

Participación profesional

Como en todo proyecto, lo primero que tuve que hacer fue un listado con las necesidades básicas y requerimientos previamente establecidos tanto por el proyecto arquitectónico como por los equipos a instalar. Para el diseño de la instalación eléctrica fue crucial el tener a la mano una copia de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005 Instalaciones Eléctricas (utilización) en la cual se deben basar todas las proyecciones de instalaciones que se ejecuten dentro del territorio nacional; Además, el tener que especificar las características de los equipos para la creación tanto de los *generadores* como del *presupuesto* me hizo aplicar la parte de costos y precios unitarios que se convierte en una parte vital del expediente técnico.

Diseño de la Instalación Eléctrica

Para el diseño de la instalación eléctrica se siguieron los siguientes pasos:

- Determinar la cantidad de luminarias a instalar considerando las dimensiones del inmueble, el nivel de iluminación requerido para competencias y el tipo de luminarias a instalar. Lo anterior considerando las zonas específicas como los baños-vestidores, cuarto de máquinas, salidas de emergencia e iluminación perimetral exterior.
- Determinar los contactos que podrían ser demandados al momento de albergar competencias.
- Determinar los calibres y los conductores necesarios para suministrar la energía a las luminarias, contactos y diversos equipos como las bombas de calor y las bombas de filtrado.
- Determinar la capacidad de las protecciones acorde a la corriente de cada circuito o atendiendo la sugerencia que el fabricante anotó en la placa de datos de los equipos.
- Determinar el tipo de tableros, su ubicación y protección principal.
- Determinar las canalizaciones dependiendo de la zona y el número de conductores, así como los registros eléctricos necesarios.
- Especificar con base en la experiencia el sistema de tierras a instalar.
- Diseñar una pequeña caseta para la protección del interruptor principal pues es más barato que instalar interruptores para uso en exteriores y se puede restringir de manera más fácil el acceso al equipo a personas ajenas a la operación y mantenimiento del mismo.

Memoria de cálculo de la instalación eléctrica.

I. Parámetros de diseño

Para el desarrollo del presente proyecto de instalación eléctrica se consideraron en forma general los siguientes parámetros de diseño, sin embargo, se advierte que puede haber variaciones dentro del mismo por algún caso particular que amerite consideraciones especiales, que de existir se indicará adecuadamente.

01. Todas las instalaciones cumplirán en cuanto a diseño con lo indicado por la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005 Instalaciones Eléctricas (utilización) emitida por la Secretaría de Energía y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de marzo de 2006.

02. Todas las referencias de tablas indicadas en los presentes parámetros pertenecen a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005 (NOM-001) a menos que se indique lo contrario.

03. El diseño de los alimentadores y protecciones de las bombas de calor y de las bombas de succión se hizo con base en la placa de datos de dichos equipos.

1.1 Alumbrado y contactos.

- El nivel de iluminación de la alberca fue escogido acorde a las recomendaciones de la Illuminating Engineering Society of North America IESNA para áreas deportivas sección deportes acuáticos, incluidas en el IESNA Lighting Handbook 9th Edition acordes a una alberca clase I techada (750 lux), lo que corresponde a un recinto desde el cual se llevan a cabo competencias que pueden ser televisadas.

Para el diseño de la iluminación se utilizó software especializado en iluminación (® Progem 2006), mismo que permitió obtener el número necesario de luminarias para conseguir el nivel deseado.

La siguiente figura muestra las líneas isolúxicas que se obtuvieron al simular el espacio de la alberca, considerando el uso de luminarias con lámparas de aditivos metálicos a 250 W con 23,500 lm 4200°K correspondientes a las características de las lámparas VAM Metalarc Pulse Start 250 W M153/E de Osram, obteniendo una iluminancia promedio de 750 lx a nivel de piso.

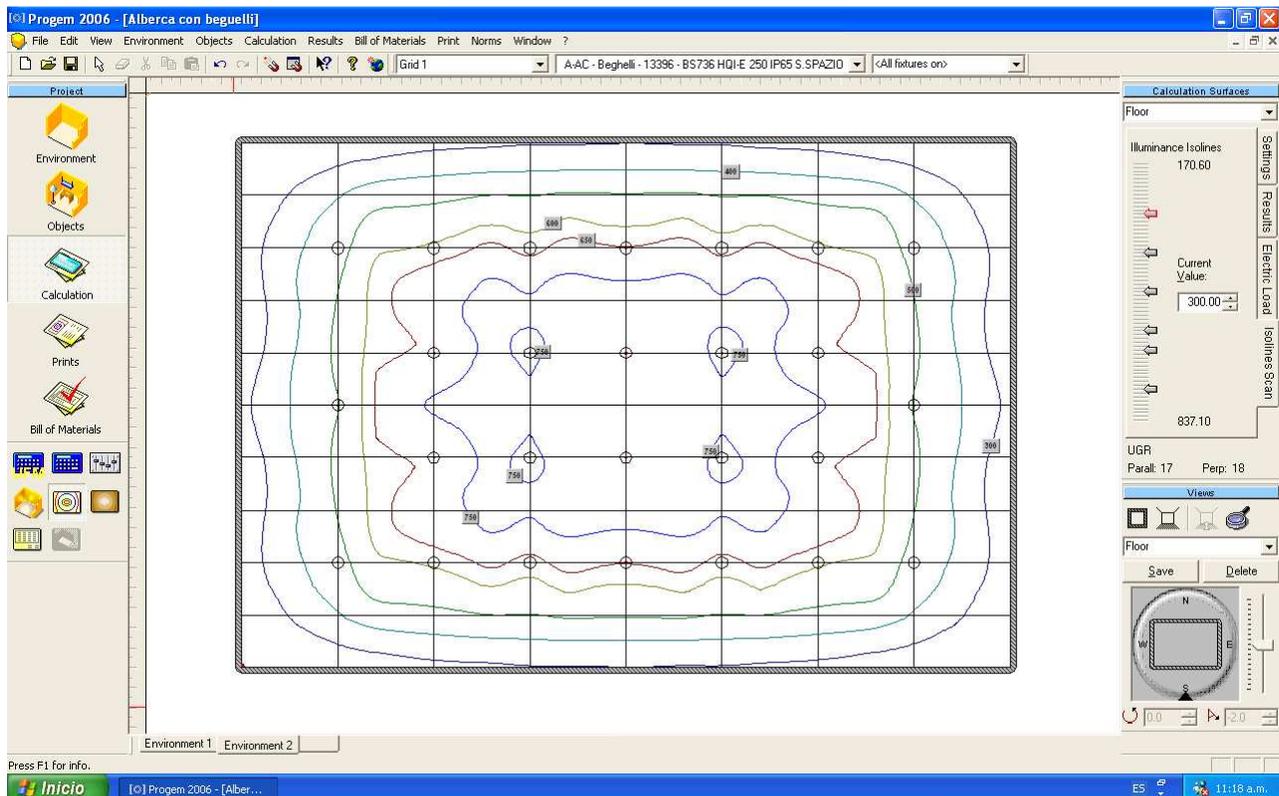


Fig. 2 Líneas isolúxicas de la simulación de la alberca.

- Los circuitos de alumbrado serán bifásicos (220 V) para el caso de las luminarias de aditivos metálicos y monofásicos (127 V) para el resto de los casos.
- Si bien los conductores de la iluminación exterior están calculados para soportar iluminación incandescente a 100 W, se recomienda utilizar lámparas fluorescentes compactas para ahorrar energía.

I.2 Canalizaciones

- Todas las canalizaciones subterráneas de los alimentadores se harán con tubo (conduit) P.V.C. servicio pesado.
- Las canalizaciones por muro dentro de la alberca a una altura menor de 5.00 m se harán con tubo conduit de polietileno (poliducto), el cual deberá quedar embebido en concreto o embutido en muros. Excepto la charola que subirá del tablero.

II. Métodos y ecuaciones de diseño:

A continuación se listan las fórmulas, con sus variables correspondientes, empleadas a lo largo del diseño de la instalación eléctrica para los cálculos que el proyecto demande.

II.1 Tableros e Interruptores

Todos los tableros e interruptores dentro del proyecto se determinaron con base al procedimiento que a continuación se establece.

- Para la selección de todos los interruptores se consideró que deben soportar como mínimo el 125% de la corriente nominal de su carga continua más el 100% de la corriente nominal de su carga no continua. Esto acorde al artículo 220-3 de la NOM-001.

220-3. Cálculo de los circuitos derivados. Las cargas de los circuitos derivados deben calcularse como se indica en los siguientes incisos:

a) Cargas continuas y no continuas. La capacidad nominal del circuito derivado no debe ser inferior a la suma de la carga no continua más el 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la suma de la carga no continua, más el 125% de la carga continua.

- El cálculo de corriente de todas las cargas, con excepción de los motores, se realizó por medio de las siguientes ecuaciones, atendiendo al número de fases e hilos que requiera su operación:

Sistema Monofásico:

$$I = \frac{W}{V_{fn} fp}$$

Sistema Bifásico:

$$I = \frac{W}{V_{ff} fp}$$

Sistema Trifásico a cuatro hilos:

$$I = \frac{W}{V_{ff} fp \sqrt{3}}$$

En donde:

I =Corriente eléctrica [A]

W =Carga eléctrica [W]

fp =Factor de potencia (0.9)

V_{fn} =Tensión de fase a neutro [V].

V_{ff} =Tensión entre fases [V].

- Los interruptores termomagnéticos para la protección contra sobrecorriente, se seleccionaron de acuerdo al Art. 240 de la NOM.

ARTICULO 240 PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE

240-1. Alcance. Las Partes A a la G de este Artículo cubren los requisitos generales para la protección contra sobrecorriente y los dispositivos de protección contra sobrecorriente para no más de 600 V nominales. La parte H cubre la protección contra sobrecorriente de instalaciones de más de 600 V nominales.

NOTA: La protección contra sobrecorriente de los conductores y de equipo se instala de modo que abra el circuito si la corriente eléctrica alcanza un valor que pudiera causar una temperatura excesiva o peligrosa de los conductores o de su aislamiento que den posibilidad de un incendio. Véase 110-9, requisitos de interrupción, y 110-10, requisitos de protección contra fallas a tierra.

A. Disposiciones generales

240-2. Protección del equipo. El equipo debe protegerse contra sobrecorrientes de acuerdo con cada Artículo de esta Norma, que trata específicamente de cada tipo de equipo como se indica en la siguiente lista:

	Artículo
Acometidas	230
Anuncios luminosos y alumbrado de realce	600
Aparatos Electrodomésticos y similares	422
Bombas contra incendios	695
Capacitores	460
Celdas electrolíticas	668
Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 para control remoto, señalización y de potencia limitada	725

Circuitos derivados	210
Convertidores de fase	455
Ductos con barras (Electroductos)	364
Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas	620
Equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente	424
Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve	426
Equipo eléctrico fijo para calentamiento de tuberías para líquidos y recipientes	427
Equipos de aire acondicionado y de refrigeración	440
Equipos de calentamiento por inducción y por pérdidas dieléctricas	665
Estudios de cine, televisión y lugares similares	530
Equipos de grabación de sonido y similares	640
Equipos de rayos X	660
Generadores	445
Grúas y polipastos	610
Instalaciones y lugares de atención de la salud	517
Lugares de reunión	518
Luminarios, portalámparas, lámparas y receptáculos	410
Maquinaria industrial	670
Máquinas de soldar eléctricas	630
Motores, circuitos de motores y sus controladores	430
Organos tubulares	650
Sistemas de distribución de energía en lazo cerrado y programado	780
Sistemas de emergencia	700
Sistemas de alarma contra incendios	760
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control	384
Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de televisión y lugares similares	520
Transformadores y bóvedas de transformadores	450

240-3. Protección de los conductores. Los conductores que no sean cordones flexibles y cables para artefactos eléctricos, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de conducción de corriente, como se especifica en 310-15

- Si bien la protección de la iluminación sumergible debe ser, por seguridad de los usuarios, mediante un interruptor con detección de falla a tierra, en el tablero de cuarto de máquinas se propone un interruptor termomagnético normal, pues en el presupuesto de la fase 1 de construcción de la alberca en el concepto “EQ003” se incluye la “Protección con falla a tierra GFCI completo con caja de plástico”, este equipo se debe instalar de conformidad con el artículo 680 de la NOM-001. Dicha protección se alimentará de la protección propuesta en el tablero de cuarto de máquinas.

ARTICULO 680-ALBERCAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES

B. Albercas de instalación permanente

680-20. Luminarios subacuáticos. Los párrafos (a) hasta (d) de esta Sección se aplican a los luminarios instalados por debajo del nivel normal del agua de la alberca.

a) Disposiciones generales

- 1) El diseño de un luminario subacuático alimentado por un circuito, sea directa o mediante un transformador que cumpla con los requisitos indicados en 680-5 (a), debe ser tal que cuando el luminario esté instalado adecuadamente sin un interruptor de circuito por falla a tierra no exista ningún peligro de choque eléctrico al producirse cualquier combinación de fallas durante el funcionamiento normal (ni cuando se cambien las lámparas).

Además se debe instalar un interruptor de circuito por falla a tierra en un circuito de luminarios que funcionen a más de 15 V, para que no exista ningún peligro de choque eléctrico cuando se cambien las lámparas. La instalación del interruptor de circuito por falla a tierra debe ser tal que no exista ningún peligro de choque cuando se produzca cualquier combinación de fallas que incluyan una persona en la trayectoria del conductor a tierra entre una parte no puesta a tierra del circuito o del luminario que debe estar puesta a tierra.

El cumplimiento de estos requisitos se debe lograr mediante el uso de un luminario subacuático aprobado, y la instalación de un interruptor de circuito por falla a tierra aprobado.

- En cada uno de los tableros se procuró dejar espacio de reserva para posibles ampliaciones o sustitución de derivaciones dañadas.
- Para el cálculo de la corriente a plena carga (I_{pc}) de los motores seleccionamos lo indicado en las tablas del Artículo 430 de la NOM-001, tomando como referencias la capacidad en HP y la tensión de operación de cada motor.

430-52. Capacidad nominal o ajuste para los circuitos de un solo motor

a) General. El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas de tierra de circuitos derivados para motores, debe cumplir con (b) y con (c) o (d) cuando sean aplicables.

b) Todos los motores. La protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra debe ser capaz de soportar la corriente eléctrica de arranque del motor.

c) Capacidad nominal o ajuste.

1) Debe utilizarse un dispositivo de protección, con una capacidad nominal o ajuste, seleccionado de tal forma que no exceda los valores dados en la Tabla 430-152.

Tabla 430-152.- Valor nominal máximo o ajuste para el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado del motor

Por ciento de la corriente eléctrica a plena carga				
Tipo de motor	Fusible sin retardo de tiempo**	Fusible de dos elementos** (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso*
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores de CA, polifásicos, que no sean de rotor devanado.				
Jaula de ardilla	300	175	800	250
Otros que no sean diseño E	300	175	1 100	250
Diseño E				
Motores síncronos +	300	175	800	250
Rotor devanado	150	150	800	250
c.c. (tensión eléctrica constante)	150	150	250	150

Para ciertas excepciones a los valores especificados, véase 430-52 hasta 430-54.

* Los valores dados en la última columna comprenden también las capacidades de los tipos no ajustables de tiempo inverso, los cuales pueden modificarse como se indica en 430-52.

** Los valores en la columna para fusible sin retardo de tiempo aplican para fusibles Clase CC con retardo de tiempo.

+ Los motores síncronos de bajo par de arranque y baja velocidad (comúnmente 450 RPM o menos), como son los empleados para accionar compresores recíprocos, bombas, etc., que arrancan en vacío, no requieren una capacidad de fusible o un ajuste mayor que 200% de la corriente eléctrica a plena carga.

II.2 Conductores

Todos los conductores se calcularon con base a dos parámetros fundamentales: la capacidad de corriente que pueden soportar y a la caída de tensión permisible en ellos.

Selección del conductor por corriente.

- Para el primer parámetro, corriente permisible, la selección se hace tomando la capacidad nominal de corriente del conductor, de la Tabla 310-16 de la NOM-001.
- Se consideró para este proyecto una temperatura ambiente máxima de 30°C, con lo cual no habrá factores de corrección por temperatura, pues los valores de la Tabla 310-16 son para esta temperatura.
- Los cables a utilizar en este proyecto serán del tipo: THHW/THW-LS de 75°C.

TABLA 310-16.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de 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 o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW*, CCE, TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT, USE	TIPOS MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*	TIPOS RHW-2, XHHW-2, DRS
		Cobre			Aluminio		
0,824	18	---	---	14	---	---	---
1,31	16	---	---	18	---	---	---
2,08	14	20*	20*	25*	---	---	---
3,31	12	25*	25*	30*	---	---	---
5,26	10	30	35*	40*	---	---	---
8,37	8	40	50	55	---	---	---
13,3	6	55	65	75	40	50	60
21,2	4	70	85	95	55	65	75
26,7	3	85	100	110	65	75	85
33,6	2	95	115	130	75	90	100
42,4	1	110	130	150	85	100	115
53,5	1/0	125	150	170	100	120	135
67,4	2/0	145	175	195	115	135	150
85,0	3/0	165	200	225	130	155	175
107	4/0	195	230	260	150	180	205

Selección del conductor por caída de tensión.

- Para el cálculo por caída de tensión en los conductores de cobre de circuitos derivados y en circuitos alimentados con calibres menores a 1/0 AWG se utilizó alguna de las siguientes fórmulas, dependiendo del número de fases que requiera para su operación:

Sistema monofásico:

$$S = \frac{4IL}{\%eV_{fn}}$$

Sistema bifásico dos hilos:

$$S = \frac{4IL}{\%eV_{ff}}$$

Sistema trifásico tres y cuatro hilos:

$$S = \frac{2IL\sqrt{3}}{\%eV_{ff}}$$

En donde:

S =Sección del conductor $[\text{mm}^2]$

I =Corriente eléctrica[A]

L =Longituda tablero[m]

$\%e$ =Caída de tensión máxima permisible[%]

V_{fn} =Tensión de fase a neutro [V]

V_{ff} =Tensión de fase a fase [V]

El alimentador del tablero de cuarto de máquinas se seleccionó por caída de tensión, considerando que las carga principales son monofásicas a 220V.

$$\%e = \frac{2IL(R \cos \theta + X \sin \theta)}{10 * V_{ff}}$$

En donde:

X = Reactancia del conductor [ohms / km]

I = Corriente [A]

L = Longitud del alimentador [m]

$\%e$ = Caída de tensión [%]

R = Resistencia del conductor [ohms / km]

V_{ff} = Tensión entre fases [V]

$\text{Cos } \theta$ = Factor de potencia

- La resistencia y la reactancia de los conductores se tomó de la Tabla 9 del NEC.

Table 9 Alternating-Current Resistance and Reactance for 600-Volt Cables, 3-Phase, 60 Hz, 75°C (167°F) — Three Single Conductors in Conduit

Size (AWG or kcmil)	Ohms to Neutral per Kilometer Ohms to Neutral per 1000 Feet															Size (AWG or kcmil)
	X_L (Reactance) for All Wires			Alternating-Current Resistance for Uncoated Copper Wires			Alternating-Current Resistance for Aluminum Wires			Effective Z at 0.85 PF for Uncoated Copper Wires			Effective Z at 0.85 PF for Aluminum Wires			
	PVC, Alumi- num Conduits	Steel Conduit		PVC Conduit	Alumi- num Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Alumi- num Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Alumi- num Conduit	Steel Conduit	PVC Conduit	Alumi- num Conduit	Steel Conduit	
14	0.190 0.058	0.240 0.073		10.2 3.1	10.2 3.1	10.2 3.1	— —	— —	— —	8.9 2.7	8.9 2.7	8.9 2.7	— —	— —	— —	14
12	0.177 0.054	0.223 0.068		6.6 2.0	6.6 2.0	6.6 2.0	10.5 3.2	10.5 3.2	10.5 3.2	5.6 1.7	5.6 1.7	5.6 1.7	9.2 2.8	9.2 2.8	9.2 2.8	12
10	0.164 0.050	0.207 0.063		3.9 1.2	3.9 1.2	3.9 1.2	6.6 2.0	6.6 2.0	6.6 2.0	3.6 1.1	3.6 1.1	3.6 1.1	5.9 1.8	5.9 1.8	5.9 1.8	10
8	0.171 0.052	0.213 0.065		2.56 0.78	2.56 0.78	2.56 0.78	4.3 1.3	4.3 1.3	4.3 1.3	2.26 0.69	2.26 0.69	2.30 0.70	3.6 1.1	3.6 1.1	3.6 1.1	8
6	0.167 0.051	0.210 0.064		1.61 0.49	1.61 0.49	1.61 0.49	2.66 0.81	2.66 0.81	2.66 0.81	1.44 0.44	1.48 0.45	1.48 0.45	2.33 0.71	2.36 0.72	2.36 0.72	6
4	0.157 0.048	0.197 0.060		1.02 0.31	1.02 0.31	1.02 0.31	1.67 0.51	1.67 0.51	1.67 0.51	0.95 0.29	0.95 0.29	0.98 0.30	1.51 0.46	1.51 0.46	1.51 0.46	4
3	0.154 0.047	0.194 0.059		0.82 0.25	0.82 0.25	0.82 0.25	1.31 0.40	1.35 0.41	1.31 0.40	0.75 0.23	0.79 0.24	0.79 0.24	1.21 0.37	1.21 0.37	1.21 0.37	3
2	0.148 0.045	0.187 0.057		0.62 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	1.05 0.32	1.05 0.32	1.05 0.32	0.62 0.19	0.62 0.19	0.66 0.20	0.98 0.30	0.98 0.30	0.98 0.30	2
1	0.151 0.046	0.187 0.057		0.49 0.15	0.52 0.16	0.52 0.16	0.82 0.25	0.85 0.26	0.82 0.25	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	0.79 0.24	0.79 0.24	0.82 0.25	1
1/0	0.144 0.044	0.180 0.055		0.39 0.12	0.43 0.13	0.39 0.12	0.66 0.20	0.69 0.21	0.66 0.20	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.62 0.19	0.66 0.20	0.66 0.20	1/0
2/0	0.141 0.043	0.177 0.054		0.33 0.10	0.33 0.10	0.33 0.10	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	0.36 0.11	0.36 0.11	0.36 0.11	0.52 0.16	0.52 0.16	0.52 0.16	2/0
3/0	0.138 0.042	0.171 0.052		0.253 0.077	0.269 0.082	0.259 0.079	0.43 0.13	0.43 0.13	0.43 0.13	0.289 0.088	0.302 0.092	0.308 0.094	0.43 0.13	0.43 0.13	0.46 0.14	3/0
4/0	0.135 0.041	0.167 0.051		0.203 0.062	0.220 0.067	0.207 0.063	0.33 0.10	0.36 0.11	0.33 0.10	0.243 0.074	0.256 0.078	0.262 0.080	0.36 0.11	0.36 0.11	0.36 0.11	4/0

- La caída de tensión máxima permisible total desde la acometida hasta la salida eléctrica más alejada nunca será superior al 5%, proponiéndose la siguiente distribución general de caídas:
 - a) 2% para circuitos alimentadores.
 - b) 3% para circuitos derivados.

215-2. Capacidad nominal y tamaño mínimos del conductor. Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas de acuerdo a las partes B, C y D del Artículo 220. El tamaño nominal mínimo del conductor debe ser el especificado en los siguientes incisos (a) y (b) en las condiciones estipuladas. Los conductores alimentadores de una unidad de vivienda o de una casa móvil, no tienen que ser de mayor tamaño que los conductores de entrada de la acometida. Se permite utilizar lo indicado en la Sección 310-15(d) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V y calcular el tamaño nominal de los conductores (Tablas 310-16 a 310-19).

a) Para circuitos especificados. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no debe ser inferior a 30 A, cuando la carga alimentada consista en alguno de los siguientes tipos de circuitos:

- (1) dos o más circuitos derivados de dos conductores conectados a un alimentador de dos conductores,
- (2) más de dos circuitos derivados de dos conductores, conectados a un alimentador de tres conductores,
- (3) dos o más circuitos derivados de tres conductores conectados a un alimentador de tres conductores, y
- (4) dos o más circuitos derivados de cuatro conductores conectados a un alimentador de tres fases, cuatro conductores.

b) Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada de la acometida. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no debe ser inferior a la de los conductores de entrada de acometida cuando los conductores del alimentador transporten el total de la carga alimentada por los conductores de entrada de acometida con una capacidad de conducción de corriente de 55 A o menos.

NOTA 1: Los conductores de alimentadores, tal como están definidos en el Artículo 100, con un tamaño nominal que evite una caída de tensión eléctrica superior al 3% en la toma de corriente eléctrica más lejana para fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas, y en los que la caída máxima de tensión eléctrica sumada de los circuitos alimentadores y derivados hasta la salida más lejana no supere 5%, ofrecen una eficacia de funcionamiento razonable.

NOTA 2: Para la caída de tensión eléctrica de los conductores de los circuitos derivados, véase 210-19(a).

B. Clasificación de los circuitos derivados

210-19. Conductores: Tamaño nominal del conductor y capacidad de conducción de corriente mínimos

a) General. Los conductores de los circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la correspondiente a la carga máxima que alimentan. Además, los conductores de circuitos derivados de salidas múltiples que alimenten a receptáculos para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la correspondiente a la capacidad nominal del circuito derivado. Los cables armados cuyo conductor neutro sea más pequeño que los conductores de fase, deben marcarse de esa manera (indicando el tamaño del neutro).

NOTA 1: Para la clasificación de los conductores por su capacidad de conducción de corriente, véase 310-15.

NOTA 2: Para la capacidad de conducción de corriente mínima de los conductores de los circuitos derivados de motores, véase la parte B del Artículo 430.

NOTA 3: Para las limitaciones de temperatura de los conductores, véase 310-10.

NOTA 4: Los conductores de circuitos derivados como están definidos en el Artículo 100, dimensionados para evitar una caída de tensión eléctrica superior a 3% en la salida más lejana que alimente a cargas de calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión eléctrica de los circuitos alimentadores y derivados hasta el receptáculo más lejano no supere 5%, proporcionarán una razonable eficacia de funcionamiento. Para la caída de tensión eléctrica de los conductores de los circuitos alimentadores, véase 215-2.

b) Estufas y aparatos electrodomésticos de cocción. Los conductores de los circuitos derivados de estufas domésticas, hornos montados en la pared y otros aparatos electrodomésticos de cocción, deben tener una capacidad de conducción de corriente no inferior a la nominal del circuito derivado y no inferior a la carga máxima que deban alimentar. Para estufas de 8,75 kW o más, la capacidad mínima del circuito derivado debe ser de 40 A.

Excepción 1: Los conductores en derivación para estufas eléctricas, hornos eléctricos montados en la pared y parrillas eléctricas montadas en la superficie del mueble de cocina, en circuitos de 50 A, deben tener una capacidad de conducción de corriente no inferior a 20 A y suficiente para las cargas que alimenten. Las derivaciones no deben ser más largas de lo necesario para que lleguen al equipo.

Excepción 2: Está permitido que el conductor neutro de un circuito derivado de tres conductores para alimentar una estufa eléctrica doméstica, parrillas eléctricas montadas en la superficie del mueble de cocina o para un horno montado en la pared, sea de menor tamaño que los conductores de fase cuando la demanda máxima de una cocina de 8,75 kW o más se haya calculado según la columna A de la Tabla 220-19, pero debe tener una capacidad de conducción de corriente no inferior a 70% de la capacidad nominal del circuito derivado y tamaño nominal no inferior a 5,26 mm² (10 AWG).

c) Otras cargas. Los conductores de circuitos derivados que suministren energía a cargas distintas de aparatos electrodomésticos de cocción, tal como se indica en el inciso anterior (b) y los contenidos en 210-2, deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para las cargas conectadas y tamaño nominal no inferior a 2,08 mm² (14 AWG).

Excepción 1: Los conductores derivados para esas cargas deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que 15 A en los circuitos de capacidad nominal menor que 40 A, y no menor que 20 A en los circuitos de capacidad nominal de 40 A o 50 A, y sólo cuando esos conductores sirvan a cualquiera de las siguientes cargas:

a. Portalámparas individuales o dispositivos individuales cuyos receptáculos no sobresalgan más de 457 mm de cualquier parte del casquillo o portalámparas.

b. Artefactos con conductores de derivación como se indica en 410-67.

c. Tomas de corriente eléctrica individuales que no sean receptáculos, con derivaciones no mayores a 457 mm de largo.

d. Electrodomésticos de calefacción industrial por lámparas de infrarrojos.

e. Terminales no calentadoras de alfombras y cables derretidores de nieve y de deshielo.

Excepción 2: Los cables y cordones para artefactos, como están permitidos en 240-4.

II.3 Conductor de puesta a tierra

Este fue seleccionado con base en las tablas 250-95 y 250-94 de la NOM 001.

TABLA 250- 94.- Conductor del electrodo de tierra de instalaciones de c.a.

Tamaño nominal del mayor conductor de entrada a la acometida o sección equivalente de conductores en paralelo mm ² (AWG o kcmil)		Tamaño nominal del conductor al electrodo de puesta a tierra mm ² (AWG o kcmil)	
Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
33,6 (2) o menor	53,5 (1/0) o menor	8,37 (8)	13,3 (6)
42,4 o 53,5 (1 o 1/0)	67,4 o 85,0 (2/0 o 3/0)	13,3 (6)	21,2 (4)
67,4 o 85,0 (2/0 o 3/0)	4/0 o 250 kcmil	21,2 (4)	33,6 (2)
Más de 85,0 a 177 (3/0 a 350)	Más de 127 a 253 (250 a 500)	33,6 (2)	53,5 (1/0)
Más de 177 a 304,0 (350 a 600)	Más de 253 a 456 (500 a 900)l	53,5 (1/0)	85,0 (3/0)
Más de 304 a 557,38 (600 a 1100)	Más de 456 a 887 (900 a 1750)	67,4 (2/0)	107 (4/0)
Más de 557,38 (1100)	Más de 887 (1750)	85,0 (3/0)	127 (250)

TABLA 250-95.- Tamaño nominal mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de:	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)		
	(A)	Cable de cobre	Cable de aluminio
15		2,08 (14)	---
20		3,31 (12)	---
30		5,26 (10)	---
40		5,26 (10)	---
60		5,26 (10)	---
100		8,37 (8)	13,3 (6)
200		13,3 (6)	21,2 (4)
300		21,2 (4)	33,6 (2)
400		33,6 (2)	42,4 (1)
500		33,6 (2)	53,5 (1/0)
600		42,4 (1)	67,4 (2/0)
800		53,5 (1/0)	85,0 (3/0)
1 000		67,4 (2/0)	107 (4/0)
1 200		85,0 (3/0)	127 (250)
1 600		107 (4/0)	177 (350)
2 000		127 (250)	203 (400)
2 500		177 (350)	304 (600)
3 000		203 (400)	304 (600)
4 000		253 (500)	405 (800)
5 000		354,7 (700)	608 (1 200)
6 000		405 (800)	608 (1 200)

Véase limitaciones a la instalación en 250-92(a)

Nota: Para cumplir lo establecido en 250-51, los conductores de puesta a tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

III. Cálculos:

Cálculos para tablero de cuarto de máquinas (Tablero "B")

Datos de cálculo:

- Carga:
- Monofásica: 1 contacto (180 W), 2 luminarios de 2x32 W, 8 luminarios de 300 W, 1 motor de ½ CP
 - Bifásica: 3 motores de 3 CP, 5 bombas de calor 42.2 A
- Tensión: 220V
 Fases, Hilos: 3F, 4H
 Longitud estimada: 19 m

Cargas monofásicas:

$$I_{cal} \text{ para } 180 \text{ W} = \frac{180 \text{ W}}{(127\text{V})(0.9)} = 1.57 \text{ A}$$

$$I_{cal} \text{ para } (2)(2)(32)W = 128W = \frac{128 \text{ W}}{(127\text{V})(0.9)} = 1.12 \text{ A}$$

$$I_{cal} \text{ para } 8(300) \text{ W} = \frac{2400 \text{ W}}{(127\text{V})(1)} = 18.9 \text{ A}$$

$$I \text{ para } (0.5)CP = 8.9 \text{ A (Tabla 430-148)}$$

Cargas bifásicas:

$$I \text{ para } (3)CP = 17 \text{ A (Tabla 430-148)}$$

Se propone el siguiente arreglo de conexiones en el tablero:

CASA DE MÁQUINAS		DISPOSITIVOS O EQUIPOS						equivalencia hp			Potencia [W]	Corriente [A]
TABLERO	"B"							750 W				
CIRCUITO	UBICACIÓN	Bomba	Contacto 1ø	Slim Line	Sumergibles			Watts				
		375 W	180 W	64 W	300 W	2250 W	8355.6 W	a	b	c		
B 1	Casa de Máquinas		1	2				308			308	2.69
B 3	Alberca				8				2400		2400	18.90
B 5	Casa de Máquinas	1								375	375	8.9
B 2,4	Casa de Máquinas					1		1125	1125		2250	17
B 6,8	Casa de Máquinas					1		1125		1125	2250	17
B 10,12	Casa de Máquinas					1			1125	1125	2250	17
B 7,9	Casa de Máquinas						1	4177.8	4177.8		8355.6	42.2
B 11,13	Casa de Máquinas						1	4177.8		4177.8	8355.6	42.2
B 15,17	Casa de Máquinas					1		4177.8	4177.8	4177.8	8355.6	42.2
B 19,21	Casa de Máquinas					1		4177.8	4177.8		8355.6	42.2
B 18,20	Casa de Máquinas					1		4177.8		4177.8	8355.6	42.2

Cálculo del alimentador del tablero

Como no se puede balancear de manera teórica el tablero a causa de que son 5 bombas de calor bifásicas (5 no es múltiplo de 3), procedemos con el cálculo de corriente de la fase más cargada que en el arreglo sugerido es la fase A.

$$I_{conductor} = 1.25 * 42.2 + 3 * 42.2 + 2 * 17 + 2.69 = 216.04 \text{ A}$$

Considerando que el cable va en tubería, el calibre seleccionado por capacidad de conducción de corriente, de acuerdo a la Tabla 310-16, es 4/0 AWG con una capacidad de conducción de 230 A.

Verificando por caída de Tensión:

Considerando un factor de potencia de 0.9 tenemos:

$$F.P. = 0.9 = \cos \theta \Rightarrow \theta = 25.84^\circ$$

Para conductor 4/0 AWG de cobre en tubería de PVC se tiene:

$$R_L = 0.203 \frac{\Omega}{\text{Km}} ; X_L = 0.135 \frac{\Omega}{\text{Km}} \text{ De la tabla 9 del NEC}$$

$$\%e = \frac{(0.2)(19)(216.04)[0.203\cos(25.84)+0.135\text{sen}(25.84)]}{220} = \mathbf{0.9013\%} < \mathbf{2\% \text{ para alimentadores}}$$

Acorde a la capacidad de corriente del conductor se selecciona un interruptor termomagnético de 3x225A como protección contra corto circuito y falla a tierra del tablero.

El conductor de puesta a tierra será un cable de cobre desnudo calibre 4 AWG que le corresponde a una protección de entre 200 y 300 A acorde a la tabla 250-95.

Siguiendo el procedimiento indicado anteriormente se efectuaron los cálculos de los conductores necesarios en la instalación; ver cuadros de carga que se encuentran en el plano EL-02.

IV. Especificación de Equipos:

Para evitar que se instalaran equipos de dudosa calidad se optó por incluir dentro del concepto la marca que se debía ocupar. En este caso se decidió que se ocuparan tableros Square D porque han demostrado su desempeño en un sinfín de aplicaciones, es por eso que el tablero tipo NQOD es frecuentemente especificado para el control del sistema de alumbrado y equipo eléctrico menor en industrias, oficinas, hospitales, etc.

Se utilizó el “Catálogo Compendiado No. 31” de productos de distribución y control Square D de Schneider Electric publicado en septiembre de 2008.

Tablero Tipo NQOD



Conformación de catálogo:

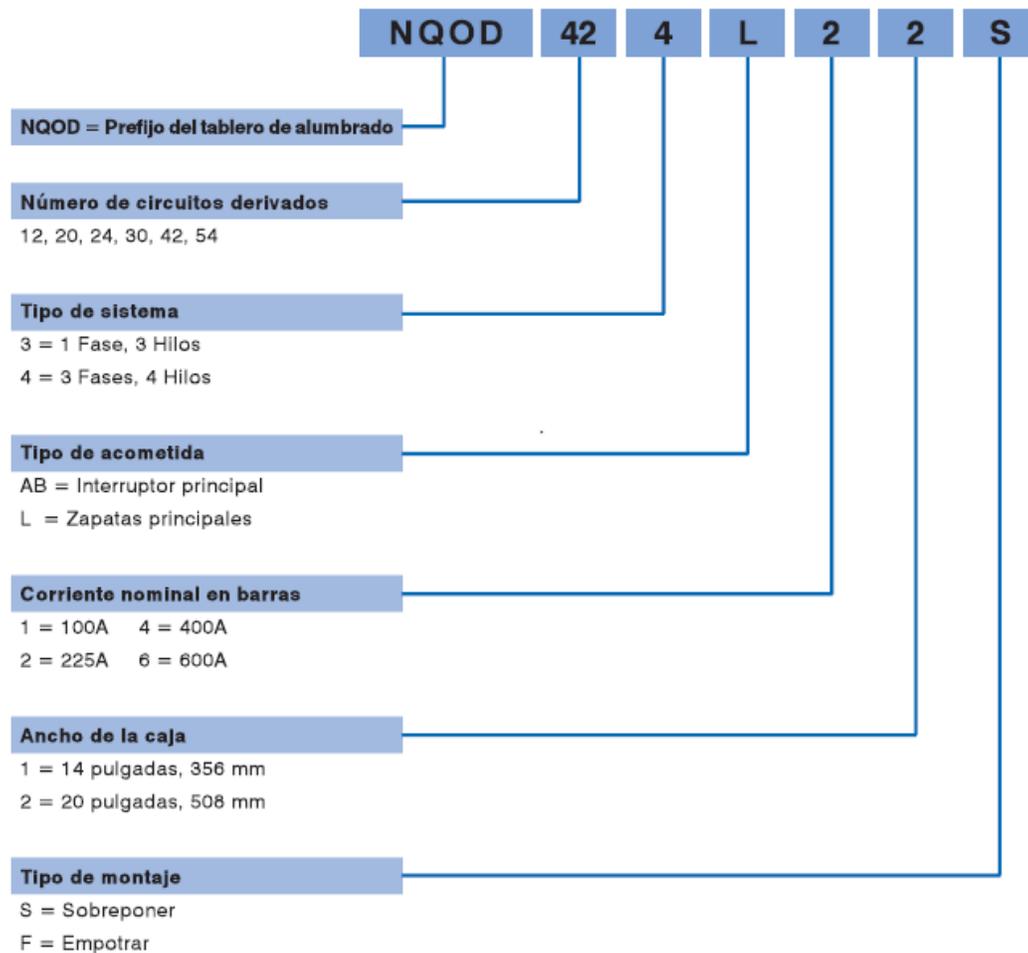


Fig. 3 Conformación del catálogo para tableros tipo NQOD

De esta manera los tableros se especificaron como:

Para el cuarto de máquinas

Tablero NQOD con interruptor principal, 30 polos, 3 fases 4 hilos, 225 A en barras, 20" ancho de sobreponer. Sugerido: tablero NQOD304AB22S, kit interior NQODJK e interruptor termomagnético principal JGL36225 mca Square D.

Para dentro del recinto de la alberca

Tablero NQOD con interruptor principal, 24 polos, 3 fases 4 hilos, 100 A en barras, 20" ancho de sobreponer. Sugerido: tablero NQOD244AB12S mca Square D.

El interruptor principal fue seleccionado acorde a la capacidad del transformador de la subestación y de su tensión en el secundario (75 kVA 220 V). Sugerido: interruptor termomagnético trifásico 225 A en caja moldeada. Incluye Interruptor 3 polos 225A KAL36225, gabinete KA225A y kit de ensamble de neutro SN225KA mca Square D.

Notas:

- En caso de instalar algún contacto(s) en el área de baños o vestidores, estos deberán contar con protección contra falla a tierra.
- Es importante recordar que se debe unir el neutro y la tierra física únicamente en el gabinete del interruptor principal acorde a los artículos 250-53 y 250-118.
- Los equipos sugeridos con anterioridad cumplen con tener las características necesarias para el buen funcionamiento eléctrico de la instalación, además de ser de marca con amplia distribución.

250-53. Trayectoria de puesta a tierra hasta el electrodo de puesta a tierra en la acometida

a) Conductor al electrodo de puesta a tierra. Debe usarse un conductor del electrodo de puesta a tierra para establecer la conexión entre el electrodo de puesta a tierra y los conductores de puesta a tierra de equipo, así como con los envolventes de equipo de acometida y, si el sistema está puesto a tierra, también con el conductor puesto a tierra de la acometida.

Excepción: Lo que establece 250-27 para conexiones de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia.

NOTA: Para la puesta a tierra de los sistemas de corriente eléctrica alterna, véase 250-23(a).

b) Puente de unión principal. Para sistemas puestos a tierra debe usarse un puente de unión principal, sin empalmes, para conectar el (los) conductor(es) de puesta a tierra de equipo y el envolvente del medio de desconexión de la acometida al conductor puesto a tierra del sistema en cada punto de desconexión de la acometida.

250-118. Superficies limpias. Deben eliminarse de las roscas y de otras superficies de contacto de equipo que sean puestas a tierra, las capas no conductoras (como pinturas, barnices y lacas), para asegurar la continuidad eléctrica, o conectarlos por medio de accesorios hechos de tal modo que hagan innecesaria dicha operación.

Números generadores de obra

Los generadores de obra son uno de los antecedentes del presupuesto, con ellos se lleva a cabo la cuantificación o volumetría de un trabajo o concepto de obra debidamente referenciado o ubicado por ejes, tramos o áreas identificadas en el plano. En ellos se trata de plasmar la descripción lo más detallada posible de los trabajos a realizar en las diferentes zonas acotadas en el plano.

Nº	CONCEPTO	EJE	TRAMO	UNIDAD DE MEDIDA	LARGO	ANCHO	ALTO	PIEZA	CANTIDAD	OBSERVACIONES
IE058	Salida alumbrado para lámpara colgante, incluye tubo conduit de 21 mm (3/4"), cable tipo THW cal. 10, amarres, materiales menores de consumo, mano de obra y herramienta.	5-22	b-b'	salida				3		26
		5-22	c'-d					4		
		5-22	e-f					4		
		5-22	g-i					4		
		5-22	i-k					4		
		5-22	l-l'					4		
		5-22	n-n'					3		

Como se puede observar en el ejemplo anterior gracias a los generadores de obra se puede localizar en el plano los trabajos a realizar. Los generadores de obra se encuentran en las páginas A 77- A 88.

Análisis de precios unitarios

El análisis de precios unitarios (también conocido como creación o armado de matrices), consiste en cuantificar y especificar los materiales, mano de obra, equipo y herramienta que se necesita para llevar a cabo una unidad del concepto descrito.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	PU	Monto
IE062	Salida alumbrado, incluye tendido de poliducto reforzado de 1/2", caja cuadrada de 10 a 12 cm, cable tipo THW cal. 12, amarres, materiales menores de consumo, mano de obra y herramienta.	sal	23	\$ 236.10	\$ 5,430.30

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	PU	Total
Materiales					
INEL-001	Poliducto naranja 1/2"	ml	2	\$ 2.15	\$ 4.30
INEL-005	Cable THW cal. 12	ml	4.8	\$ 4.45	\$ 21.36
INEL-031.3	Cable desnudo calibre 14	ml	2.4	\$ 2.53	\$ 6.07
INEL-051	Caja cuadrada galvanizada de 13 mm	pieza	1	\$ 3.53	\$ 3.53
INEL-052	Tapa cuadrada galvanizada de 13 mm	pieza	1	\$ 3.53	\$ 3.53
				\$	38.79
Mano de Obra					
+ 02-0840	X Cuadrilla Nº 18 (1 Electricista + 1 Ayudante de Electricista)	jor	0.25841	\$ 589.42	\$ 152.31
Equipo					
AMAPE-066	Torre de trabajo a base de estructura tubular, incluye llantas y tablonés (3 cuerpos)	pza/día	0.4	\$ 112.50	\$ 45.00
				Costo Directo	\$ 236.10
DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS PESOS 10/100 M.N.					

Es en la *matriz* del concepto donde se puede observar como es que está integrado el precio unitario (PU) de los conceptos del presupuesto, aquí podemos revisar en cuanto se está considerando el

precio de cada uno de los materiales, cuanto de mano de obra y que equipo se considera necesario para su correcta ejecución.

Todas las matrices utilizadas se encuentran en las páginas A 10 - A 66.

Presupuesto

Una vez que se tienen los generadores y se ha hecho el análisis de precios unitarios se elabora el presupuesto. En el departamento de planeación todas las obras se presupuestan a costo directo sin considerar los costos indirectos, sobre el monto resultante se les agrega un porcentaje con el que las empresas que construyen pueden absorber sus gastos indirectos y obtener alguna utilidad.

El resumen del presupuesto que a continuación se presenta sirve para dar una idea general de lo que contiene el presupuesto que se presenta completo en las páginas A 1 – A 9.

Presupuesto de Electrificación de Alberca Semiolímpica

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
	Alberca Semiolímpica Unidad deportiva Javier Rojo Gómez		1.0000	322,657.47	
1.-	Electrificación (subestación)		1.0000	147,555.40	
	Preliminares (Obra civil para subestación y sistema de tierra)		1.0000	15,529.95	15,529.95
	Subestación y sistema de tierra		1.0000	132,025.45	
IE060	Suministro e instalación de subestación compacta con poste de concreto PC 11-700, transformador trifásico tipo pedestal marca continental electric 75 KVA 23000/ 220-127 V, apartarrayos, cortacircuitos fusible, aisladores, herrajes y retenida sencilla. Incluye caseta de control.	lote	1.0000	129,967.27	129,967.27
IE010.1	Suministro e instalación de sistema de tierra en delta de 2m de lado interconectado con cable desnudo calibre 4 hasta interruptor principal. Las conexiones a varilla deberán hacerse con soldadura exotérmica. Incluye 3 varillas copperweld de 3/8" X 3.00 m, registros con tubo de albañal de 6" con tapa metálica color verde, conexiones, mano de obra y herramienta.	lote	1.0000	2,058.18	2,058.18
	Total de Subestación y sistema de tierra		1.0000	132,025.45	132,025.45
	** CIENTO TREINTA Y DOS MIL VEINTICINCO PESOS 45/100 M.N. **				
1.-	Total de Electrificación (subestación)		1.0000	147,555.40	147,555.40
	** CIENTO CUARENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CINCO PESOS 40/100 M.N. **				
2.-	Instalación eléctrica		1.0000	175,102.07	
	Canalización		1.0000	74,322.09	
IE035.1	Suministro y tendido de charola eléctrica para cable de 16 cm de ancho interior. Incluye: ménsulas para su soporte, colocación, materiales menores de consumo, mano de obra, equipo y herramienta.	ml	38.5000	218.74	8,421.49
IE035.3	Suministro y tendido de tubo conduit galvanizado pared delgada de 21mm (3/4") de Ø. Incluye: colocación, materiales menores de consumo, mano de obra, equipo y herramienta.	ml	86.4800	37.48	3,241.27
IE002.1	Salida para contacto monofásico duplex polarizado de 15 amp. arrow hart c/caja lámina. Incluye contacto, cableado (con cable condumex), cable desnudo para sistema de tierras y todo lo necesario para su buen funcionamiento.	sal	8.0000	426.20	3,409.60
IE058	Salida alumbrado para lámpara colgante, incluye tubo conduit de 21 mm (3/4"), cable tipo THW cal. 10, amarres, materiales menores de consumo, mano de obra y herramienta	sal	26.0000	471.55	12,260.30
IE062	Salida alumbrado, incluye tendido de poliducto reforzado de 1/2", caja cuadrada de 10 a 12 cm, cable tipo THW cal. 12, amarres, materiales menores de consumo, mano de obra y herramienta	sal	23.0000	236.10	5,430.30
IE044.1	Salida alumbrado para luminario de sobreponer, incluye tubo conduit de 16 mm, cable tipo THW cal. 10, amarres, materiales menores de consumo, mano de obra y herramienta.	sal	2.0000	507.09	1,014.18
IE057	Suministro y tendido de tubería de pvc eléctrico servicio pesado de 53 mm (2") de Ø. Incluye materiales menores de consumo, mano de obra y herramienta.	ml	47.9400	20.10	963.59
IE057.2	Suministro y tendido de tubo licuante de 21mm (3/4") de Ø. Materiales menores de consumo, mano de obra, equipo y herramienta	ml	32.9900	20.73	683.88
IE050.1	Suministro, colocación de cable de cobre con aislamiento THW calibre 4/0 y cable desnudo calibre 4. Inc. conexiones, cinta aislante, empalmes, holguras 100 cms en registros, puntas, cocas, herramienta y mano de obra. Instalado desde la salida de baja tensión del transformado al interruptor principal y de este al tablero del cuarto de máquinas. (4 cal 4/0, 1d cal 4)	ml	23.5100	689.88	16,219.08
IE050.2	Suministro, colocación de cable de cobre con aislamiento THW calibre 6. Inc. conexiones, cinta aislante, empalmes, puntas, cocas, herramienta y mano de obra. Instalado desde el interruptor principal hasta el tablero de la alberca. (4 cal 6, 1d cal 10) y hacia las bombas de calor.	ml	536.0000	24.22	12,981.92

Presupuesto de Electrificación de Alberca Semiolímpica

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
IE050.3	Suministro, colocación de cable de cobre con aislamiento THW calibre 10. Inc. conexiones, cinta aislante, empalmes, cocas, herramienta y mano de obra.	ml	265.0000	11.15	2,954.75
IE050.4	Suministro, colocación de cable de cobre con aislamiento THW calibre 12. Inc. conexiones, cinta aislante, empalmes, cocas, herramienta y mano de obra.	ml	729.0800	7.68	5,599.33
IE051.1	Suministro y colocación de cable desnudo cal. 10. Incluye conexiones, cocas, herramienta y mano de obra.	ml	85.4500	9.24	789.56
IE051.2	Suministro y colocación de cable desnudo cal. 12. Incluye conexiones, cocas, herramienta y mano de obra.	ml	86.4800	4.08	352.84
Total de Canalización			1.0000	74,322.09	74,322.09
** SETENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS VEINTIDOS PESOS 09/100 M.N. **					
Interruptor Principal y Tableros.			1.0000	47,380.16	
IE025.2	Suministro e instalación de interruptor termomagnético trifásico 225 A en caja moldeada. Incluye Interruptor 3 polos 225A KAL36225, gabinete KA225A y kit de ensamble de neutro SN225KA mca Square D, materiales de consumo, mano de obra y herramienta.	pieza	1.0000	10,094.25	10,094.25
Tablero en cuarto de máquinas.			1.0000	27,881.71	
IE025.4	Suministro y colocación de Tablero NQOD con interruptor principal, 30 polos, 3 fases 4 hilos, 225 A en barras, 20" ancho de sobreponer. Incluye: tablero NQOD304AB22S, kit interior NQODJK, interruptor termomagnético principal JGL36225 mca Square D, materiales menores de consumo, mano de obra y herramienta.	pieza	1.0000	24,930.35	24,930.35
IE004.6	Suministro y colocación de interruptor termomagnético de 2 polos 50 amperes tipo QO. Incluye conexión, mano de obra y pruebas. (Alimenta bomba de calor)	pieza	5.0000	322.96	1,614.80
IE004.5	Suministro y colocación de interruptor termomagnético de 2 polos 40 amperes tipo QO. Incluye conexión, mano de obra y pruebas. (Alimenta bomba de succión)	pieza	3.0000	322.96	968.88
IE004.7	Suministro y colocación de interruptor termomagnético de 1 polo de 20 amperes tipo QO. Incluye conexión, mano de obra y pruebas. (Alimentación de iluminación sumergible y bomba de achique)	pieza	2.0000	122.56	245.12
IE004.3	Suministro y colocación de interruptor termomagnético de 1 polo 15 amperes tipo QO. Incluye conexión, mano de obra y pruebas. (Alimentación de iluminación cuarto de máquinas y contactos grales de cuarto de máquinas)	pieza	1.0000	122.56	122.56
Total de Tablero en cuarto de máquinas.			1.0000	27,881.71	27,881.71
** VEINTISIETE MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y UN PESOS 71/100 M.N. **					
Tablero Alberca.			1.0000	9,404.20	
IE025.3	Suministro y colocación de Tablero NQOD con interruptor principal, 24 polos, 3 fases 4 hilos, 100 A en barras, 20" ancho de sobreponer. Incluye: tablero NQOD244AB12S mca Square D, materiales menores de consumo, mano de obra y herramienta	pieza	1.0000	6,976.20	6,976.20
IE004.3	Suministro y colocación de interruptor termomagnético de 1 polo 15 amperes tipo QO. Incluye conexión, mano de obra y pruebas. (Alimentación de iluminación cuarto de máquinas y contactos grales de cuarto de máquinas)	pieza	4.0000	122.56	490.24
IE004.4	Suministro y colocación de interruptor termomagnético de 2 polos 15 amperes tipo QO. Incluye conexión, mano de obra y pruebas	pieza	6.0000	322.96	1,937.76
Total de Tablero Alberca.			1.0000	9,404.20	9,404.20
** NUEVE MIL CUATROCIENTOS CUATRO PESOS 20/100 M.N. **					
Total de Interruptor Principal y Tableros.			1.0000	47,380.16	47,380.16
** CUARENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS OCHENTA PESOS 16/100 M.N. **					