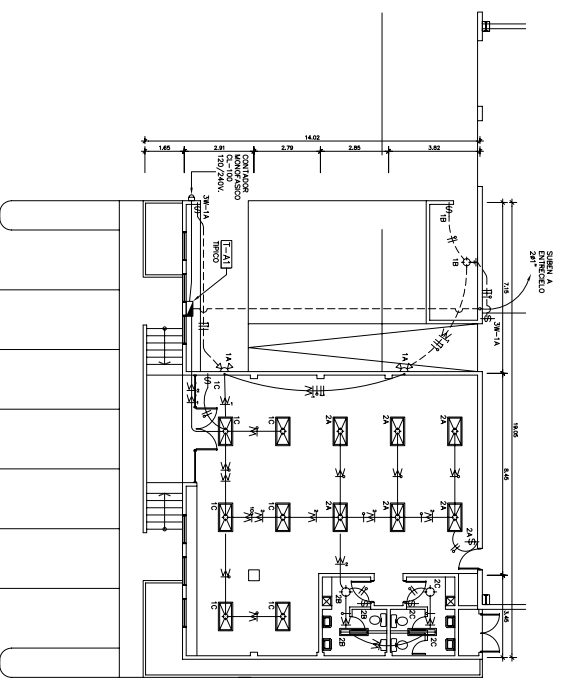
PLANTA DE: ELECTRICIDAD BODEGAS SECTOR 'B'

ESCALA 1:200

DIRECCION		PARQUE INDUSTRIAL		SALNANS & DIAZ	
PLANO DE		ELECTRICIDAD		ESCALA:	
PLANTA SECTOR B				SIN ESCALA	
PROYECTADO		PLANTADOR		FECH: MAYO 2004	
				HOJA	
				/	

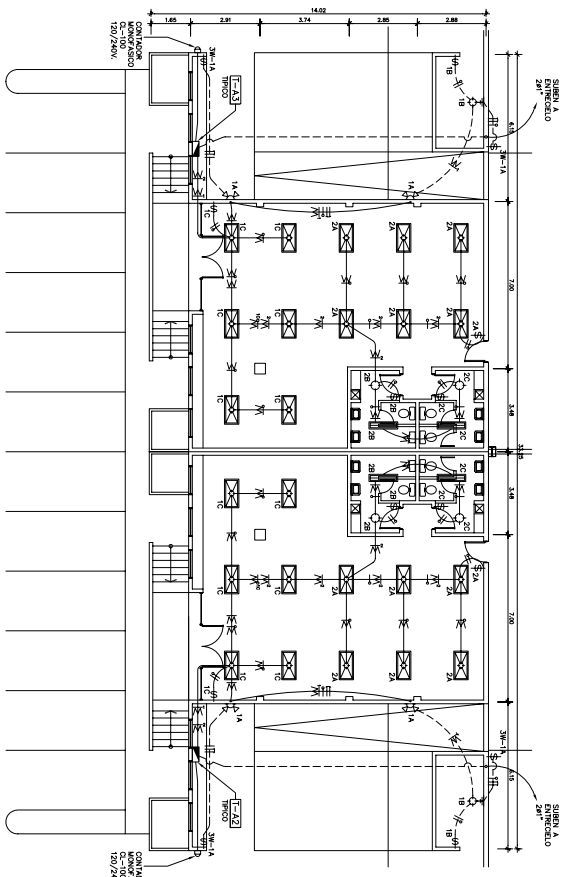
- NOTAS:
- TUBERIA, TUBERIA CONDUCCION EN CUBO O PARAL SIEMPRE
 - 3/2" SALVO INDICACION CONTRARIA.
 - TUBIA LA TUBERIA EN SERRAS Y ENTERRADO SEMBI TIPO PVC
 - CADA REINFORZADA METALICA DE UNA PEZA PESADA.
 - CADA ORTOPAL METALICA DE UNA PEZA PESADA.
 - HUBEROS O EN CALZADIZOS ENTERRADO QUE TIENEN SER TIPO
 - PARA CABLES DE CONDUCCIONES REFERIRSE A PLANILLA DE TUBERIO
 - VEN SIMBOLOGIA EN ESTA HOJA.

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
⊕	LAMPARA METAL. HALOJE DE 800W 240V. EQUIPADA CON BULBO DE CAT. CROMOCROMATIZADA
⊕	LAMPARA METAL. HALOJE DE 800W 240V. EQUIPADA CON BULBO PRESISTENTE MARCA GE. CAT. CROMOCROMATIZADA.
⊕	LAMPARA DE TUBO Y TUBO (2x8W)
⊕	ALAMBRE DE CABLE Y TUBO
⊕	HALOJE DE DISTRIBUCION ELECTRICA
⊕	INDICACION PARA INSTALAR LAMPARA DE ENTERRADO 30CM PARA ANCHO DE CARRIL Y 100CM PARA ANCHO DE CARRIL. MARCA: BZ/PROSISTO INC. CAT. CROMOCROMATIZADA.
⊕	INTERRUPTOR SIMPLE 150V. ALTIMA 1.20 HRS. SP/7 CON RUCIO CONDUCCION EN CUBO
⊕	TUBERIA PVC PARA USO EN ELECTRICIDAD (PVC) 44/4" O INDICADO CONDUCCION EN CUBO
⊕	TUBERIA PVC PARA USO EN ELECTRICIDAD (PVC) 44/4" O INDICADO CONDUCCION EN PARED O RISO
⊕	REGISTRO DE 5"2" EN CUBO



PLANTA OFICINA TIPO 1 DE: ILUMINACION

ESCALA: 1:100



PLANTA OFICINA TIPO 2 DE: ILUMINACION

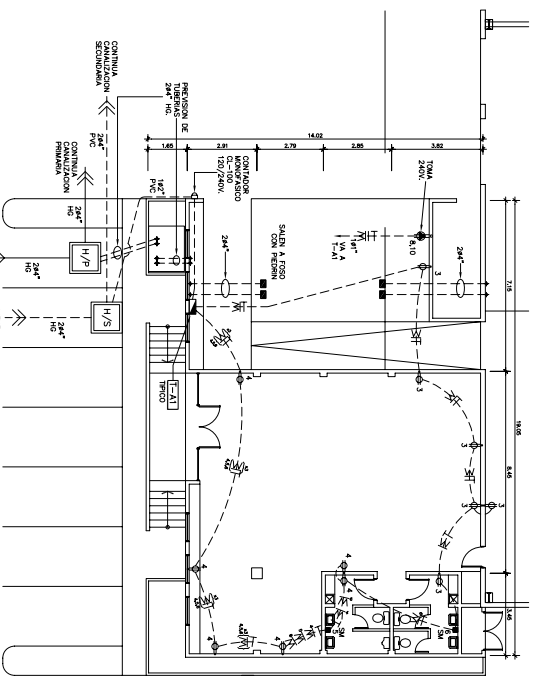
ESCALA: 1:100

SIMBOLOGIA	
[Symbol]	TABLERO DE DISTRIBUCION ELECTRICA
[Symbol]	LAMPARA EN CIELO
[Symbol]	REFLECTOR DOBLE EN PARED
[Symbol]	CONTADOR MONOFASICO CL-100 120/240V.
[Symbol]	LAMPARA FLUORESCENTE 2x4', 4x40W DE SAMPSON EN CIELO PARED.
[Symbol]	LAMPARA FLUORESCENTE 2x30W. A PRESION DE VACIO 1 PARADISO
[Symbol]	DOTO CONOCIDO EN USA 4 1/2"
[Symbol]	DOTO EN ESTILO DE ANZO O DENTRO DE BARRO 4 1/2" O INDIACO
[Symbol]	CONDUCTOR NEGATIVO, COLOR NEGRO, CABLES THHN 12 O INDIACO.
[Symbol]	CONDUCTOR VIVO, COLOR ROJO, NEGRO O AZUL. CABLES THHN 12 O INDIACO.
[Symbol]	CONDUCTOR NEUTRO, COLOR VERDE . CABLES THHN 12 O INDIACO.
[Symbol]	CONDUCTOR TIPO, COLOR AMARILLO, CABLES THHN 12 O INDIACO.
[Symbol]	CONDUCTOR SINTE, COLOR AMARILLO, CABLES THHN 12 O INDIACO.
[Symbol]	INDICA INTERUPCION SIMPLE 120V. ALTURA 1.20 MTS. 3M/7'
[Symbol]	INDICA INTERUPCION DOBLE 120V. ALTURA 1.20 MTS. 3M/7'
[Symbol]	INDICA INTERUPCION SIMPLE DE 3 VAS. ALTURA 1.20 MTS. 3M/7'
[Symbol]	INDICA INTERUPCION DOBLE DE 3 VAS. ALTURA 1.20 MTS. 3M/7'
[Symbol]	INDICA INTERUPCION DOBLE 120 V. A 1.20 MTS. 3M/7'. PUNTO DE MANTENIMIENTO
[Symbol]	TORNACONTE 240V., 1x, 50A
[Symbol]	TORNACONTE 240V., 1x, 50A
[Symbol]	INDICA ESCALAMOS A 1.20 M. 3M/7'.

NOTAS:

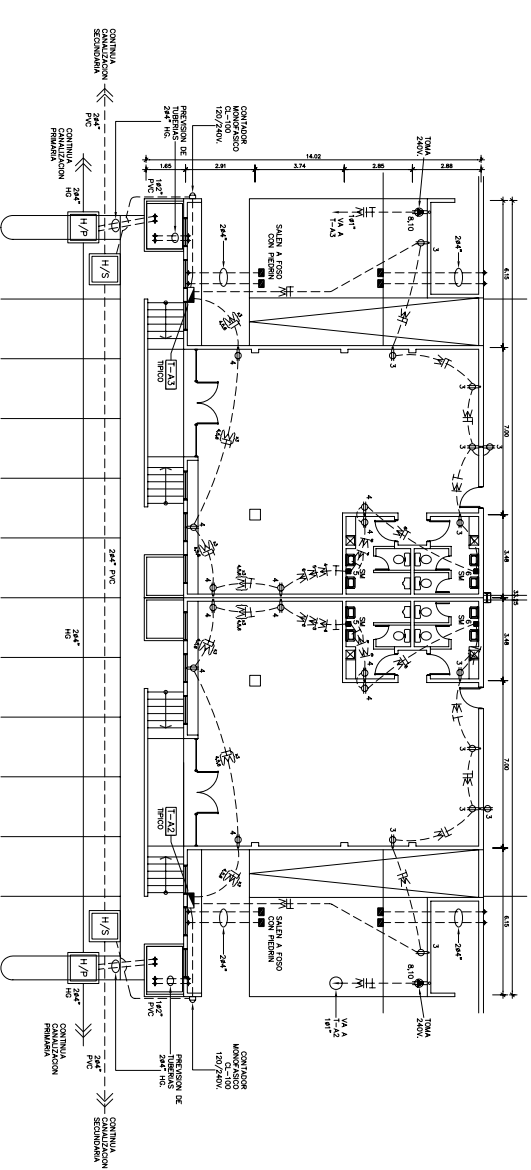
- TODA LA TUBERIA CONDUCTIVA EN LOSA O PARED SINVA P/DC
- TODA LA TUBERIA EN SERRAS Y ENTERROS SINVA TIPO P/DC
- # 3/4" SALVO INDICACION CONTRARIA.
- CADA RECTANGULO REPRESENTA DE UNA PIEZA PERSONA.
- CADA CIRCULO REPRESENTA DE UNA PIEZA PERSONA.
- CADA LINEA DE CABLEADO SINVA TIPO, DENTRO EN AMBIENTES
- PUNTO DE MANTENIMIENTO DEBEN SER TIPO EN PARED O EN CIELO
- VER SIMBOLOGIA EN ESTIA NOVA.

PROYECTO:	PARQUE INDUSTRIAL UNSUR	DIRECCION:	SALNARS & DIAZ
FECHA:	MAIYO 2004	ESCALA:	SIN ESCALA
PROYECTANTE:	PLUMBEROS	HOJA:	E-11
EDITOR:			/



PLANTA OFICINA TIPO 1

ESCALA: 1:100



PLANTA OFICINA TIPO 2 DE: FUERZA

ESCALA: 1:100

SIMBOLOGIA

	ALBANO DE DISTRIBUCION ELECTRICA
	LAMPARA EN CIELO
	REFLECTOR DOBLE EN PARED
	REFLECTOR MONOFASICO G-100 120V/240V
	LAMPARA FLUORESCENTE 2'x4', 4x4'x6' DE EMPUJON EN CIELO PALEO.
	LAMPARA FLUORESCENTE 2'x4W A PRESION DE VAPORES EN CIELO PALEO
	PIRTO COMPOUNDO EN USAR 45/4"
	PIRTO EN ESTILO DE ASES O DENTRO DE BARRO 45/4" O INCLINADO
	CONDUCTOR NEUTRAL, COLOR BLANCO.
	CABLES TIPO 12 O INCLINADO.
	CONDUCTOR VIVO, COLOR ROJO, NEGRO O AZUL.
	CABLES TIPO 12 O INCLINADO.
	CONDUCTOR TIPOAL, COLOR VERDE.
	CABLES TIPO 12 O INCLINADO.
	CONDUCTOR TIPOAL, COLOR AMARILLO.
	CONDUCTOR TIPOAL, COLOR AMARILLO.
	CONDUCTOR TIPOAL, COLOR AMARILLO.
	CABLES TIPO 12 O INCLINADO.
	INDICA INTERFERENCIA SIMPLE 120V.
	INDICA INTERFERENCIA DOBLE 120V.
	ALTEZA 1.20 MTS. SWP/7.
	INDICA INTERFERENCIA SIMPLE DE 3 VAS.
	ALTEZA 1.20 MTS. SWP/7.
	INDICA INTERFERENCIA DOBLE 120V Y 1.50 MTS. SWP/7.
	ALTEZA 1.50 MTS. SWP/7.
	INDICA INTERFERENCIA DOBLE 120V Y 1.50 MTS. SWP/7.
	ALTEZA 1.50 MTS. SWP/7.
	TUCCAMENTO 240V, 14, 50A
	INDICA EQUIVALENTO
	A 120 V. SWP/7.

NOTAS:

- TODA LA TIERRA CONDUCTA EN LOS O PARED SIN PVC
- TODA LA TIERRA EN CABLES Y ENTREGAS SIN PVC
- 3/4" SALVO INDICACION CONTRARIA.
- CADA RECTANGULO METALICO DE UNA PEZA PERSONA.
- CADA CORTADOR METALICO DE UNA PEZA PERSONA.
- CABLES NO SE INDICAN EN CABLEADO SIN TIPO, EXCEPTO EN AMBIENTES
- PASADIZOS Y CONDUCTOS DE SERVICIO Y CABLEADO EN TUBOS
- EN HOJA E-22.
- VER SIMBOLOGIA EN ESTA HOJA.

DIRECCION:		ESCALA:
PARQUE INDUSTRIAL UNISUR		SIN ESCALA
PLANO DE FUERZA PLANTA		FECHA:
OFICINAS TIPO 1 Y 2		MAYO 2004
PROYECTISTA:	PLANIFICADOR:	VER
		YTO
		✓