

# **UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**



## **FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

### **“PLANTAS DE EMERGENCIA” Factibilidad de Instalación Zona Aeropuerto**

**Por:  
Mariano Garza Báez**

**Asesor:  
M. A. José Luis Cerda**

**Como requisito parcial para obtener el Grado de Maestría en  
Ingeniería con Orientación en Eléctrica**

**Ciudad Universitaria, San Nicolás de Los Garza Nuevo León  
Diciembre 2008**

	<b>Pág.</b>
<b>Índice.....</b>	<b>2</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>4</b>
<b>Secuencia de Análisis</b>	
<b>Análisis Opción Numero 1.....</b>	<b>6</b>
<b>Análisis Opción Numero 2.....</b>	<b>16</b>
<b>Análisis Opción Numero 3.....</b>	<b>27</b>
<b>Normatividades.....</b>	<b>30</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>33</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>34</b>

# Introducción

Optima Hoteles de México del Grupo Landus Inmobiliario cuenta con una zona Hotelera ubicada en Apodaca N. L. con dirección Carretera Miguel Alemán Km. 23.7 la cual alberga 3 Hoteles de Clase Mundial dirigidos al mercado empresarial y una Plaza Comercial.

Dichos Hoteles con calidad nacional e internacional son los siguientes: Hotel Courtyard by Marriott Monterrey Aeropuerto con un total de 205 habitaciones, Hotel Hampton Inn by Hilton Monterrey Aeropuerto con 181 habitaciones y el Hotel Fairfield Inn by Marriott Monterrey Aeropuerto con 206 habitaciones disponibles, además cuenta con una plaza comercial la cual arrenda a restaurantes tales como Chilis Aeropuerto, Alitas Aeropuerto, Mesa Rica, Carl's Junior, Seven Eleven entre otros.

En esta zona La Comisión Federal de Electricidad cuenta con dos diferentes niveles de alto voltaje, uno de 13,800 volts y el de 34,500 volts, cada unidad de negocio cuenta con una subestación propia para usos generales.

El circuito de 34,500 volts es un circuito muy inestable el cual presenta fallas de manera muy constante ya sea por unos minutos hasta por lapsos de tiempo superiores a 2 horas, los 2 únicos Hoteles que están enlazados a este circuito son el Hotel Courtyard by Marriott Aeropuerto y en Hotel Fairfield by Marriott Aeropuerto, al no contar con un Sistema de Respaldo - Planta de Emergencia, esta ausencia de energía eléctrica provoca trastornos en la operación de los Hoteles.

# Justificación

El Hotel Courtyard by Marriott Aeropuerto y el Hotel Fairfield Inn by Marriott Aeropuerto están conectados en el circuito enlace de Comisión Federal de Electricidad de 34,500 volts y el índice de falla en este circuito es muy alto, se pretende hacer algún tipo de arreglo o instalación para evitar que en momentos de falla o ausencia de energía eléctrica estas unidades de negocio no se vean afectadas.

Entre las posibles soluciones para evitar afectar ala operación durante las fallas en el circuito eléctrico de la Comisión Federal de Electricidad 34,500 volts y que comparten el Hoteles Courtyard by Marriott Aeropuerto y el Hotel Fairfield Inn by Marriott se encuentran:

- Establecer un lazo de conexión de emergencia del Hotel Hampton Inn by Hilton Monterrey Aeropuerto el cual esta conectado al circuito de 13,800 volts hacia el Hoteles Courtyard by Marriott Aeropuerto y el Hotel Fairfield Inn by Marriott cuando exista falla o ausencia de energía eléctrica en la red de Comisión Federal de Electricidad.
- Instalar una planta de emergencia en común con una capacidad de 500 KW para satisfacer la demanda eléctrica del Hoteles Courtyard by Marriott Aeropuerto y el Hotel Fairfield Inn by Marriott en momentos de falla del circuito eléctrico.

- Instalar una planta de emergencia individual con capacidad de 300 KW para cada hotel con tablero de transferencia automática y de esta forma evitar cualquier molestia al presentarse una falla o corte en el suministro de energía eléctrica.

Para seleccionar la mejor opción se procede a analizar cada una de las 3 posibles soluciones a la problemática planteada.

# Secuencia de Análisis

## Análisis Opción # 1

- Establecer un lazo de conexión de emergencia del Hotel Hampton Inn by Hilton Monterrey Aeropuerto el cual esta conectado al circuito de 13,800 volts hacia el Hoteles Courtyard by Marriott Aeropuerto y el Hotel Fairfield Inn by Marriott cuando exista falla o ausencia de energía eléctrica en la red de Comisión Federal de Electricidad.

El Hotel Hampton Inn by Hilton Monterrey Aeropuerto cuenta con un transformador de 750 KVA Marca Prolec 13.8 KV/ 220 V, para efectos de análisis se considerará un 30% de la capacidad del transformador para cada propiedad y un 10% para efectos de reserva y se obtienen los siguientes resultados.

VOLTAJE OPERACIÓN (V)	FACTOR POTENCIA	CAPACIDAD TRANSFORMADOR (750KW)	INTENSIDAD CORRIENTE MAX (A)
220	0.8	225	738.9648
220	0.8	225	738.9648

SE CONSIDERA 30 % DE CAPACIDAD DE TRANSFORMADOR PARA CADA PROPIEDAD 3 DE 3  
SE CONSIDERA 10 % DE RESERVA.

Con el voltaje, el factor de potencia promedio y el 30% de la capacidad del transformador se obtiene la intensidad de corriente máxima que soportaría el cableado de enlace entre los hoteles.

Ya una vez calculando la intensidad de corriente máxima se calcula la distancia (ver plano anexo) desde el transformador del Hotel Hampton Inn hacia el Hotel Courtyard by Marriott Aeropuerto y el Hotel Fairfield Inn by Marriott de manera independiente.

**Distancia # 1**

La distancia calculada para el enlace de emergencia desde el transformador del Hotel Hampton Inn hacia el Hotel Courtyard by Marriott Aeropuerto revisada en el plano anexo y cuantificada en campo, es la siguiente:

LAZO DE EMERGENCIA MTYAP - MTYCY	
DISTANCIA INTERCONEXION	
<b>63.72</b>	

A la distancia calculada se le agrega un 10% más en la longitud del cableado para empates e interconexiones y se obtiene una distancia corregida (metros lineales).

LAZO DE EMERGENCIA MTYAP - MTYCY		
DISTANCIA INTERCONEXION	DISTANCIA CORREGIDA	INTENSIDAD CORRIENTE MAX (A)
<b>63.72</b>	<b>70.092</b>	<b>738.9648</b>

Por lo tanto la distancia que se tomara en cuenta para efectos de análisis del enlace de emergencia desde el transformador del Hotel Hampton Inn hacia el Hotel Courtyard by Marriott Aeropuerto será de **70.092 metros lineales de cableado**

## Distancia # 2

La distancia calculada para el enlace de emergencia desde el transformador del Hotel Hampton Inn hacia el Hotel Fairfield Inn by Marriott Aeropuerto revisada en el plano anexo y cuantificada en campo, es la siguiente:

LAZO DE EMERGENCIA MTYAP - MTYFI	
DISTANCIA INTERCONEXION	
211.92	

A la distancia calculada se le agrega un 10% más en la longitud del cableado para empates e interconexiones y se obtiene una distancia corregida (metros lineales).

LAZO DE EMERGENCIA MTYAP - MTYFI		
DISTANCIA INTERCONEXION	DISTANCIA CORREGIDA	INTENSIDAD CORRIENTE MAX (A)
211.92	233.112	738.9648

Por lo tanto la distancia que se tomara en cuenta para efectos de análisis del enlace de emergencia desde el transformador del Hotel Hampton Inn hacia el Hotel Fairfield Inn by Marriott Aeropuerto será de **233.112 metros lineales de cableado.**



## Determinación Cédulas de Cableado

Ya una vez calculadas las dos distancias lineales para el cableado de enlace del circuito de emergencia desde el transformador del Hotel Hampton Inn hacia el Hotel Courtyard by Marriott Aeropuerto (**70.092 metros lineales de cableado**) y el Hotel Fairfield Inn by Marriott (**233.112 metros lineales de cableado**) se propondrán diferentes calibres de conductores para seleccionar el mas viable en cuanto a precio y maleabilidad.

Para validar que calibres de conductores tienen la capacidad de conducción de la máxima intensidad de corriente (**738.9648 Amperes**) que soportará el cable enlace en caso de falla en el suministro de energía eléctrica del circuito 34,500 volts de cada uno de los 2 circuitos nos apoyamos en la **Tabla 310-16** de la Norma Oficial Mexicana **Nom-001-Sede-1999 de Instalaciones Eléctricas**.

### Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999

Tabla 310-16 Capacidad de conducción de corriente en Ampere de conductores aislados de 0 a 2000 V, 60 a 90 °C no más de 3 conductores en un cable, en una canalización o directamente enterrados y para una temperatura ambiente de 30 °C.

Calibre AWG- kcmil	Temperaturas Máximas de operación (véase tabla 310-13)					
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
	Tipos TW*	Tipos RHW*, THW*, THW-LB, THHW-LB, THWN*, XHHW* USE*	Tipos SA, SIS, FEP*, FEB*, RHM*, RHW-2, THW-2, THHW*, THW-LB, TT, THWN-2, THHN*, USE-2, XHHW-2	Tipos TW*	Tipos RHW*, THW*, THHW*, THW-LB, THHW-LB, THWN*, XHHW* USE*	Tipos SA, SIS, FEP*, FEB*, RHM*, RHW-2, THW-2, THHW*, THW-LB, TT, THWN-2, THHN*, USE-2, XHHW-2
	Cobre			Aluminio o Aluminio recubierto de cobre		
18	----	----	14	----	----	----
16	----	----	18	----	----	----
14	20*	20*	25*	----	----	----
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*
10	30	35*	40*	25*	30*	35*
8	40	50	55	30	40	45
6	55	65	75	40	50	60
4	70	85	95	55	65	75
2	95	115	130	75	90	100
1	110	130	150	85	100	115
1/0	125	150	170	100	120	135
2/0	145	175	195	115	135	150
3/0	165	200	225	130	155	175
4/0	195	230	260	150	180	205
250	215	255	290	170	205	230
300	240	285	320	190	230	255
350	260	310	350	210	250	280
400	280	335	380	225	270	305
500	320	380	430	260	310	350
600	355	420	475	285	340	385
750	400	475	535	320	385	438
1000	455	545	615	375	445	500

Factores de corrección por temperatura ambiente

Temperatura Ambiente °C	Para temperatura ambiente diferente de 30°C, multiplique los valores que aparecen arriba, por el factor de corrección apropiado que aparece abajo.					
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41

La protección para sobrecorriente para conductores de cobre, Aluminio o ALuminio recubierto de cobre, en los tipos marcados con un \* no debe exceder de: 15 A para 14 AWG, 20 A para 12 AWG y 30 A para 10 AWG, para conductores de cobre., 15 A para 12 AWG y 25 A para 10 AWG para conductores de aluminio o aluminio recubiertos de cobre después de corrección por temperatura ambiente y agrupamiento de conductores.

De la Tabla 310-16 seleccionamos los siguientes conductores de acuerdo a su capacidad de conducción, tomando en cuenta una temperatura máxima de operación de 75 °C al ser circuitos superiores de 100 amperes.

CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	CAPACIDAD DE CONDUCCION (A)
<b>4/0 AWG</b>	<b>230</b>
<b>400 KCM</b>	<b>335</b>
<b>500 KCM</b>	<b>380</b>

Conociendo la intensidad de corriente máxima que soportará cada uno de los 2 circuitos de enlace (**738.9648 amperes**) y la capacidad de conducción (**amperes**) de los calibres de cables seleccionados, se efectúa una división para obtener el número de conductores (hilos) por fase del circuito.

INTENSIDAD CORRIENTE MAX (A)	CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	CAPACIDAD DE CONDUCCION (A)	COCIENTE INTENSIDAD CORRIENTE / CONDUCTOR
<b>738.9648</b>	<b>4/0 AWG</b>	<b>230</b>	<b>3.2129</b>
	<b>400 KCM</b>	<b>335</b>	<b>2.2059</b>
	<b>500 KCM</b>	<b>380</b>	<b>1.9446</b>

El cociente de la división genera número decimales los cuales serán redondeados al número inmediato superior y con esto obtener el número exacto de conductores (hilos) por fase del circuito.

INTENSIDAD CORRIENTE MAX (A)	CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	CAPACIDAD DE CONDUCCION (A)	COCIENTE INTENSIDAD CORRIENTE / CONDUCTOR	NUMERO COND. POR FASE
<b>738.9648</b>	<b>4/0 AWG</b>	<b>230</b>	<b>3.2129</b>	<b>4</b>
	<b>400 KCM</b>	<b>335</b>	<b>2.2059</b>	<b>3</b>
	<b>500 KCM</b>	<b>380</b>	<b>1.9446</b>	<b>2</b>

Por lo tanto de cada calibre de conductor se obtiene un número de conductores por fase:

CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	NUMERO COND. POR FASE
<b>4/0 AWG</b>	<b>4</b>
<b>400 KCM</b>	<b>3</b>
<b>500 KCM</b>	<b>2</b>

Con el número de conductores por fase capaces de soportar la máxima corriente eléctrica y la distancia de los circuitos de enlace de cada uno de los 2 Hoteles, se obtienen los costos promedios de acuerdo a la cedula de cableado que podría utilizarse.

## Cotización cedula de cableado.

Se cotizan los costos unitarios del metro lineal de las cedula de cableado 4/0 AWG, 400 KCM y 500 KCM respectivamente con 2 de los mas grandes proveedores de material eléctrico, Surtidor Eléctrico S. A. y Mayoreo Eléctrico de Monterrey S. A.

### PROVEEDOR # 1

CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	CANTIDAD BOBINA (M)	Proveedor	
		SURTIDOR ELECTRICO S. A.	COSTO UNITARIO (M)
4/0 AWG	100	\$15,533.03	\$155.3303
400 KCM	1000	\$298,150.00	\$298.1500
500 KCM	1000	\$362,990.00	\$362.9900

### PROVEEDOR # 2

CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	CANTIDAD BOBINA (M)	Proveedor	
		MAYOREO ELECTRICO DE MONTERREY S. A.	COSTO UNITARIO (M)
4/0 AWG	100	\$16,037.76	\$160.3776
400 KCM	100	\$30,784.04	\$307.8404
500 KCM	100	\$37,479.13	\$374.7913

Precios más IVA.

Una vez determinados todos los parámetros: distancias, número de conductores (hilos) por fase y costo de las diferentes cedula de cableado, se procede ha realizar el calculo del costo de las diferentes cedula de cableado.

### Calculo 1: Costo de cableado distancia # 1

Enlace de emergencia desde el transformador del Hotel Hampton Inn hacia el Hotel Courtyard by Marriott Aeropuerto.

DISTANCIA CORREGIDA	CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	NUMERO COND. POR FASE	LONGITUD (M) CABLE POR FASE	LONGITUD (M) CABLE TRIFASICO	COSTO CABLE (M. N.)
70.092	4/0 AWG	4	280.368	841.104	\$130,648.94
	400 KCM	3	210.276	630.828	\$188,081.37
	500 KCM	2	140.184	420.552	\$152,656.17

Notas:

- La longitud (metros) del cable por fase es producto de la multiplicación del número de conductores por fase y la distancia corregida.
- La longitud (metros) del cable trifásico es la distancia total de interconexión del circuito tomando en cuenta que es un sistema trifásico.

De los diferentes costos obtenidos por facilidad de instalación, maleabilidad y recomendación del fabricante se seleccionara el calibre **500 KCM** por lo tanto el monto necesario para cubrir la distancia # 1 **Enlace de emergencia desde el transformador del Hotel Hampton Inn hacia el Hotel Courtyard by Marriott Aeropuerto** es de:

CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	COSTO CABLE (M. N.)
500 KCM	\$152,656.17

## Calculo 2: Costo de cableado distancia # 2

Enlace de emergencia desde el transformador del Hotel Hampton Inn hacia el Hotel Fairfield Inn by Marriott Aeropuerto.

DISTANCIA CORREGIDA	CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	NUMERO COND. POR FASE	LONGITUD (M) CABLE POR FASE	LONGITUD (M) CABLE TRIFASICO	COSTO CABLE (M. N.)
233.112	4/0 AWG	4	932.448	2797.344	\$434,512.28
	400 KCM	3	699.336	2098.008	\$625,521.09
	500 KCM	2	466.224	1398.672	\$507,703.95

Notas:

- La longitud (metros) del cable por fase es producto de la multiplicación del número de conductores por fase y la distancia corregida.
- La longitud (metros) del cable trifásico es la distancia total de interconexión del circuito tomando en cuenta que es un sistema trifásico.

De los diferentes costos obtenidos por facilidad de instalación, maleabilidad y recomendación del fabricante se seleccionara el calibre **500 KCM** por lo tanto el monto necesario para cubrir la distancia # 1 **Enlace de emergencia desde el transformador del Hotel Hampton Inn hacia el Hotel Fairfield Inn by Marriott Aeropuerto** es de:

CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	COSTO CABLE (M. N.)
500 KCM	\$507,703.95

**Observaciones Análisis Opción # 1:**

- **Para efectos de estudio no se toma en consideración caídas de tensión.**
- **Para efectos de estudio no se toma en cuenta canalizaciones.**
- **Para efectos de estudio no se considera costos de instalación no obra civil.**

## Análisis Opción # 2

- **Instalar una planta de emergencia en común con una capacidad de 500 KW para satisfacer la demanda eléctrica del Hoteles Courtyard by Marriott Aeropuerto y el Hotel Fairfield Inn by Marriott en momentos de falla del circuito eléctrico.**

Con esta opción en la cual se pretende instalar una sola planta de emergencia de 500 KW que de servicio a los 2 Hoteles conectados al circuito de 34,500 volts de la Comisión Federal de Electricidad y que presenta fallas considerables constantemente, se tendría que instalar la planta de emergencia en un punto medio entre las distancias que están situados ambos Hoteles y de esta manera distribuir de la mejor forma la energía generada por la planta.

Como primer paso se calcula la intensidad de corriente máxima (amperes) generados por la planta de emergencia de 500 KW tomando como base un factor de potencia de 0.8 y un voltaje de operación de 220 V.

VOLTAJE OPERACIÓN (V)	FACTOR POTENCIA	CAPACIDAD GENERADOR (KW)	INTENSIDAD CORRIENTE MAX (A)
220	0.8	500	1,642.1440

Una vez obtenida la intensidad de corriente máxima (**1,642.144 Amperes**) se calculara la distancia de interconexión entre la planta de emergencia y cada uno de los Hoteles.



Tomando en cuenta que la planta estaría situada en el punto medio de la distancia entre ambos Hoteles, seria una distancia única a calcular.

### **Distancia Única**

La distancia única calculada para la colocación del punto medio de la planta de emergencia de 500 KW que compartirían el Hotel Courtyard by Marriott Aeropuerto y el Hotel Fairfield Inn by Marriott Aeropuerto revisada en el plano anexo y cuantificada en campo, es la siguiente:

PLANTA EMERGENCIA 500 KW	
DISTANCIA INTERCONEXION	
<b>228.03</b>	

A la distancia calculada se le agrega un 10% más en la longitud del cableado para empates e interconexiones y se obtiene una distancia corregida (metros lineales).

PLANTA EMERGENCIA 500 KW		
DISTANCIA INTERCONEXION	DISTANCIA CORREGIDA	INTENSIDAD CORRIENTE MAX (A)
<b>228.03</b>	<b>250.833</b>	<b>1,642.1440</b>

La distancia que se tomará en cuenta para efectos de estudio será de **250.833**

**metros lineales de cableado.**

## Determinación Cédulas de Cableado

Una vez calculadas la distancia única lineal para la conexión de la planta de emergencia en común de 500 KW para el del Hotel Courtyard by Marriott aeropuerto y el Hotel Fairfield Inn by Marriott Aeropuerto (**250.833 metros lineales de cableado**) se propondrán diferentes calibres de conductores para seleccionar el mas viable en cuanto a precio y maleabilidad.

Para seleccionar que calibres de conductores tienen la capacidad de conducción de la máxima intensidad de corriente (**1,642.144 Amperes**) que soportará el cable de conexión, nos apoyamos en la **Tabla 310-16** de la Norma Oficial Mexicana **Nom-001-Sede-1999 de Instalaciones Eléctricas**.

### Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999

Tabla 310-16 Capacidad de conducción de corriente en Ampere de conductores aislados de 0 a 2000 V, 60 a 90 °C no más de 3 conductores en un cable, en una canalización o directamente enterrados y para una temperatura ambiente de 30 °C.

Calibre AWG- kcmil	Temperaturas Máximas de operación (véase tabla 310-13)					
	60°C		75°C		90°C	
	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos	Tipos
	TW*	RHW*, THW*, THHW*, THW-LB, THHW-LB, THWN*, XHHW* USE*	SA, SIS, FEP*, FEB*, RHM*, RHW-2, THW-2, THHW*, THW-LB, TT, THWN-2, THHN*, USE-2, XHHW-2	60°C Tipos TW* UF*	75°C Tipos RHW*, THW*, THHW*, THW-LB, THHW-LB, THWN*, XHHW* USE*	90°C Tipos SA, SIS, FEP*, FEB*, RHM*, RHW-2, THW-2, THHW*, THW-LB, TT, THWN-2, THHN*, USE-2, XHHW-2
	Cobre			Aluminio o Aluminio recubierto de cobre		
18	----	----	14	----	----	----
16	----	----	18	----	----	----
14	20*	20*	25*	----	----	----
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*
10	30	35*	40*	25*	30*	35*
8	40	50	55	30	40	45
6	55	65	75	40	50	60
4	70	85	95	55	65	75
2	95	115	130	75	90	100
1	110	130	150	85	100	115
1/0	125	150	170	100	120	135
2/0	145	175	195	115	135	150
3/0	165	200	225	130	155	175
4/0	195	230	260	150	180	205
250	215	255	290	170	205	230
300	240	285	320	190	230	255
350	260	310	350	210	250	280
400	280	335	380	225	270	305
500	320	380	430	260	310	350
600	355	420	475	285	340	385
750	400	475	535	320	385	438
1000	455	545	615	375	445	500

Factores de corrección por temperatura ambiente

Temperatura Ambiente °C	Para temperatura ambiente diferente de 30°C, multiplique los valores que aparecen arriba, por el factor de corrección apropiado que aparece abajo.					
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41

La protección para sobrecorriente para conductores de cobre, Aluminio o ALuminio recubierto de cobre, en los tipos marcados con un \* no debe exceder de: 15 A para 14 AWG, 20 A para 12 AWG y 30 A para 10 AWG, para conductores de cobre., 15 A para 12 AWG y 25 A para 10 AWG para conductores de aluminio o aluminio recubiertos de cobre después de corrección por temperatura ambiente y agrupamiento de conductores.

De la Tabla 310-16 seleccionamos los siguientes conductores de acuerdo a su capacidad de conducción, tomando en cuenta una temperatura máxima de operación de 75 °C al ser circuitos superiores de 100 amperes.

CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	CAPACIDAD DE CONDUCCION (A)
<b>4/0 AWG</b>	<b>230</b>
<b>400 KCM</b>	<b>335</b>
<b>500 KCM</b>	<b>380</b>

Con la intensidad de corriente máxima que podría generar la planta de emergencia de 500 KW (**1,642.144 amperes**) y la capacidad de conducción (**amperes**) de los calibres de cables propuestos, se efectúa una división para obtener el número de conductores (hilos) por fase de la conexión.

INTENSIDAD CORRIENTE MAX (A)	CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	CAPACIDAD DE CONDUCCION (A)	COCIENTE INTENSIDAD CORRIENTE / CONDUCTOR
1,642.1440	4/0 AWG	230	7.1398
	400 KCM	335	4.9019
	500 KCM	380	4.3214

El resultado de la división genera número decimales los cuales serán redondeados al número inmediato superior y con esto obtener el número exacto de conductores (hilos) por fase del circuito.

INTENSIDAD CORRIENTE MAX (A)	CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	CAPACIDAD DE CONDUCCION (A)	COCIENTE INTENSIDAD CORRIENTE / CONDUCTOR	NUMERO COND. POR FASE
1,642.1440	4/0 AWG	230	7.1398	8
	400 KCM	335	4.9019	5
	500 KCM	380	4.3214	5

Por lo tanto de cada calibre de conductor se obtiene un número de conductores por fase:

CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	NUMERO COND. POR FASE
4/0 AWG	8
400 KCM	5
500 KCM	5

Con el número de conductores por fase del circuito de conexión capaces de soportar la máxima corriente eléctrica y la distancia única entre la planta de emergencia y los 2 Hoteles, se obtienen los costos promedios de acuerdo a la cedula de cableado que podría utilizarse.

Se cotizan los costos unitarios del metro lineal de los calibres de cableado 4/0 AWG, 400 KCM y 500 KCM respectivamente con 2 de los más grandes proveedores de material eléctrico, Surtidor Eléctrico S. A. y Mayoreo Eléctrico de Monterrey S. A.

**PROVEEDOR # 1**

Proveedor		
CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	SURTIDOR ELECTRICO S. A.	COSTO UNITARIO (M)
4/0 AWG	\$15,533.03	\$155.3303
400 KCM	\$298,150.00	\$298.1500
500 KCM	\$362,990.00	\$362.9900

**PROVEEDOR # 2**

Proveedor		
CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	MAYOREO ELECTRICO DE MONTERREY S. A.	COSTO UNITARIO (M)
4/0 AWG	\$16,037.76	\$160.3776
400 KCM	\$30,784.04	\$307.8404
500 KCM	\$37,479.13	\$374.7913

Precios más IVA.

Ya una vez teniendo todos los datos: distancia única, corriente máxima de operación de la planta de emergencia de 500 KW, número de hilos por fase y costo de los diferentes conductores se procede ha realizar el cálculo del cableado.

**Calculo: Costo de cableado distancia única.**

Circuito de conexión planta de emergencia en común (500 KW) para los Hoteles Courtyard by Marriott Aeropuerto y Fairfield Inn by Marriott Aeropuerto.

DISTANCIA CORREGIDA	CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	NUMERO COND. POR FASE	LONGITUD (M) CABLE POR FASE	LONGITUD (M) CABLE TRIFASICO	COSTO CABLE (M. N.)
250.833	4/0 AWG	8	2006.664	6019.992	\$935,087.16
	400 KCM	5	1254.165	3762.495	\$1,121,787.88
	500 KCM	5	1254.165	3762.495	\$1,365,748.06

Notas:

- La longitud (metros) del cable por fase es producto de la multiplicación del número de conductores por fase y la distancia corregida.
- La longitud (metros) del cable trifásico es la distancia total de interconexión del circuito tomando en cuenta que es un sistema trifásico.

De los diferentes costos obtenidos por facilidad de instalación, maleabilidad y recomendación del fabricante se seleccionara el calibre **500 KCM** por lo tanto el monto necesario para cubrir la distancia única para el circuito de conexión de la **Planta de emergencia en común del Hotel Courtyard by Marriott aeropuerto y el Hotel Fairfield Inn by Marriott Aeropuerto** es de:

CLASIFICACION DE CABLEADO (AWG o KCM)	COSTO CABLE (M. N.)
500 KCM	\$1,365,748.06

## Cotización Planta de Emergencia 500 KW

Se hizo un estudio de precios con varias compañías dedicadas a la compra y venta de Plantas de Emergencia y se obtuvieron las siguientes cotizaciones (ver comparativa de precios, cotizaciones y fichas técnicas anexas):

### Cotización # 1: SAGA S. A. de C. V.

<b>SAGA S.A. DE C.V.</b>					
<i>Clave</i>	<i>Conceptos</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANT</i>	<i>PU</i>	<i>IMPORTE (DLS)</i>
PE300KW	PLANTE DE EMERGENCIA 500 KW 220V MOTOR CUMMINS GENERADOR STAMFORD 6 CILINDROS EN LINEA, 4 TIEMPOS, 1800 R.P.M.	PZA	1	\$73,550.00	\$73,550.00
	TACONES DE NEOPRENO PARA SUJECION A BASE-ESTRUCTURA Y CASETA	LOTE	1	\$0.00	\$0.00
	FLETE MEXICO-MONTERREY N.L.	SERVICIO	1	\$0.00	
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2000 AMP	PZA	1	\$0.00	\$0.00
	INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA 220 V 1500 AMP. GABINETE NEMA	PZA	1	\$7,550.00	\$7,550.00
	CASETA DE INTEMPERIE ACUSTICA 72 DB (A) CONECCION INTERRIOR.	PZA	1	\$9,115.00	\$9,115.00
	FILTRO SEPARADOR	PZA	1	\$0.00	\$0.00
	MANEOBRAS DE GRUA	SERVICIO	1	\$0.00	\$0.00
<b>MONTO PROPUESTA</b>					<b>\$90,215.00</b>
<b>ANTICIPO SOLICITADO</b>					<b>Interruptor term. 2000 A se incluye en monto de la planta</b>

**Cotización # 2: Ingeniería y Sistemas Técnicos Especializados S. A. de C. V.**

<b>INGENIERIA Y SISTEMAS TECNICOS ESPECIALIZADOS S.A. DE C.V.</b>					
<i>Clave</i>	<i>Conceptos</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANT</i>	<i>PU</i>	<i>IMPORTE (DLS)</i>
PE300KW	PLANTE DE EMERGENCIA 500 KW 220V MOTOR CUMMINS GENERADOR STAMFORD 6 CILINDROS EN LINEA, 4 TIEMPOS, 1800 R.P.M.	PZA	1	\$60,707.00	\$60,707.00
	TACONES DE NEOPRENO PARA SUJECION A BASE-ESTRUCTURA Y CASETA	LOTE	1	\$950.00	\$950.00
	FLETE MEXICO-MONTERREY N.L.	SERVICIO	1	\$1,650.00	\$1,650.00
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2000 AMP	PZA	1	\$4,150.00	\$4,150.00
	INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA 220 V 1500 AMP. GABINETE NEMA	PZA	1	\$7,320.00	\$7,320.00
	CASETA DE INTEMPERIE ACUSTICA 72 DB (A) CONECCION INTERRIOR.	PZA	1	\$9,015.00	\$9,015.00
	FILTRO SEPARADOR	SERVICIO	1	\$1,700.00	\$1,700.00
	MANEOBRAS DE GRUA	PZA	1	\$1,550.00	\$1,550.00
<b>MONTO PROPUESTA</b>					<b>\$87,042.00</b>
<b>ANTICIPO SOLICITADO</b>					<b>Interruptor term. 2000 A se incluye en monto de la planta</b>



**Cotización # 3: MANTELEK S. A. DE C. V.**

<b>MANTELEK S.A. DE C.V.</b>					
<i>Clave</i>	<i>Conceptos</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANT</i>	<i>PU</i>	<i>IMPORTE (DLS)</i>
PE300KW	PLANTE DE EMERGENCIA 500 KW 220V MOTOR CUMMINS GENERADOR STAMFORD 6 CILINDROS EN LINEA, 4 TIEMPOS, 1800 R.P.M.	PZA	1	\$85,871.00	\$85,871.00
	TACONES DE NEOPRENO PARA SUJECION A BASE-ESTRUCTURA Y CASETA	LOTE	1	\$0.00	\$0.00
	FLETE MEXICO-MONTERREY N.L.	SERVICIO	1	\$0.00	
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2000 AMP	PZA	1	\$0.00	\$0.00
	INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA 220 V 1500 AMP. GABINETE NEMA	PZA	1	\$8,540.00	\$8,540.00
	CASETA DE INTEMPERIE ACUSTICA 72 DB (A) CONECCION INTERRIOR.	PZA	1	\$0.00	\$0.00
	FILTRO SEPARADOR	SERVICIO	1	\$0.00	\$0.00
	MANEOBRAS DE GRUA	PZA	1	\$0.00	\$0.00
<b>MONTO PROPUESTA</b>					<b>\$94,411.00</b>
<b>ANTICIPO SOLICITADO</b>					<b>Caseta acustica se incluye en monto de la planta</b>

De las diferentes cotizaciones analizadas referentes ala Planta de Emergencia de 500 KW que alimentaria en caso de falla o ausencia de energía eléctrica a los 2 Hoteles, el proveedor seccionado por mejor precio y alcances en la propuesta es **Ingeniería y Sistemas Técnicos Especializados S. A. de C. V.** con un monto de:

**\$ 87,042.00 Dólares Americanos.**

El monto total de este proyecto es la sumatoria del costo de cableado para el circuito de conexión entre los 2 Hoteles – planta de emergencia y el costo de la adquisición de la planta de emergencia en común para ambas propiedades.

Costo total del cableado: \$ 1, 365,748.06 pesos M. N. + IVA.

Costo Planta de Emergencia 500 KW: \$87,042 dólares americanos + IVA

Tipo de cambio a la fecha: \$10.60 pesos M. N. por dólar americano

**Monto total del Proyecto: Costo total cableado + costo planta emergencia**

**Monto total del Proyecto: \$2, 288,393.26 pesos M. N.**

**Observaciones Análisis Opción # 2:**

- **Para efectos de estudio no se toma en consideración caídas de tensión.**
- **Para efectos de estudio no se toma en cuenta canalizaciones.**
- **Para efectos de estudio no se considera costos de instalación no obra civil.**
- **El costo total del proyecto seria la compra de la planta de emergencia más el costo del cableado de interconexión de los 2 Hoteles.**

### **Análisis Opción # 3**

- **Instalar una planta de emergencia individual con capacidad de 300 KW para cada hotel con tablero de transferencia automática y de esta forma evitar cualquier molestia al presentarse una falla o corte en el suministro de energía eléctrica.**

Al instalar una planta de emergencia independiente de 300 KW para el Hotel Courtyard by Marriott Aeropuerto y una para el Hotel Fairfield Inn by Marriott Aeropuerto, no se requieren instalaciones de cableado de grandes distancias solamente es la compra de la planta de emergencia.

Si cada Hotel contara con una planta de emergencia propia se asegura el servicio interrumpido al momento de falla del circuito eléctrico por parte de la Comisión Federal de Electricidad, ya que este servicio de emergencia cuenta con un tablero de transferencia automático que opera en escasos segundos al presentarse un problema en el suministro normal de energía.

Se realiza un estudio de precios con diferentes proveedores de plantas de emergencia y estas son las cotizaciones (ver comparativa de precios, cotizaciones y fichas técnicas anexas):

**Cotización #1: SAGA S. A. de C. V.**

<b>SAGA S.A. DE C.V.</b>					
<i>Clave</i>	<i>Conceptos</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANT</i>	<i>PU</i>	<i>IMPORTE (DLS)</i>
PE300KW	PLANTE DE EMERGENCIA 300 KW 220V MOTOR CUMMINS GENERADOR STAMFORD 6 CILINDROS EN LINEA, 4 TIEMPOS, 1800 R.P.M.	PZA	1	\$43,666.00	\$43,666.00
	TACONES DE NEOPRENO PARA SUJECION A BASE-ESTRUCTURA Y CASETA	LOTE	1	\$0.00	\$0.00
	FLETE MEXICO-MONTERREY N.L.	SERVICIO	1	\$0.00	
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 1000 AMP	PZA	1	\$0.00	\$0.00
	INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA 220 V 9000 AMP. GABINETE NEMA	PZA	1	\$5,190.00	\$5,190.00
	CASETA DE INTEMPERIE ACUSTICA 72 DB (A) CONECCION INTERIOR.	PZA	1	\$8,177.00	\$8,177.00
	MANEOBRAS DE GRUA	SERVICIO	1	\$0.00	\$0.00
<b>MONTO PROPUESTA</b>					<b>\$57,033.00</b>

**Cotización #2: Ingeniería y Sistemas Técnicos Especializados S. A. de C. V.**

<b>TECNICOS ESPECIALIZADOS S.A. DE C.V.</b>					
<i>Clave</i>	<i>Conceptos</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANT</i>	<i>PU</i>	<i>IMPORTE (DLS)</i>
PE300KW	PLANTE DE EMERGENCIA 300 KW 220V MOTOR CUMMINS GENERADOR STAMFORD 6 CILINDROS EN LINEA, 4 TIEMPOS, 1800 R.P.M.	PZA	1	\$37,650.00	\$37,650.00
	TACONES DE NEOPRENO PARA SUJECION A BASE-ESTRUCTURA Y CASETA	LOTE	1	\$450.00	\$450.00
	FLETE MEXICO-MONTERREY N.L.	SERVICIO	1	\$1,250.00	\$1,250.00
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 1000 AMP	PZA	1	\$2,500.00	\$2,500.00
	INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA 220 V 9000 AMP. GABINETE NEMA	PZA	1	\$4,850.00	\$4,850.00
	CASETA DE INTEMPERIE ACUSTICA 72 DB (A) CONECCION INTERIOR.	PZA	1	\$8,050.00	\$8,050.00
	MANEOBRAS DE GRUA	SERVICIO	1	\$0.00	\$0.00
<b>MONTO PROPUESTA</b>					<b>\$54,750.00</b>

**Cotización #3: Mantelek S. A. de C. V.**

<b>MANTELEK S.A. DE C.V.</b>					
<i>Clave</i>	<i>Conceptos</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANT</i>	<i>PU</i>	<i>IMPORTE (DLS)</i>
PE300KW	PLANTE DE EMERGENCIA 300 KW 220V MOTOR CUMMINS GENERADOR STAMFORD 6 CILINDROS EN LINEA, 4 TIEMPOS, 1800 R.P.M.	PZA	1	\$57,414.00	\$57,414.00
	TACONES DE NEOPRENO PARA SUJECION A BASE-ESTRUCTURA Y CASETA	LOTE	1	\$0.00	\$0.00
	FLETE MEXICO-MONTERREY N.L.	SERVICIO	1	\$0.00	
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 1000 AMP	PZA	1	\$0.00	\$0.00
	INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA 220 V 9000 AMP. GABINETE NEMA	PZA	1	\$9,549.00	\$9,549.00
	CASETA DE INTEMPERIE ACUSTICA 72 DB (A) CONECCION INTERIOR.	PZA	1	\$0.00	\$0.00
	MANEOBRAS DE GRUA	SERVICIO	1	\$0.00	\$0.00
<b>MONTO PROPUESTA</b>					<b>\$66,963.00</b>

De las cotizaciones analizadas referentes ala Planta de Emergencia de 300 KW que alimentaria en caso de falla o ausencia de energía eléctrica a cada unos de los 2 Hoteles, el proveedor seccionado por mejor precio y alcances en la propuesta es **Ingeniería y Sistemas Técnicos Especializados S. A. de C. V.** con un monto de:

**\$ 54,750.00 Dólares Americanos.**

# Normatividades

El Capítulo 7 – Condiciones Especiales de la Norma Oficial Mexicana de Instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-1999 rige los lineamientos en los cuales se puede instalar un sistema eléctrico de reserva (emergencia) y en esta sección se observarán los mas relevantes para la instalación que pretendemos hacer.

## CAPÍTULO 7 (4.7) CONDICIONES ESPECIALES

### ARTÍCULO 700 - SISTEMAS DE EMERGENCIA

#### A. Disposiciones generales

**700-1. Alcance.** Los requisitos de este Artículo se aplican a la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de emergencia constituidos por circuitos y equipos destinados a alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para iluminación o fuerza, cuando se interrumpe el suministro normal de energía eléctrica.

Los sistemas de emergencia son aquellos requeridos por Ley y clasificados como tales por reglamentaciones, decretos o legislaciones federales vigentes.

Estos sistemas deben suministrar iluminación o fuerza automáticamente a las áreas críticas y a los equipos, necesarios para la seguridad de la vida humana, en el caso de falla del suministro normal de energía eléctrica o de los elementos del sistema.

**NOTA 1:** Para más información de los requisitos en instalaciones para áreas de atención a la salud véase el Artículo 517.

**NOTA 2:** Los sistemas de emergencia son generalmente instalados en lugares de reunión donde la iluminación artificial es necesaria para asegurar la salida del local, o para controlar el pánico en edificios con gran concentración de personas, tales como hoteles, teatros, canchas deportivas, centros comerciales, servicios de asistencia médica o lugares similares. Los sistemas de emergencia también deben proveer la energía necesaria para equipos tales como: ventiladores, sistemas de alarmas y detección de incendios, ascensores, bombas para equipo contra incendio, sistemas de comunicación de seguridad pública, procesos industriales, y otros con funciones similares donde la interrupción de la energía eléctrica podría producir serios riesgos a la integridad de la vida humana.

El artículo 700-6 nos habla acerca del equipo de transferencia de una planta de emergencia el cual debe de ser automático y de bloqueo mecánico, evitando funcionamiento involuntario en paralelo cuando se use medios para desvío.

**700-6. Equipo de transferencia.** El equipo de transferencia debe ser automático y aprobado para este uso. Debe ser diseñado e instalado para prevenir la conexión accidental de la alimentación normal y la fuente de emergencia, por medio de bloqueo mecánico. Véase 230-83.

Se permite el uso de medios para desvío y separación del equipo de transferencia. Cuando se usen estos medios, se debe evitar el funcionamiento involuntario en paralelo.

El Artículo 702 – Sistemas de reserva opcionales nos permite instalar una planta de emergencia utilizando la misma instalación eléctrica del suministro normal (cableado, canalizaciones, interruptores) del Hotel siempre y cuando la planta de emergencia tenga la capacidad de soportar la instalación al 100% de su capacidad al momento de presentarse una falla o ausencia en el suministro eléctrico.

#### ARTÍCULO 702 - SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES

##### A. Disposiciones generales

**702-1. Alcance.** Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación y operación de los sistemas de reserva opcionales.

Los sistemas a que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, incluyendo la fuerza motriz.

**702-2. Sistemas de reserva opcionales.** Los sistemas de reserva opcionales tienen por objeto proteger negocios o propiedades privadas, donde la seguridad de la vida de las personas no depende del funcionamiento de estos sistemas. Se instalan para abastecer en sitio cargas seleccionadas en forma manual o automática.

**NOTA:** Los sistemas de reserva opcionales se instalan típicamente para proveer una fuente alterna de energía en instalaciones tales como: edificios comerciales, edificios industriales, granjas y residencias, así como para abastecer cargas de sistemas de calefacción, refrigeración, sistemas de procesamiento de datos, comunicaciones y procesos industriales; en los cuales una falla del suministro normal de energía eléctrica puede ocasionar incomodidad, interrupción de un proceso, daños a productos, o situaciones similares.

La planta de emergencia se instala típicamente para proveer una fuente alterna de energía en instalaciones como: edificios comerciales e industriales en las cuales una falla en el suministro normal de energía puede ocasionar incomodidad, interrupción de procesos, etc.

Artículo 702 – 6 Equipo de Transferencia, este debe ser diseñado e instalado para prevenir conexión accidental de la alimentación normal y de la fuente alterna.

**702-6. Equipo de transferencia.** El equipo de transferencia debe ser diseñado e instalado para prevenir la conexión accidental de la alimentación normal y la fuente alterna.

Se permite que el equipo de transferencia conectado después del dispositivo de protección del circuito derivado, contenga otros dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, con corriente de interrupción suficiente para soportar la corriente eléctrica máxima de falla disponible en las terminales de generador.

Artículo 702 – 9 Alambrado de los sistemas de Reserva Opcional, se permite ocupar las mismas canalizaciones, cable, tablero, etc., del sistema normal de energía.

**B. Alambrado de circuitos**

**702-9 Alambrado de los sistemas de reserva opcionales.** Se permite que el alambrado de los sistemas de reserva opcionales ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes del sistema normal.



## Conclusiones

- La opción numero 1 – establecer un lazo de conexión de emergencia del Hotel Hampton Aeropuerto hacia los otros Hoteles Courtyard y Fairfield **no es factible** por los altos gastos de cableado para la interconexión y el transformador no tiene la capacidad de soportar la carga de los 3 Hoteles.
- La opción numero 2 – instalar una planta de emergencia en común de 500 KW para soportar la carga de los Hoteles Courtyard y Fairfield en caso de falla del suministro eléctrico **no es factible** ya que el costo de cableado para el circuito de conexión es alrededor del 150% del costo de la planta.
- La opción numero 3 – instalar una planta individual de 300 KW para el Hotel Courtyard y una planta para el Hotel Fairfield **si es factible** con esta propuesta se evitan los costos de cablear grandes distancias de interconexión, las altas caídas de tensión y la confiabilidad de respuesta del equipo es mayor.

# Referencias

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento
- Norma Oficial Mexicana de Instalaciones Eléctricas Nom-001-Sede-1999
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento
- NOM-008-SCFI, Sistema General de Unidades de Medida
- NMX-J-098, Sistemas eléctricos de potencia - Suministro - Tensiones eléctricas normalizadas