

2

1 ejemplar



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

A R A G O N

SEÑALAMIENTO LUMINOSO EN EL
AEROPUERTO DE AGUASCALIENTES
A. G. S.

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

JESUS BUENO CAMPOS

México, D. F.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

Introducción	1
Capítulo I	
Ayudas Visuales Luminosas en Aeropuertos	5
Normalización	5
Ayudas Visuales	6
Alimentación de Energía y Control	21
Capítulo II	
Descripción General de los materiales empleados en -	
Ayudas Visuales para Aeropuertos	24
Tipos de Cables Aplicados	24
Análisis de los problemas eléctricos en cables sin -	
Pantalla	27
Pruebas de campo a conductores directamente --	
enterrados	29
Localización de Fallas	37
Capítulo III	
Factores que determinan los diferentes tipos de -	
Ayudas Visuales Luminosas en Aeropuertos	51
Proyecto	51
Construcción	73

Pruebas -----	74
Capítulo IV	
Cálculo del Sistema Eléctrico para Ayudas Visuales - del Aeropuerto de Aguascalientes, Ags. -----	77
Memoria Técnica -----	77
Cálculo de Voltaje de Operación de Circuitos Alimenta- dores, determinación de la capacidad del equipo y Efi- ciencia -----	79
Luces de Borde de Pista -----	79
Luces de Borde de Rodaje -----	84
Circuito alimentador, Equipos Vasí -----	87
Alumbrado para conos de vientos -----	91
Equipo Reil -----	94
Cálculo de Distribución de Lámparas, en curvas de pista, rodajes y plataformas -----	98
Capítulo V	
Detalles Constructivos -----	105
Planta general de Ductos, registros y zanjas -----	106
Planta general de señalamiento luminoso -----	110
Instalación para vasi, Reil, cono de viento, proyector de techo y faro giratorio -----	114
Capítulo VI	
Conclusiones -----	126

INTRODUCCION

Los antecedentes de la aviación en México, se remontan al año de 1910, fecha en que se efectuó el primer vuelo con motor (de hélice), en la capital de la República. Para tal efecto se emplearon los llamados llanos del Rancho de Balbuena.

Estas primeras actividades aéreas tuvieron, como en casi todos los países del mundo, un carácter eminentemente deportivo, aquellos pioneros con sus artefactos voladores eran unos intrépidos románticos con "ganas de matarse".

Para la siguiente década ya se contaba con campos de aviación civil en Tampico y Tuxpan, además del militar de Balbuena, en la capital del país. Sin embargo no es sino hasta 1929 que se establece en la Ciudad de México el primer aeropuerto en el sentido moderno de la palabra, dando paso a la consolidación de la aviación comercial en la década de los treinta.

La configuración geográfica de nuestro país y su gran extensión territorial (2 millones de kilómetros cuadrados), que obliga a recorrer enormes distancias entre los extremos, fue una de las principales causas que motivaron el auge de la aviación; esto es debido a que permitía salvar los obstáculos que separaban una región de otra. Con esto, el avión viene a significar un elemento de unidad nacional de valor incalculable. Así, el sistema aeroportuario juega un papel muy importante para el aprovechamiento de los recursos turísticos y para el fortalecimiento

de las transacciones nacionales e internacionales derivadas del crecimiento económico que experimenta el país.

Debido a la gran prontitud con que se hacen conexiones entre las concentraciones urbanas, el transporte aéreo ha tenido un desarrollo acelerado en México al igual que en todo el mundo.

En la República, los 36 principales aeropuertos con que se cuenta, han señalado un incremento del 14% anual, dato que viene a significar una duplicación cada cinco años y medio en la red aeroportuaria.

Del total de aeropuertos que prestan servicio al país, 36 de ellos fueron diseñados para la operación comercial con turboreactores y, hacia ellos se ha canalizado el 97.1% de la inversión y, consecuentemente, absorben el 97.7% del tránsito. El resto, 1.6%, es atendido por 9 bases aéreas. Durante la anterior administración (1976-1982), la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), canalizó el 51.2% de sus inversiones a la ampliación y modernización de la infraestructura existente, sin desatender por ello la terminación de obras de reubicación iniciadas en el sexenio anterior (1970-1976).

El apoyo manifestado hacia la construcción o reubicación de aeropuertos por parte de la SAHOP, correspondió estrictamente a las necesidades de incremento de vuelos de un país en vías de desarrollo. De esta manera, la construcción de nuevos aeropuertos se realizó donde previamente no existía el servicio aéreo. Y la reubicación obedece a que las condiciones geográficas y atmosféricas no eran las adecuadas, por

lo que se detectó el lugar idóneo para su operación.

Sin embargo, pese a todo lo anterior, en razón del crecimiento de la demanda se han presentado problemas de saturación en algunos aeropuertos, por lo que, los estudios se orientan a enfocar convenientemente las modernizaciones y ampliaciones; ya que los errores de inversión en éste campo, son particularmente graves y costosos para la colectividad dado que, generalmente son irrevocables.

Actualmente, el sistema aeroportuario de la República Mexicana está conformada por aeropuertos que prestan servicio de carácter nacional y/o internacional. Además, en respuesta a la demanda señalada, -- existen aeropuertos en proceso de construcción.

Los aeropuertos de servicio internacional, se localizan en:

Tijuana, B.C.N.	Guadalajara, Jal.
La Paz, B.C.S.	Ciudad de México
Loreto, B.C.S.	Monterrey, N. L.
San José del Cabo B. C. S.	Cancún, Q. R.
Acapulco, Gro.	Hermosillo, Son.
	Mérida, Yuc.

Los aeropuertos que prestan servicio nacional, se encuentran en:

Mexicali, B.C.N.	Chetumal, Q. R.
Saltillo, Coah.	Isla Mujeres, Q. R.
Torreón, Coah.	Culiacán, Sin.
Manzanillo, Col.	Ciudad Obregón, Son.
Ciudad Juárez, Chih.	Villahermosa, Tab.
Chihuahua, Chih.	Ciudad Victoria, Tamps.
Tapachula, Chis.	Matamoros, Tamps.
Tuxtla Gutiérrez, Chis.	Nuevo Laredo, Tamps.
Durango, Dgo.	Reynosa, Tamps.
Zihuatanejo, Gro	Tampico, Tamps.
León, Gto.	Minatitlán- Coatz., Ver
Puerto Vallarta, Jal.	Poza Rica, Ver.
Tepic, Nay.	Veracruz, Ver.
Oaxaca, Oax.	Zacatecas, Zac.
Cozumel, Q. R.	

Los aeropuertos que están en construcción se localizan en:

Aguascalientes, Ags.
Campeche, Camp.
Morelia, Mich.
San Luis Potosí, S. L. P.
Los Mochís, Sin
Minatitlán - Coatzacoalcos, Ver.

Aeropuerto. - Tiene la facilidad de dar servicio al público usuario y a las unidades de vuelo. Deduciendo, es la estación terminal de transporte aéreo donde se cuenta con las instalaciones y edificaciones para atender segura y eficazmente a los pasajeros y proporcionar asistencia en tierra a las aeronaves.

Aeródromo. - Es todo campo preparado y adecuado para el aterrizaje y despegue de aeronaves; a diferencia del aeropuerto, que se restringe a las instalaciones y equipo necesarios para la operación y maniobras de aeronaves de servicio público.

La Organización Aeronáutica Civil Internacional clasifica a los aeropuertos con letras de clave, dependiendo de la longitud básica de pista:

A: de 2,100 mts en adelante
B: de 1,500 mts. a 2,100 mts.
C: de 900 mts. a 1,500 mts.
D: de 750 mts. a 900 mts.
E: de 600 mts. a 750 mts.

CAPITULO I

AYUDAS VISUALES LUMINOSAS EN AEROPUERTOS

1.- Normalización:

La normalización y la estandarización de ayudas luminosas en la aviación desempeñan un papel importante, ya que las operaciones aéreas internacionales hacen imprescindible el establecimiento de normas, patrones y colores mediante el sistema de ayudas visuales para lograr una operación segura de las aeronaves.

Las normas internacionales y las prácticas recomendadas para la aviación civil, son formuladas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)*, organismo que está compuesto por representantes de los diferentes países interesados en el transporte aéreo, mismos que adoptan de inmediato las normas que se establecen como mínimas.

Debido a que las condiciones geográficas y meteorológicas de los aeropuertos son diversas la OACI señala varias categorías y normas mínimas para la planeación de sus instalaciones de acuerdo a la zona en que se ubiquen.

* La OACI surge por acuerdo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), organismo al que pertenece.

2. - Ayudas Visuales .

Para que el piloto de una aeronave pueda solucionar los problemas con que se encuentra al efectuar su aproximación a un aeropuerto, seguida de un aterrizaje y un rodaje al punto de embarque o desembarque en el área de plataforma, cuenta con diversas ayudas visuales como:

2.1. - Pistas de Operaciones Visuales

Estas pistas carecen de instrumentos que facilitan el aterrizaje, son utilizadas preferentemente por aeronaves pequeñas que puedan aproximarse sólo con ayudas visuales luminosas.

2.2. - Pistas de Operaciones por Instrumentos.

Son para los aviones que puedan operar con ayudas visuales (luces y marcas), y con ayudas no visuales (electrónicas).

2.3. - Pistas de aproximación por Instrumentos.

Estas pistas funcionan con tres sistemas: ayudas visuales, ayudas no visuales y, guía direccional para la aproximación de la aeronave a la pista de aterrizaje.

2.3.1 -Pistas para Aproximación de Precisión Categoría I. -

Estas pistas se componen de ayudas no visuales: Radio de Instrumento con Sistema de Descanso (ILS), o con Radar de Aproximación de -

Control de Suelo (GCA); que permiten al piloto realizar una aproximación instrumental a una altura de 200 FT, llamada Altura de Decisión (DH), y con una visibilidad horizontal llamada Rango Visual de Pista (RVR), de 2400 FT.

2.3.2. Pistas para Aproximación de Precisión Categoría II.

Estas pistas cuentan con las mismas características no visuales de la Categoría I, sólo que con una D H - 100 FT, y, con un RVR - 1200 FT. En este caso el ILS debe estar ajustado a la categoría de la pista.

2.3.3. -Pistas para Aproximación de Precisión Categoría III.

Se basan en los mismos principios de las categorías I y II, pero variando los valores de D H que en este caso es igual a cero y con un RVR reducido paso a paso hasta la meta final. Una característica más de estas pistas es que, el piloto no requiere de ayudas visuales externas (llamándose aterrizaje cero - cero).

2.4. - Luces de Aproximación.

Estas luces en condiciones meteorológicas restringidas a una altura de 100 FT, auxilian a un piloto para hacer correcciones menores en elevación y descenso durante la trayectoria de aproximación a la pista de aterrizaje; en consecuencia le ayudan a decidir si puede o no

efectuar un aterrizaje seguro, además, no debe existir confusión o duda independientemente de cuál sea la parte del sistema que se esté observando. Por esta razón, el sistema de luces de aproximación deberá cubrir los requisitos de normalización, claridad, simplicidad y confiabilidad, que representen al piloto un cuadro que pueda ser reconocido instantáneamente.

El sistema de luces de aproximación proporciona, además al piloto, la siguiente información:

A: Información Direccional. - Compuesta por una serie de líneas de luces que forman un eje, proporcionando una guía para alinearse a la pista.

B: Información del Plano Horizontal. - Es dada por barras transversales que indican distancia.

C: Información de Distancia al Umbral. - ésta información es proporcionada por la longitud conocida del sistema y por la distancia también conocida desde la barra transversal al umbral o por el código de la línea de eje.

Los sistemas por luces de aproximación reconocidos por la OACI son:

2.4.1. - Sistemas Sencillos de Luces de Aproximación:

Está compuesto por una línea de eje y una barra transversal. La primera deberá tener una longitud mínima de 420 m. (1300FT), y a la vez se instala una barra transversal a una distancia de 300 m. (900FT) desde el umbral. Entre otros requisitos que cumple este sistema está el equipamiento con luces blancas de intensidad variable, mismas que deben ser visibles desde todos los ángulos de Azimut* durante la trayectoria de aproximación final de la aeronave; de tal manera que se evite la desviación excesiva de la ruta definida por la ayuda no visual en una pista con aproximación por instrumentos. En el caso de que existan luces no aeronáuticas circundantes al aeropuerto, conviene destacar las indicaciones del sistema con destello en secuencia, mediante luces de descarga por condensador.

2.4.2. - Sistema de Luces de Aproximación de Precisión, Categoría I.

Se divide en:

A. - Sistema Convergente (Calvert), y,

B. - Sistema Estándar de 30 barretas

A. - Se compone por luces de eje de alta intensidad con una longitud de 75m (300 FT), prolongándose desde el eje de pista hasta el umbral; y, éste eje se encuentra dividido por cinco barras transversales -

* Azimut. - Es el ángulo que forma una línea, a partir del Norte en el sentido de las manecillas del reloj de 0° a 360°.

cuya longitud se reduce gradualmente.

Por otro lado, el número de luces (que son blancas en su totalidad), disminuye en número a lo largo de la línea: principia con tres hasta los 900 m. (2,700 FT), continúa con dos a los 600 m. y, en los últimos 300 m. (900 FT), se reduce a una.

B. - Este sistema cuenta con una línea de eje que se compone de 30 barretas de cinco luces cada una y, con una barra transversal de 30m. de longitud formada por tres barretas colocadas a 300 m. (1,000 FT), del umbral. En total cuenta con una longitud de 900 m (2,700 FT).

El color de luces empleado es blanco y, las barretas de línea de eje están equipadas con luces de descarga por condensador, programadas de tal forma que proporcionen un destello; iniciando en la parte exterior del sistema y terminando a 30 m. del umbral, causando el efecto visual de luces que corren.

2.4 3. -Sistema de Luces de Aproximación de Precisión, Categoría II y -

III.

Tiene una longitud total de 900 m. (2,700FT), y, está compuesto - por 30 barretas de luces blancas formadas por cinco luces cada una. Estas, están colocadas transversalmente en la prolongación de la pista. A partir de los 600 m. (1,800 FT), existe una barra adicional de ocho luces,

de color rojo variable ubicadas a cada lado de la barra central.

2.5. - Localización e Identificación del Aeropuerto .

El faro de un aeropuerto permite su localización e identificación. Estos faros son proyectores de alta intensidad que giran en torno a un eje vertical, mostrando alternadamente destellos verdes y blancos o, únicamente blancos.

Generalmente se localizan sobre la torre de control del aeropuerto pero, cuando el terreno del contorno restringe la visibilidad del faro, éste se puede colocar en un sitio que permita verlo desde todos los ángulos de Azimut. Más aún, si el faro y el aeródromo no pueden ser identificados fácilmente desde el aire, puede colocarse un faro que muestre destellos verdes en código morse.

2.6. - Luces Luminosas de Pista.

Estas señales proporcionan una guía visual durante todas las fases de cualquier operación; ya sea de aproximación, toma de contacto, de rodaje, atraque o despegue.

El sistema se divide en:

2.6.1. - Luces de Borde de Pista .

Son luces de tipo rasante o bien elevado, B I - V - omnidireccionales, colocadas en forma equidistante del eje de la pista, con intervalos

no mayores a 60 m. (200 FT), en pistas de operaciones visuales y ; en pistas que se cuentan con aproximación por instrumentos, las luces se colocan a intervalos no mayores de 100 m. (330 FT). El color de las luces es blanco; excepto cuando el umbral se encuentre desplazado, en este caso, las luces a utilizar serán rojas .

Una característica más de las luces de Borde de Pista es que se permite la presencia de luces color ámbar 180° en los últimos 600 m. (2,000 FT), de la longitud de la pista. Además, éstas luces sólo son visibles en el sentido de despegue de la aeronave, para indicarle al piloto la terminación de la pista.

2.6.2. - Luces de Umbral de Pista.

Estas luces son de tipo rasante o elevadas de color verde y son visibles en el sentido del aterrizaje. Se localizan al inicio de la pista en línea y en ángulo recto al eje de la misma.

A continuación se indican los arreglos que deben tener las luces en la pista de aproximación de precisión Categorías I, II y III:

1. - Deben existir 6 luces mínimo en una pista para aproximaciones visuales .
2. - En una pista de aproximación de precisión categoría I, se tendrá el número de luces colocándolas uniformemente espa-

ciadas a no más de 3 m. (10 pies), entre las líneas de luces de borde de pista.

3. En pistas de aproximación de precisión, categorías II y III, las luces están espaciadas a una distancia uniforme de 3 m. (10 pies), entre las líneas de luces de borde de pista.

2.6.2.- Luces de Barra de Ala.

Se utilizan luces de color verde para formar la barra de ala, a la misma altura del señalamiento del umbral; colocándolas a cada lado de la pista, de tal manera que ayuden a definir mejor en el proceso de aproximación.

2.6.3.- Luces de Eje de Pista.

Son necesarias en pistas de aproximación de precisión categorías I y II. Las luces utilizadas son de tipo rasante y se instalan a lo largo del eje de la pista con intervalos de 7.5 m (25 FT), 15 m. (50 FT) o, 30 m. (100 FT). Codificando: En los últimos 900 m. (2,700 FT), en el sentido de aterrizaje o despegue el color de las luces es blanco; al tener una distancia de 600 m. (1,800 FT), las luces son alternadas de color blanco y rojo, y; en los últimos 300 m. (900 FT), las luces son de color rojo solamente.

2.6.4.- Luces de Zona de Toma de Contacto.

Son requisito indispensable en pistas de aproximación de precisión Categoría II. Son luces rasantes omnidireccionales y se encuentran en los primeros 900 m. (2,700 FT), a partir del umbral hacia el centro de la pista; están instaladas a ambos lados del eje de pista, formando filas transversales (barretas), de tres luces blancas cada una.

2.6.5.- Luces de Barra de Parada.

Indican la parte restringida de la pista y las calles de rodaje, señalando cualquier zona de parada. Las luces son unidireccionales rasantes de color rojo y se instalan un mínimo de seis luces.

2.7.- Luces de Calle de Rodaje.

Proporcionan indicación de la ruta de rodaje, por medio de luces de eje de calle de rodaje, luces de borde de rodaje o mediante la combinación de ambos sistemas.

2.7.1.- Luces de Eje de Calles de Rodaje

Son luces uni o bidireccionales de tipo rasante, y éstas, en combinación con las luces de borde, ayudan a obtener una mejor guía para el rodaje de aviones en condiciones de baja sensibilidad.

Se recomienda un espaciamiento de 30 m. (100 pies), en los tramos rectos de los rodajes. En rodajes con curvas o salidas de pista de

alta velocidad se reduce el espaciamiento de acuerdo a los radios de curvatura y ángulos de las curvas.

2.7.2. - Luces de Borde de Rodaje.

Normalmente son de tipo elevado y emiten luz de color azul. En lugares donde las luces interfieren con el movimiento de los aviones, se usan lámparas de tipo rasante; localizadas a no más de 3 m. (10 pies), del borde de rodaje de la pista.

2.8. - Guía de Despegue.

Puesto que el piloto, en el despegue, arranca desde una posición estable y se encuentra más cerca de sus ayudas visuales que al aterrizar, puede normalmente realizar el despegue con una visibilidad horizontal inferior a la de aterrizaje.

Las ayudas visuales de las que se auxilia el piloto durante el proceso de despegue, son:

- a) Luces de Borde de Pista
- b) Luces de Eje de Pista
- c) Luces de Fin de Pista.

Las luces de borde de pista y las luces de eje de pista, se han mencionado anteriormente (2.6.1 y 2.6.3.).

2.8.1. -Luces de Fin de Pista.

Estas luces son de tipo rasante color rojo, unidireccionales, y, se colocan en línea de umbral, siendo visibles únicamente en el sentido del despegue. Pero, con objeto de reducir el costo del señalamiento de un umbral y fin de pista, se usan lámparas bidireccionales con filtros verdes y rojos para ser vistos desde la aproximación o despegue, según sea el caso. El número de luces señalado como mínimo es de seis.

2.9. - Placas Señaladoras.

Pueden ser de un material reflejante o iluminadas internamente. Así, para indicar instrucciones obligatorias se usan inscripciones en blanco sobre fondo rojo; cuando solo son informativas pueden ser inscripciones en amarillo con fondo negro o viceversa y; cuando se trate de señales de caracter convencional, se utilizan inscripciones blancas sobre fondo verde.

2.10.- Luces de Obstrucción y Faros de Peligro.

Son luces simples o dobles de color rojo, de tipo omnidireccional y se emplean para determinar los límites verticales y horizontales de objetos que son considerados como obstrucciones para la navegación aérea.

En casos especiales se utilizan faros de peligro en lugar de las luces de obstrucción y, éstos emiten de 20 a 60 destellos rojos por minuto.

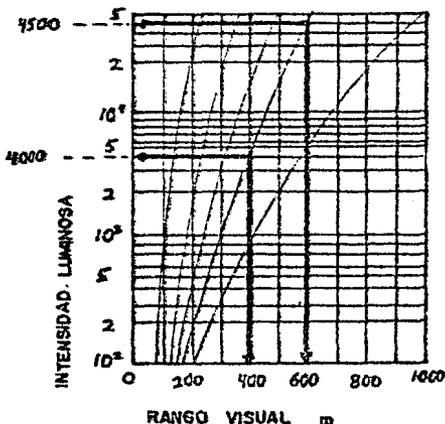
2.11.- Factor de Transmisión de Color.

El factor de transmisión de luz, a través de los filtros de color son:

Color:	Amarillo	Verde	Rojo	Azúl
Factor:	0.400	0.150	0.130	0.008

2.12.- Consideraciones físicas del Alumbrado.

Un aterrizaje deberá lograrse en condiciones normales o con niebla, para lo cuál, deberá ser visible una luz en cualquier circunstancia. Debido a la relación entre la intensidad luminosa (I), y el rango visual (r), se pueden hacer correcciones o ajustes superiores para lograr la máxima visibilidad; aún cuando todo ésto involucra un aumento considerable en el costo del equipo de ayudas visuales.



2.13.- Sistema Indicador de Pendiente Visual de Aproximación (VASIS).

El Vasis no es un sistema de aterrizaje por instrumentos y es de escaso valor en condiciones de poca visibilidad; ya que su principal objetivo es dar al piloto, en la aproximación final, una indicación visual de fácil interpretación acerca de su posición en relación con la pendiente de aproximación fija.

2.13.1.- Descripción General del Vasis.

Para la instalación completa del vasis, se debe de colocar de 12 ó 16 unidades luminosas colocadas cerca de la cabecera y a ambos lados de la pista; sin embargo, bajo ciertas circunstancias el número de unidades puede limitarse de 6 a 2 unidades. Este último sistema es llamado Avasis, por ser un sistema indicador de pendiente visual de aproximación abreviado, (el sistema Avasis es usado en los aeropuertos que cuentan con buena visibilidad durante toda la época del año). Cada unidad del sistema contine 3 lámparas y proyecta un haz de luz dividido en: luz blanca en la parte superior y luz roja en la parte inferior. Los haces de luz producidos por las unidades luminosas, con tiempo despejado nos da un rango visual efectivo de por lo menos 7.4 km. (4 mn.) sobre un ángulo de $1\frac{1}{2}$ grados arriba y abajo de la media del sector de transición, tanto de día como de noche, y en Azimut en más de 10 grados en el día y 30 grados en la noche. La intensidad luminosa es controlable desde la torre

de control.

Las unidades luminosas se encuentran arregladas de tal manera que el piloto de un avión, durante la aproximación puede ver:

- Todas las luces del sistema de color rojo, cuando se encuentra bajo la trayectoria de aproximación.
- Las luces de barra de ala a favor del viento, de color blancas y las -
luces de barra de ala contra viento, de color rojo, esto es cuando se encuentra en la pendiente de aproximación (correcta).
- Cuando el piloto ve, todas las luces del sistema de color blanco, le -
están indicando que se encuentra, arriba de la pendiente de aproximación.

2.13.2. - Uso Operacional del Vasis.

Al mirar al vasis en el sentido aproximación, el piloto puede ver 4 ó 6 barras transversales luminosas, 2 o 3 a cada lado de la pista de aterrizaje, y el rectángulo de la pista encerrado por las barras, contiene el punto de orientación para toma de contacto.

Entre la situación todo blanco, (demasiado alto) y la situación todo -
rojo (demasiado bajo), existe una pequeña zona intermedia en que una -
zona rosa-blanco o rojo-rosa, podrá verse cuando el aparato esta respectivamente un poco alto o un poco bajo de la pendiente de aproximación, -

haciendo posible observar un cambio gradual cuando se desvía un poco de la pendiente correcta de aproximación.

Ahora bien, bajo ciertas condiciones puede parecer amarillento el sistema; por ejemplo:

- Cuando hay polvo.
- Cuando se efectúa una aproximación contra el sol.
- En la noche cuando el vasis se opera a baja intensidad.

Las pistas equipadas con ILS, (que es una ayuda electrónica para seguir una pendiente de aproximación) generalmente reciben prioridad inferior para una instalación de vasis, sin embargo, cuando se instala un vasis en una pista con ILS, el ajuste de los equipos debe ser tal que indiquen visualmente el ángulo proporcionado por el sistema de aterrizaje por instrumentos.

3. - Alimentación de Energía y Control.

Los circuitos series son usados comunmente para alimentar las luces de rodaje y pista, debido a su mayor confiabilidad, en comparación con los circuitos en paralelo.

Los transformadores de aislamiento, se usan para cada lámpara, aislándola de los circuitos series de alto voltaje y evitando el efecto de que la falla de una lámpara, cancele la operación de luces en el circuito serie.

Los reguladores de corriente constante, se usan para alimentar circuitos serie a un valor de corriente constante y estan provistos con protecciones contra circuito abierto, para limitar el voltaje en caso de falla en el circuito.

El control de brillantez del señalamiento luminoso de pista y del sistema vasi, para el valor requerido por el piloto que se aproxima, se logra reduciendo la corriente en el circuito serie, ya sea por pasos o en forma continua para obtener intensidades luminosas desde 100 % hasta 2 % y viceversa.

3.1. - Control Remoto.

Como los reguladores y equipos se instalan usualmente en una ó más subestaciones, algunas veces junto con el equipo de emergencia,

los diversos circuitos de señalamiento luminoso, se controlan desde un tablero remoto o consola de control situado en la torre de control del aeropuerto. El tablero o consola de control remoto, está provisto con lámparas indicadoras que dan una retroinformación positiva de la energización de los circuitos seleccionados.

3.2. - Fuente Secundaria de Energía Eléctrica.

Se requiere esta fuente para las ayudas visuales con los siguientes tiempos máximos de transferencia.

- a. - Para pistas de operación visual 2 minutos
- b. - Para pistas de aproximación por instrumentos y pistas de aproximación de precisión categoría I: 15 segundos.
- c. - Para pistas de aproximación de precisión por instrumentos categoría II: 1 segundo, para luces de aproximación, luces de umbral, luces de eje de pista, luces de zona de toma de contacto y 15 segundos para las otras ayudas visuales.

3.3. - Sistema Central de Distribución de Energía Eléctrica.

En aeropuertos de gran importancia en los que el exceso de equipo de rampa, dificulta u obstaculiza las maniobras de las aeronaves y a la vez encarece el costo del propio servicio de 400 Hz, al ser proporcionado por grupos electrógenos móviles, se cuenta con un sistema centrali-

zado de distribución de energía eléctrica a 400 Hz, para el consumo de las aeronaves durante su permanencia en tierra.

Este sistema generalmente está integrado por un grupo motor - generador, un regulador de voltaje, un compensador de caída de línea y un grupo de transformadores elevadores y reductores con las protecciones necesarias para su correcta operación.

Las conexiones a los aviones se hace finalmente, a través de cables en pasillos telescópicos o mediante registros de energía y enchufes colocados estratégicamente en las plataformas de operaciones.

CAPITULO II

DESCRIPCION GENERAL DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LAS AYUDAS VISUALES PARA AEROPUERTOS.

Sin duda alguna, los conductores eléctricos aislados son de gran importancia en el señalamiento luminoso para las pistas de aeropuertos, ya que de ellos depende el paso de energía. Los diseños de cable utilizados son variados y, por razones de economía, se instalan directamente enterrados.

1. - Tipos de Cables Aplicados.

1.1 - Cable tipo Parkway.

Este cable se emplea para solucionar el problema por arqueado superficial o efecto Tracking, pero resulta poco ventajoso desde el punto de vista económico, por la constitución de los materiales con que está fabricado: conductor de cobre, aislamiento elastomérico, tubo de plomo, armadura de flejes de acero y protección anticorrosiva a base de yute impregnado, en asfalto.

1.2. - Cable sin pantalla electrostática, con aislamiento y cubierta -- elastoméricas. (convencional)

Inicialmente el aislamiento que se utilizó para éste diseño fue el butilo y, recientemente, el etileno propileno, material que, en comparación con el butilo, ha manifestado mejores características generales por lo que lo ha sustituido en la mayoría de sus aplicaciones.

El cable está compuesto por conductor de cobre, aislamiento de hule resistente al ozono y cubierta de neopreno, que le brinda protección mecánica principalmente.

1.3. - Cable sin pantalla electrostática con aislamiento y cubierta termoplásticos.

Este diseño se usa en México con excelentes resultados por el material de que se compone: conductor de cobre; polietileno natural (75°C), como aislamiento; y, PVC como cubierta.

1.4. - Cable sin pantalla electrostática con aislamiento de polietileno vulcanizado (XLP), y cubierta termoplástica.

Su construcción es similar al anterior, sólo que éste diseño es mejor que aquel exclusivamente en lo que se refiere a características térmicas.

1.5. - Cable empleado y recomendado por la SAHOP.

Esta Secretaría recomienda que los conductores eléctricos, para usarse directamente enterrados, se apeguen a las siguientes especificaci

ciones:

Cable de cobre semiduro; de un conductor de 7 hilos, calibre -- 8 AWG; con aislamiento de polietileno de cadena cruzada para 5 KV y - pantalla semiconductora de polietileno de cadena cruzada con negro de humo; incorporado extruído (no sobrepuesto) entre el conductor y el -- aislamiento, y, fianlmente con cubierta exterior de cloruro de polivini lo en color rojo.

TABLA I. -

Fallas comunes en la instalación de cables en aeropuertos.

Tipo de falla	Incidencia
Mala instalación del cable y empalmes defectuosos.	50 %
Daño mecánico al cable durante o des- pués de la instalación	30 %
Descargas atmosféricas (rayos).	10 %
Humedad	8 %
Otras.	2 %

Como es de observarse, las fallas más comunes son imputadas a los métodos de instalación poco apropiados y a la mano de obra utilizada, que, generalmente, es de baja calidad.

2. - Análisis de los problemas eléctricos en cables sin pantalla.

2. 1. - Descarga atmosféricas (rayos)

El problema más frecuente se debe a efectos secundarios causados por descargas, mismas que producen cambios abruptos a la impedancia característica del circuito del cable. El daño se ocasiona cuando, bajo cualquier impulso se crean ondas reflejas que producen voltajes capaces de perforar el aislamiento.

Los métodos a seguir para lograr una impedancia uniforme en el cable son dos:

- a) Usar un cable con pantalla electrostática (cintas o alambres)
- b) Usar cable sin pantalla, instalado a una distancia de 8 a 15 cm. de un alambre desnudo (de 8 AWG), que esté en contacto directo con la tierra.

2. 2. - Sobrevoltajes.

Este fenómeno se produce tanto por descargas atmosféricas como por mala operación del equipo al cuál está conectado el cable. Aún cuando

do resulta ser problemático, se resuelve satisfactoriamente cuando se conocen, por una parte los niveles que afectan al cable, y por otra las características del aislamiento aplicado.

2.3. - Descargas Superficiales.

La falla se conoce como "arqueo superficial". Este tipo de descarga suele presentarse en puntos en los que el cable está sometido a esfuerzos; como pueden ser curvas, dobleces, contacto tangencial con otros cables, o bien en puntos donde la conductividad del suelo varía. Normalmente se emplean tres soluciones para evitar éste fenómeno, y son:

- a) usar un cable con pantalla,
- b) reducir el voltaje en el cable sin pantalla, y,
- c) usar un aislamiento resistente al arqueo superficial.

La mayoría de los problemas antes mencionados resultan de una pequeña falla inicial (carbonización), en la cubierta que después pasa al aislamiento y finalmente al conductor, donde se extiende hasta afectar una longitud de 30 a 40 metros.

Del análisis anterior se deduce que el aislamiento a utilizar debe reunir condiciones como:

1. - Resistencia a las descargas superficiales
- 2 - Bajo coeficiente de absorción de la humedad

3. - Resistencia a Impulso.
4. - Resistencia al ozono.
5. - Resistencia al impacto y abrasión.

y, el aislante que reúne estas características, es el que posee - polietileno vulcanizado.

3.- Pruebas de campo a conductores directamente --- enterrados .

El aislamiento que cubre las partes vivas de un equipo eléctrico o cable, constituye su propiedad dieléctrica y principalmente su oposición al paso de la corriente eléctrica. Esta cubierta aislante está sujeta al trabajo severo, aún en condiciones ideales de operación, generando esfuerzos que causan debilitamiento en ella; siendo las principales el calor, el polvo, humedad, vibración, desgaste, envejecimiento, esfuerzos eléctricos e inclusive, la luz. Entre las causas ajenas que llegan a causar daño, se encuentra el ataque de elementos corrosivos, golpes, sobretensiones, y ataques de animales.

Debido a lo anterior, se recomienda elaborar pruebas periódicas para determinar y evaluar el estado de la instalación. Las pruebas de campo más significativas para evaluar las condiciones de un sistema aislante son las de resistencia de aislamiento y la de alta tensión en corrien

te continua.

3.1. - Prueba de resistencia de aislamiento.

Esta prueba consiste en la medición directa de la resistencia por medio de aparatos y, obtenido este valor compararlo con el de la resistencia calculado según las siguientes fórmulas:

3.1.1. - Para Cables:

$$R = K \log \frac{D}{d}$$

Donde: R - Resistencia de aislamiento.

K - Constante de resistencia de aislamiento.

D - Diámetro exterior sobre aislamiento.

d - Diámetro interior bajo aislamiento.

log - Logaritmo decimal.

3.1.2. - Para transformadores:

a) cuando éste sea monofásico:

$$R = \frac{CE}{KVA}$$

Donde: C - Constante del transformador a 20° C

E - Rango de voltaje de la bobina bajo prueba.

KVA - Rango de capacidad del bobinado bajo prueba.

b) Cuando el transformador sea trifásico:

$$R = \frac{CE}{KVA}$$

Donde: C - Constante del transformador a 20°C

E - El voltaje de una de las fases; fase a fase en conexión delta; fase a neutro en conexión estrella.

KVA - La capacidad de las tres fases completas.

3.1.3.- Para Bushings:

$$R = 10,000 M$$

Donde, se utilizará un aparato que sea capaz de medir en lectura directa los millones de ohms de resistencia (megohms), que el aislamiento pueda ofrecer al paso de la corriente eléctrica.

3.1.4.- Prueba por pasos de voltaje de corriente continua.

Otra prueba para medir la resistencia del aislamiento, y ver si éste se encuentra en buenas condiciones de operación, es la de Pasos de voltaje de corriente continua (cc). Esta técnica incluye la aplicación de dos o más voltajes de cc y la observación de cualquier reducción de la resistencia del aislante a la aplicación de voltaje mayor (que es ligeramente superior que el valor pico del voltaje de operación en corriente

alterna (CA).

El método también se utiliza para detectar humedad en el sistema aislante; en este caso, la práctica ha establecido que, al existir una diferencia de 1,5 en voltaje (500:2,500) la presencia de la humedad es ya excesiva.

3.2. - Prueba de Alta tensión en CC.

Esta prueba ha ganado confianza como una herramienta importante para determinar las condiciones de un aislamiento eléctrico en cables, transformadores, máquinas rotatorias, etc.

Además indicará fallas como: discontinuidad del aislamiento, burujas, contaminantes, fisuras en el aislamiento, excesiva humedad, polvo, empalmes, y terminales defectuosas. Al realizar periódicamente - ésta prueba, el operador puede predecir el nivel de rompimiento del voltaje y el tiempo de vida útil del equipo examinado.

El uso de la CC tiene algunas ventajas importantes sobre el uso de CA, debido a que el equipo es más pequeño, económico y con menor riesgo de daño, ya que no es necesario romper el dieléctrico. No obstante, - en la prueba de CC no se pueden simular las condiciones de operación - tan cercanamente como con las de CA.

3.2.1. - Las pruebas de alta tensión pueden ser divididas en las siguientes categorías:

A. - Prueba de diseño: es la que se realiza usualmente en laboratorio para determinar los niveles de aislamiento apropiados para la fabricación.

B. - Prueba de fábrica: La hace el fabricante para precisar el cumplimiento del diseño a los requerimientos de producción.

C. - Prueba de aceptación: es la efectuada inmediatamente después de la instalación, pero antes de ponerla en servicio.

D. - Prueba de confirmación: se realizan dentro del período de garantía y después de que se ha puesto en servicio el equipo.

E. - Prueba de mantenimiento: son aquellas que se propagan durante las operaciones de mantenimiento o después de reparar el equipo o cables.

F. - Localización de fallas: se efectúan para determinar el lugar específico donde falla una instalación, y repararla con el mínimo de trabajos extras.

Desafortunadamente, en muchos casos las especificaciones no indican el voltaje, no delinear el procedimiento a seguir y por eso es necesario aplicar el sentido común y la experiencia obtenida; debido a que el voltaje máximo, la técnica y la interpretación de resultados, varían dependiendo del tipo de prueba.

Como una regla empírica, la prueba de aceptación se realiza con el 80% de voltaje de prueba original de fábrica; la prueba de confirmación con un 60% del voltaje de fábrica; y, el voltaje máximo a utilizar en mantenimiento, dependerá de la edad y condiciones del equipo, pero, un valor aceptable puede ser de 50 a 60% del voltaje de fábrica. En éste último reconocimiento, es más importante que se localicen puntos débiles de aislamiento que no estén en falla franca; además, es conveniente que se lleve a cabo poco después de la prueba de nivel de voltaje de operación, para asegurar una relativa seguridad en las maniobras.

3.2.2. - Técnicas para la prueba de alta tensión.

Antes de efectuar una prueba, todo accesorio, líneas de conexión, transformadores de potencia, etc., deberán estar desconectados del cable o equipo a probar; además de que la pantalla y fases sin usar deberán estar conectadas a tierra, mientras que, el lado vivo de alto voltaje se conectará al conductor bajo prueba.

Primeramente se determinan las condiciones del aislamiento en las vecindades y con un ligero sobrevoltaje en relación con el de operación; para recopilar estos resultados existen varios métodos, pero, los dos más usuales son:

A: Corriente de fuga contra voltaje , y

B: Corriente contra tiempo

A. - Corriente de fuga contra voltaje:

En este método el voltaje se eleva gradualmente en pasos pequeños, dejando suficiente tiempo entre cada uno de ellos para que la fuga se estabilice. Se notará que al elevar el voltaje, la corriente por principio será alta y, después decrecerá con el paso del tiempo hasta estabilizarse.

El valor elevado de la corriente al inicio se conoce como corriente de carga y esta depende de la capacitancia del equipo bajo prueba; mientras que el valor menor y remanente se conoce como corriente de fuga o corriente de absorción del dieléctrico.

B. - Método de corriente contra tiempo.

Cuando se tienen instalaciones con longitudes grandes de cables o en embobinados mayores, el tiempo de estabilización puede ser de algunos minutos o hasta de algunas horas. Para reducir el tiempo de prueba

se tomarán intervalos cortos de tiempo y se pasarán a voltajes preestablecidos hasta llegar al voltaje máximo de prueba, y manteniéndolo constante, se toman, cada minuto, las corrientes de fuga hasta completar el tiempo de prueba, (de 5, 15 o 30 mins. dependiendo del criterio del usuario). Obtenido el valor de la corriente de fuga, se podrá obtener la resistencia del aislamiento aplicando la Ley de Ohm en cualquiera de los puntos de la curva:

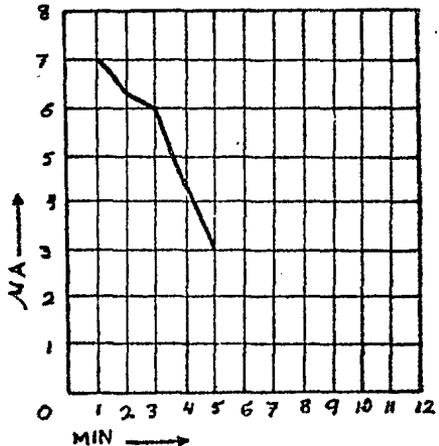
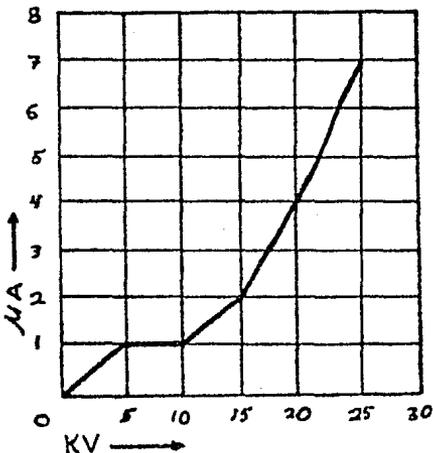
$$R = \frac{E}{I}$$

Donde:

R - Resistencia en Megohms.

E - Voltaje (KV x 1000)

I - Corriente en MA



4.- Localización de Fallas.

Al tener un sistema subterráneo, aéreo o submarino, es necesario pensar que algún día tendrá falla y que ésta acarreará consecuencias que se deberán analizar, como:

1. - ¿Qué tan importante es el circuito?
2. - ¿Qué respaldo se tiene para este cable?
3. - ¿Cuánto tiempo puede estar éste cable fuera de servicio?

Estas preguntas son contestadas desde el punto de vista operacional del sistema; pero, relacionados y auxiliados por la localización, prueba y puesta en servicio, como será:

- a. - ¿Dónde se encuentra la falla?
- b. - ¿Existen transformadores en el circuito, cuál es su conexión y podrán ser desconectados fácilmente para localizar la falla?
- c. - ¿Se tienen planos de la ruta y longitud del cable?
- d. - ¿Se cuenta con los elementos para efectuar la reparación?
- e. - ¿Se cuenta con el personal y equipo necesarios para localizar, reparar, probar y poner en servicio el tramo dañado?

Ante tales motivos, se puede afirmar que no existe un equipo ca-

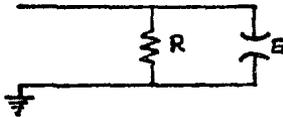
paz de localizar todos los tipos de fallas en las diferentes condiciones de instalación y con los variados tipos de cables utilizados en ellas. - Es por ello que los métodos empleados son variados.

4.1. - Métodos para la localización de fallas.

Para localizar una falla se debe seguir una secuencia de operación:

- 1o. - Desenergizar el circuito.
- 2o. - Aislar y desconectar las terminales, apartar rayos y transformadores.
- 3o. - Determinar el tipo de falla.
- 4o. - Localizar aproximadamente la falla
- 5o. - Localizar el punto exacto de la falla.

Para determinar el tipo de falla se utiliza un Megger, que, al medir la resistencia del tramo en estudio, permite, predecir el método y el equipo que se utilizará, además de indicar si la falla es entre conductores o de conductor a tierra; aunque se sabe que la falla más común es la de "falla a tierra", misma que se representa por el siguiente diagrama:



Donde:

R - Resistencia en ohms de la falla.

G - Espacio entre conductor y tierra o pantalla.

El espaciamiento (G), puede ser cero o más grande que el espesor del aislamiento dependiendo de la geometría de la falla. Este espacio puede estar lleno de agua, aceite, gas, producto de la combustión, etc.; afectando esto a la medición de R, que puede variar de cero a infinito.

En algunos casos se requiere reducir el valor de R para que ciertos métodos resulten utilizables, a esto se le llama "quemar la falla" o "reducir la falla", que es una liberación relativamente lenta de calor para carbonizar las superficies o paredes de la falla.

Para la localización de fallas se utilizan dos métodos:

- Método de terminal y,
- Método de rastreo.

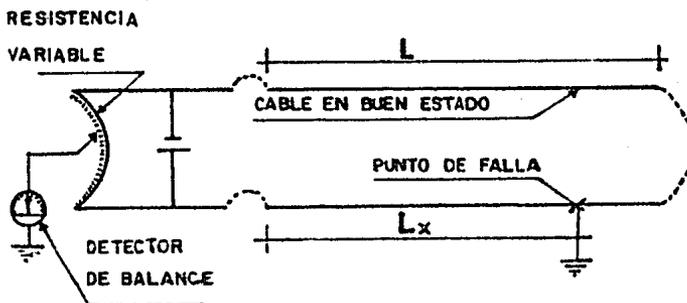
4.1. - Métodos de Terminal

Son aquellos en que las pruebas y localizaciones se efectúan en los extremos del cable.

1.1. - Método del Puente de Murray con Alta Resistencia.

Se aplica para fallas a tierra, en donde existe una gran reducción de la resistencia de aislamiento y donde se tienen cables paralelos de la misma longitud y calibre, es efectivo en fallas de resistencia relativamente altas y se aplican en cables trifásicos, de Control y Telefonía.

El diagrama de Conexión del Puente de Murray es el siguiente:



Una vez conectado y balanceado a cero la lectura de la resistencia variable, estará dada en % de la longitud del cable para conocer donde se encuentra el punto de falla y se aplica la siguiente fórmula.

$$Lx = 2 L Y$$

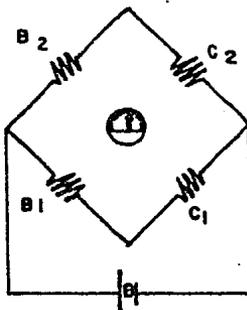
Donde:

Lx - Distancia del equipo a la falla

L - Longitud del cable dañado.

Y - Lectura del aparato.

El puente de Murray es una variación del puente de Wheatstone - cuyo diagrama es:



En este diagrama B_1 , B_2 y C_2 representan resistencias conocidas y " C_1 " una resistencia desconocida, " B " representa una fuente de corriente y " D " un detector o galvanómetro.

Para medir " C ", B_1 y B_2 se ajustan en su valor hasta que el detector nos indica cero, o sea que los voltajes entre " B_2 " y " C_2 " están balanceados respectivamente con los voltajes entre B_1 y " C ", para esta condición la relación de las resistencias está dada por:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{B_1}{B_2}$$

despejando " C_1 "

$$C_1 = \frac{C_2 B_1}{B_2}$$

A.- Ventajas.

- a. - El equipo es ligero y portátil, ya que utiliza como fuente de energía una batería de 6 volts,
- b. - El valor de la resistencia de la falla no influye, ya que opera en rangos de 0 - 200 m

B.- Desventajas.

- a. - Las conexiones deben de ser muy seguras y con la mínima resistencia.

- b. - Los errores de lectura pueden ser muy grandes.
- c. - Resulta poco exacto en conductores de aluminio debido a las resistencias entre contactos por oxidación y que quedan en serie con la del conductor.
- d. - Es un método en el que se debe conocer perfectamente la longitud de los conductores.
- e. - Es un método de aproximación.

1.2. - Método de Pulso - Reflexión (Radar)

Este método puede ser utilizado para localizar fallas, fase a tierra, corto circuito y circuito abierto, en cables instalados en ductos directamente enterrados o submarinos, que cumplen con la resistencia, cuando la falla es menor a 300Ω .

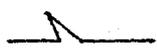
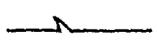
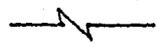
Este método se basa en transmitir un impulso unidireccional por el cable, el que al llegar a una discontinuidad o falla produce una reflexión característica a el tipo de falla.

El equipo de prueba usado para hacer estas mediciones es esencialmente un generador de pulso y un oscilador de rayos catódicos, pero hay que considerar que la velocidad de propagación de la onda, varía según el aislamiento utilizado.

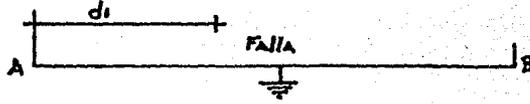
Coefficiente de Velocidad de Propagación.

Material	VPC
Vacío -----	1.000
Papel y Plomo (PILC) -----	0.500-0.560
Poliétileno Vulcanizado (XLP) -----	0.520-0.580
Etileno - Propileno (EPR) -----	0.430-0.470
Poliétileno Alto Peso Molecular -----	0.560-0.620

Se pueden tipificar las distintas reflexiones que se tienen según las fallas.

<u>Falla.</u>	<u>Deflexión.</u>	
Conductor abierto	Hacia arriba	
Final del cable	hacia arriba	
Conductor a tierra	hacia abajo	
Empalme	abajo.	

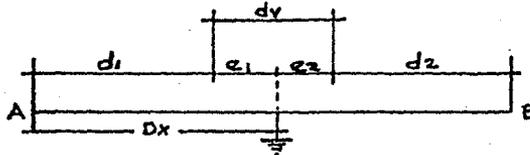
Quando se desconoce el aislamiento y la longitud del cable, se utiliza el método de las 3 varillas; se toma el aparato en el extremo A del cable y se hace coincidir el inicio del impulso al inicio de la escala, colocando una varilla a la distancia que indica la lectura d_1 .



Sin mover el ajuste de velocidad de propagación, se toma otra lectura desde el extremo B, instalando una varilla a la distancia que indica la lectura d_2 .



La distancia a la falla será: la distancia d_1 más el error e_1 , aplicando la siguiente fórmula.



$$D_x = d_1 + e_1 \therefore e_1 = \frac{d_1(e_1 + e_2)}{d_1 + d_2} = \frac{d_1 \times dv}{d_1 + d_2}$$

Donde:

D_x - Distancia a la falla desde el punto A

d_1 - Distancia desde el punto A

d_2 - Distancia desde el punto B

() - Distancia entre varillas - dv .

A. - Ventajas

a) El equipo es ligero y portátil, además trabaja con baterías recarga-

bles con 110 volts, de corriente alterna.

B. - Desventajas.

- a) La falla deberá tener muy baja resistencia (300 Ω)
- b) La interpretación de las ondas reflejadas es muy compleja y en algunos casos difícil de precisar.
- c) En cables largos las reflexiones son aplanadas y de difícil detección.

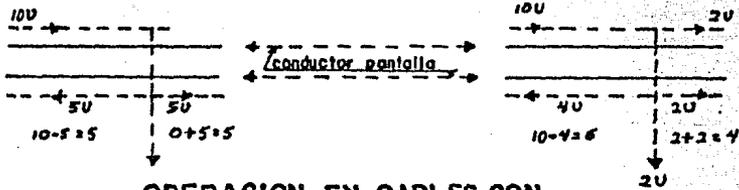
2. - Métodos de Rastreo.

Son aquellos que utilizan señales eléctricas aplicadas al conductor y detectores que se mueven en toda la longitud del cable para señalar el punto exacto de la falla.

2.1. - Generador de Tono.

Estos equipos trabajan a una frecuencia de aproximadamente 1000 Hz. y normalmente son utilizados para trazar los cables subterráneos y localizar fallas en circuitos secundarios, siempre y cuando la resistencia de la falla sea muy baja, ya que para cables de alta tensión con pantallas, encuentra este método serias limitaciones, debido a que la corriente señal al pasar a través de la falla a tierra, seguirá los caminos de menor impedancia, tomando la corriente el camino que ofrece la pantalla debido a que tiene menor resistencia, y regresando o difundien

do el tono.



**OPERACION EN CABLES CON
PANTALLA (no funciona)**



**OPERACION EN CABLES SIN
PANTALLA (si funciona)**

como se observa, la intensidad de la señal detectada disminuye o desaparece al rebasar la falla.

A. - Ventajas.

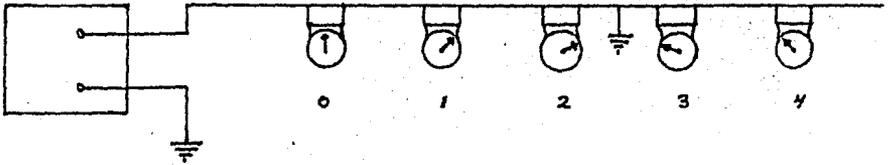
- a. - El aparato es ligero
- b. - Es muy útil cuando se traza una línea y se tienen otros cables energizados cerca.

B. - Desventajas

- a. - Se utiliza en cables de baja tensión o secundarios.

2.2.- Gradientes de Tensión en Tierra.

Este método se aplica para localizar fallas en cables subterráneos directamente enterrados de media tensión, con neutro concéntrico y en cables de baja tensión.



Esta basada en el gradiente de tensión que se produce en la tierra que rodea el punto de falla, las varillas de prueba se encuentran separadas aproximadamente a 60 cm., se llevan a lo largo de la trayectoria del conductor (1) al acercarse al punto de falla (2) el gradiente de tensión o voltaje aumenta y la señal se hace más detectable, al rebasar el punto de falla (3) la señal se invierte y empieza a decrecer según se siga avanzando hacia el punto de falla (4).

A.- Ventajas

- a.- Nos proporciona aproximadamente la localización de la falla en el cable.
- b.- El equipo es ligero y de fácil transportación.

B.- Desventajas.

- a. - La localización es aproximada
- b. - No se pueden dar pasos largos y no se debe caminar sobre agua.
- c. - Si el cable está instalado en ductos o tienen cubierta de P. V. C. , este método no funciona.

2.3.- Generador de Impulsos.

Este método se aplica para localizar fallas en cables primarios y secundarios directamente enterrados, en ducto y submarinos . Se aplica una tensión para determinar el valor del impulso a utilizar con el e-equipo de prueba de corriente continua de alta tensión, hasta que se lo--gra el rompimiento de descarga en el punto de falla, este es el valor --mínimo del pico del impulso a utilizar, el máximo estará limitado por los valores de tensión de prueba del cable y accesorios conectados.

La localización del punto de falla en un cable, al que se le aplica un impulso, se hace por medio de detectores acústicos o balístico.

2.3.1.- Detector Acústico.

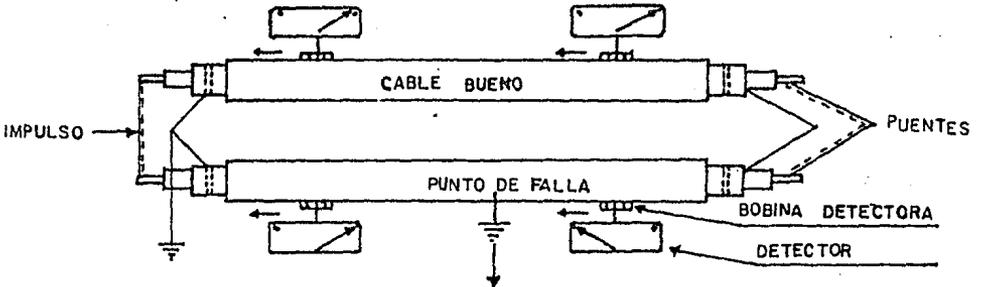
Este detector se utiliza para localizar exactamente el punto de -falla, en cables directamente enterrados, mediante el registro de vibración, producida en el terreno por el arqueo entre el cable y tierra al pasar el impulso. Cuando la resistencia es cero, o sea que no existe (G) distancia eléctrica entre tierra y el conductor (G ap), el impulso no vi-

bración y estos rastreadores no funcionan.

2.3.2. - Detector Balístico.

Para utilizar este detector, en cables con pantalla, se necesita un cable en buenas condiciones y se conectan los conductores y las pantallas entre sí y la bobina al detector directamente sobre los cables en los pozos de visita, se determinará entre que pozo se encuentra la falla, ya que el registro del impulso se invierte al pasar el punto de falla.

El detector Balístico, se compone de la siguiente conexión:



A. - Ventajas.

- a. - La localización de la falla es exácta con el detector acústico.
- b. - La localización de la falla se hace entre registros con el detector balístico.
- c. - Permite rastrear sin trazar el cable.

B. - Desventajas

- a. - El equipo es pesado y se necesitan los dos rastreadores.
- b. - Si no se tiene distancia para el arqueo, los detectores acústicos no sirven, y la localización no será exacta.

CAPITULO III

FACTORES QUE DETERMINAN LOS DIFERENTES TIPOS DE AYUDAS VISUALES LUMINOSAS EN AEROPUERTOS.

(En Aguascalientes, Ags.)

El diagrama de flujo determina y recomienda la distribución de cada uno de los elementos que integran el aeropuerto, de tal forma que no se interfieran funciones en el complejo conjunto. Para ello se buscará agilidad en las diferentes áreas, al mismo tiempo que la eliminación de cualquier operación peligrosa principalmente para la aviación.

1. Proyecto

1.1. - Especificaciones

Para la ejecución de los proyectos de ayudas visuales, se siguen normas que son editadas por la OACI y la FAA (Federal Aviation Agency), mediante especificaciones y métodos recomendados internacionalmente. Estas indicaciones se localizan en la parte 5 del anexo 14 al Convenio de Aviación Internacional, así como en el Manual de Aeródromos parte 4. El primero describe las características físicas, configura

ción de materiales, equipos y procedimientos; cuya aplicación se considera necesaria para la seguridad y/o regularidad de la navegación aérea internacional.

Por lo que toca a la FAA, describe con precisión y aporta pruebas de laboratorio de los equipos, materiales y accesorios que intervienen en la elaboración de cualquier diseño y que están descritos de manera general por la OACI.

1.2. - Desarrollo del Proyecto.

1.2.1. - Planos de Plantas generales, detalles constructivos y diagrama de conexiones.

En los planos de plantas generales se muestra la localización de todos los componentes de la instalación de que se trata, por ejemplo: el señalamiento de calles de rodaje, sistemas de luces de aproximación, etc. Y sirven también para llevar el control del avance de la obra, anotando, si los hubiese, los cambios y/o modificaciones al proyecto por necesidades de la construcción; teniendo en cuenta el estudio de los planes de las demás áreas de la obra, y considerando la factibilidad de su ejecución, de tal manera que el gabinete detecte los detalles que, a su juicio, necesiten aclaración.

Los planos de detalles constructivos, muestran de forma clara lo

concerniente a la construcción de cimentaciones, registros, canalizaciones, montaje de equipos, etc.; dando lugar a una fácil interpretación de lo señalado en las plantas generales y facilitando la ejecución de la obra.

1.2.2.- Memorias de Cálculo.

Contienen la información básica para la toma de cualquier decisión tocante a cambios, modificaciones, y/o ampliaciones de las instalaciones durante y después de la construcción de la obra. Estas memorias deben formar parte del acervo técnico del personal del proyecto y estar a disposición de las residencias de construcción para cualquier consulta o aclaración.

1.2.3.- Especificaciones Complementarias.

Son aquellas que aseguran la calidad de los equipos, materiales y accesorios que intervienen en la instalación. Estas comprenden:

A. - Conductores eléctricos:

Los conductores empleados en las instalaciones deberán cumplir con la norma de fabricación indicada por el CONNIE*, y se sujetarán, en cuanto a su instalación, a lo señalado en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas en vigor; apeándose a los tipos y características preci

* CONNIE. - Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica.

sas que marque el proyecto.

La instalación de los cables se hará en tramos de una longitud tal, que evite uniones o empalmes intermedios entre las unidades de iluminación, equipo de control y/o protección y la sub-estación eléctrica.

Los conductores para las unidades que van al nivel del suelo, se colocarán en las zanjas o ductos a las profundidades indicadas en el proyecto.

Por lo que respecta a las líneas de alimentación para los circuitos de alta tensión, todas estarán protegidas mediante un conductor desnudo calibre número 8 de cobre, que se instalará a lo largo de los conductores y conectado a tierra por medio de varillas Copperweld, según se indica en el proyecto.

B. - Unidades de Señalamiento Luminoso

Se sujetarán a lo dispuesto en las circulares de consulta de la FAA aplicables a los equipos, materiales y accesorios indicados en el Capítulo CXXIX de la parte Décima de las Especificaciones Generales de la Secretaría de la Construcción.

Estas unidades de señalamiento luminoso; y que se enumeran a continuación; son proporcionadas e instaladas por el contratista, inclu

yendo todos sus elementos, sistemas ópticos, focos de cuarzo, lentes y/o filtros con la potencia en watts y la codificación de colores indicados en el proyecto (respectivamente, columnas de soporte, cople frágil, bridas, empaque tornillos, tuercas etc).

También se incluirán transformadores de aislamiento FAA-L-830 de la potencia indicada para cada tipo de lámparas, conectores FAA-L-823, cintas aislantes de plástico y dos tramos de manga termocontráctil por cada conector. Además, deberán ser para montaje en bases universales FAA-L-857 de los tipos I o II, según su lugar de instalación y con la profundidad que fije el proyecto.

C. - Luces elevadas.

Estas deberán contar con accesorios de las siguientes características:

- 1) Globo o lente de cristal prismático de forma aerodinámica, resistente al calor, de alta eficiencia en el control luminoso, con filtros de colores incorporados al cristal o con filtros independientes; según se indique en el proyecto.
- 2) Porta-lámpara de base media, montaje fijo para servicio aéreo.
- 3) Lámpara de cuarzo de 30,100 y 200 watts para circuitos en serie de -

6.6 amps .

- 4) Columna de soporte y brida para base universal, con empaque circular de neopreno de 5 mm. de espesor.
- 5) Cople de ruptura de aluminio de tipo colapsible, con cintura para soportar cargas estáticas de viento fuerte, pero rompiéndose por golpe horizontal. Incluirá contactos eléctricos y enchufes que por colisión interrumpen la conexión sin producir chispas.

Las luces utilizadas deberán ser de cualquiera de los tipos señalados a continuación:

TIPO	CARACTERISTICAS
FAA-L-861 T	Media intensidad para bordes de rodaje y plataformas, en base universal tipo I de 30.5 cm de (12").
FAA-L-862	Alta intensidad para borde de pista y gota en base universal tipo I de 30.5 cm. de (12").
FAA-L-982	Alta intensidad unidireccional para sistemas de aproximación, lente claro en foco PAR - 56, para montaje en tubo conduit de 51 mm. de (2").

También se utilizan éstas Luces para barras de ala, con lente claro y filtro verde, con foco -- PAR-56, en base universal tipo I de 30.5 cm de (12").

FAA-L-849 Alta intensidad de descarga por condensador con bulbo de xenón y equipo de encendido en secuencia para montaje en tubo conduit de 51 mm. de (2").

D. - Luces Rasantes . (para pistas FAA-L-850).

Clase B Luz unidireccional (para zona de toma de contacto en base universal tipo II de 30.5 cm de (12"))

Clase C Luz bidireccional para borde de pista en base universal tipo II de 38 cm. de (15").

Clase D Luz bidireccional para umbral de pista en base universal tipo II de 38 cm. de (15").

(Para Rodajes FAA- L - 852).

En las clases N - 1 de haz angosto unidireccional

N - 2 de haz angosto bidireccional

W - 1 de haz ancho unidireccional

W - 2 de haz ancho bidireccional.

Y en los siguientes tipos:

- Tipo I Luz ensamblada ó ajustada de 20.3 cm de (8"), para colocarse directamente en el pavimento.
- Tipo II Luz ensamblada ó ajustada de 20.3 cm. de (8"), para instalarse en una base poco profunda.
- Tipo III Luz ensamblada ó ajustada de 25.4 cm de (10"), para instalarse en base universal Tipo II.
- Tipo IV Luz ensamblada ó ajustada para colocarse en base universal tipo II de 30.5 cm de (12"), o en base poco profunda.

E.- Luces embutidas.

Las unidades serán construídas para operación continua, resistencia a la temperatura ambiente (de -55°C a $+55^{\circ}\text{C}$), y capaces de soportar una carga estática horizontal. Las partes sujetas a paso de corriente, tendrán aislamiento para 600 V, con capacidad de conducción de 1.5 veces la capacidad en amperes. los accesorios deberán contar con las siguientes características:

- Sistema óptico de cristal prismático, cementado y resistente al calor.

- Lentes y filtros de cristal, de una pieza, de los colores indicados en el proyecto.

- Lámpara incandescente de cuarzo, de 30, 100 y 200 w, para circuitos en serie de 6.6 amps.

- La carcasa será construída de tal forma que proteja al prisma, las partes del sistema óptico y, además, tendrá que soportar el peso de carga rodante y de impacto.

F. - Transformadores de aislamiento.

Tienen una cubierta aislante para 5000 volts; para 30, 100 y 200 w, circuito en serie 6.6/6.6 amperes y, especificación FAA-L-830-1, -- FAA-L-830-4 y, FAA-L-830-6 respectivamente.

La envoltura cubrirá totalmente el núcleo con el conjunto de bobinas, haciendo a la unidad impermeable. Las partes exteriores del transformador resistirán al estar expuestas: a la intemperie, a la inmersión en agua, y la instalación directa en terrenos que contengan ácidos, alcalis o aceites. La envoltura se construirá con hule natural, sintético o con un compuesto a base de hule, con un espesor mínimo de 6.3 mm en todas sus partes y con uniones fijas vulcanizadas.

Las dimensiones exteriores de la caja o envoltura, serán opcionales y, sólo el espacio para conductores serán cilíndricos de 15.2 cm de diámetro por 20.1 cm de longitud.

G. - Empalmes y Conexiones.

Las conexiones de cable alimentador a transformador y de éste a las unidades se hará con conductores ESNA, especificación FAA-L-823. Se evitarán los empalmes entre unidades y sólo en caso necesario se usarán empalmes serie con los conectores antes mencionados (ESNA), y estará cubierto con una manga retráctil al calor, marca RAICHEM o similar.

Dentro del cimiento o registro se colocará un conector encintado para unir el cable de alimentación primario con el del transformador de aislamiento.

H. _ Equipos Vasi.

Los equipos Vasis de tres barras para las cabecera 17 y 35, se sujetarán a la siguiente descripción.

a) Cada gabinete cumplirá con la especificación FAA-L-851 y tendrá capacidad para alojar tres lámparas de 200 w. PAR-64 de 6.6 amps., así como los dispositivos para montaje, ajuste de las unidades, cristales re-

fractores y filtros de color.

b) Los transformadores de aislamiento para 200 w; circuito serie 6.6/6.6 amps., cumplirán con la Especificación FAA-L-830-6 con dos cables primarios y conectores unipolares y cables secundarios con conector bipolar.

c) Se deberá contar con, juego de conexiones, tanto superior como inferior especial FAA-E- 1041, por cada gabinete

d) La medición se hará tomando como base el lote totalmente instalada y probada..

I. - Cono de Vientos .

Será construido de tela de Nylon de color blanco de 3.60 mts. (12 - pies) de longitud y de 91 cm (36 pulgadas) de diámetro mayor, a prueba de agua, montado en un soporte giratorio, acoplado a un mástil de 7.31 - mts. (24 pies) de altura desde la base a su extremo, seccionado en dos - partes, una inferior fija, anclada en una base de concreto y otra superior con gozne, para girar hasta el nivel del suelo y facilitar el mantenimiento, además, estará formado con una estructura tubular, de cuatro brazos horizontales a 90° uno de otro. Este cono de vientos, se sujetará a lo indicado en la Especificación FAA-L-807 y deberá ser tipo III con ilumina ción propia.

J. - Equipo Reil.

El sistema de identificación de pista FAA-L-849, estará formado por dos unidades de destello de descarga por condensador, con operación simultánea, dos veces por segundo, con los siguientes componentes:

- a) Un monitor de control para instalarse en la consola de control de torre
- b) Una unidad maestra de destello conteniendo el equipo de alimentación y control de las dos unidades.
- c) Unidad esclava de destello.

Ambas unidades deberán ajustarse con una elevación de 0° a 15° en el plano vertical y se deberá tomar en cuenta que ambos equipos deberán ajustarse, aquí también de 0° a 15° en el plano horizontal.

K. - Consola de Control (Tipo Electrónico)

Gabinetes. - Las dimensiones deberán ser las indicadas en el proyecto, construída en lámina de acero rolada en frío calibre No. 16 (1.59 mm), con soldaduras continuas, y estará formada por secciones desarmables que recibirán al facsímil y tablero de control; además tendrá una zapata mecánica en su interior para efectuar la conexión a tierra con cable de cobre desnudo semiduro calibre No. 8 A.W.G.; y estará

sometido a un tratamiento de bonderizado y tropicalizado con tres manos de pintura de poliuretano.

Cubiertas. - La cubierta de facsímil deberá ser de Wilsonita para grabar, de 1/8" de espesor, tendrá una cubierta transparente de acrílico para evitar acumulación de polvo, se mostrará a escala el aeropuerto, indicando la pista, los rodajes, plataformas, ubicación de los edificios y todas las ayudas visuales y señales luminosas para uso aeronáutico -- instaladas en el aeropuerto, además en la cubierta de controles deberá tener grabados los módulos de control, de tal manera que queden marcados por separado los diferentes módulos, como son: Pista, rodajes, vasis, reil, iluminación de plataformas, etc. Deberá contar con ventanas de acrílico ahumado de alta resistencia, para mostrar indicadores digitales luminosos a base de diodos emisores de luz.

Facsímil. - Deberá ser de tipo electrónico, con diodos emisores de luz (LED); no se deberán usar lámparas incandescentes, ni de neón; los diodos deberán encender en el momento en que se operen los controles y deberán ser de igual color al de las ayudas visuales y señales luminosas; el voltaje de operación de éstos circuitos será de 4 a 8 volts

Controles.

Deberán ser módulos independientes e intercambiables en los cu-

les por medio de Led y Display Digitales, serán controlados por medio de circuitos lógicos integrados, así nos indicarán la operación de que se esté llevando a cabo en los controles. Tendrán un voltaje en los indicadores luminosos de 4 a 8 volts. de corriente directa (C. D) y para los circuitos de control 115 volts de corriente alterna (C. A).

Al accionar el interruptor se cerrará el circuito, y se encenderá los indicadores luminosos, (Displays) mostrando la conexión del regulador, si éste no funciona por razones de interrupción en la red, no se encenderán los LED; indicando alguna falla en la alimentación de 220 V.-C.A.; si el regulador es conectado normalmente, el control de brillantez se logrará al girar la perilla de selección; en tal circunstancia un LED de color rojo indicará el paso de brillantez seleccionado.

Los colores para cada función serán: ambar, para la pista, verde para las calles de rodajes, rojo para el sistema Vasi. Estos mismos colores van relacionados con los colores que tiene el facsímil.

Cada módulo se dividirá en dos partes, debido a que se manejará corriente de alta tensión y de baja tensión. El primero, que controlará al regulador de corriente continua (c. c.) en la operación de intensidad, le pasará información a la de baja tensión para que este a la vez, monitore la operación; la baja tensión, estará compuesta por una fuente de poder para alimentar los circuitos electrónicos de cada módulo, que ten-

drán una durabilidad de 10,000 hrs. de uso.

Los módulos deberán de contar con lo siguiente:

a) Pistas (17;35) y para calles de rodajes.

Interruptor ON-OFF, que al estar en la posición ON, se deberá encender un Display Digital, mostrando el número de pista y/o calle de rodaje en cuestión. El selector de brillantez será de 5 pasos y al operarse, éste deberá encender un Display Digital, mostrando el número del paso de brillantez en el que se este operando.

b) Vasi's: Cabeceras 17 y 35

Un interruptor de encendido y selección de cabecera, será de un polo doble tiro; cuando se encuentre este en el centro, deberá estar todo apagado, y al colocarse en la posición de cualquiera de las cabeceras se deberá encender el mismo Display Digital, indicando de que cabecera se trata. El selector de brillantez tiene las mismas características que el de pistas.

c) Reil: Cabeceras 17 y 35

El sistema Reil tiene las mismas características que el sistema Vasi's.

d) Conos de Viento: Cabeceras 17 y 35

Un interruptor ON-OFF el cual al estar en la posición ON deberá -

activar un LED indicando que está energizado el circuito.

e) Alumbrado de Plataforma.

Aquí se necesitan dos interruptores de un polo un tiro, para cada poste de plataforma (6 postes), con servicio normal y emergencia; cada poste deberá contar con pilotos (LED'S) que indiquen la operación.

f) Faro Giratorio.

Un interruptor de un polo doble tiro, para accionamiento manual o automático, mediante fotocelda; cuando el interruptor esté al centro; el circuito de alimentación al faro debe estar desconectado y se seleccionará la operación, ya sea directa o a través de fotocelda, accionando el interruptor hacia la izquierda o a la derecha; deberán colocarse pilotos que indiquen el tipo de operación efectuada.

g) Proyector de Techos.

Aquí sólo se necesita, un interruptor de un polo un tiro, y un piloto de operación (LED).

h) Señal de Alarma al Crei.

Un interruptor de un polo un tiro, un zumbador y un piloto para asegurar que la señal llegó a su destino, esta señal, hará sonar una alarma colocada en el CREI.

L.- Registros para Cruce de Pista y Rodajes.

Construcción de registros para ductos de cableado en cruces de pista y rodajes, donde tendrán bases y muros laterales de concreto, con $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, un emboquillado de ductos que lleguen al registro, además en la parte superior llevarán una tapa y se harán con un armado con fierro de refuerzo con $f_s = 1,265 \text{ kg/cm}^2$. En el lugar en que concurra el banco de ductos al registro, se cortarán las varillas verticales y horizontales que estorben, y se colocarán en ese hueco, un marco con dos varillas de 2.54 cm (1 pulg) de diámetro. Por el lado en que viene la zanja, se deberán de hacer preparaciones, dejando un tramo de tubo conduit galvanizado pared gruesa de 32 mm . ($\frac{1}{4}$ pulg) de diámetro por 0.40 mts . de longitud con un conector sello en la parte exterior, y en el interior, el tubo se colocará rasante al parámetro y se deberá dejar libre de rebabas, para recibir a los conductores.

M. - Registro para Varilla de Tierra .

Se hará con un tramo de tubo de albañal de concreto simple de 30 cm . de diámetro con tapa de concreto de 30 cm . de diámetro de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, y estará armada con una varilla de conexión a tierra Copper weld de 3.05 mts . de longitud por 15.8 mm de diámetro y un conector GKP 635.

N. - Cimientos - Registros para Luces de Pista, Calles de Rodajes, Plataformas, umbral.

Serán de concreto con una resistencia de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ con base universal, Especificación FAA-L-857. Las partes de que se componga la base universal, deberán estar soldadas eléctricamente por medio de un cordón continuo, para evitar filtraciones de agua; además contará con niples de fierro de 32 mm. de diámetro y 25 cm., de longitud soldados en la parte inferior, en donde se colocarán los tubos conduit galvanizados de pared gruesa de 32 mm. de diámetro y conectores sello, la brida superior deberá estar maquinada, para que sirva de asiento al empaque, y la brida de la lámpara o brida ciega, servirá de base para alojar al transformador; la base universal deberá galvanizarse por el proceso de inmersión en caliente.

Los cimientos registros deberán considerarse como unidades de acuerdo a la siguiente descripción:

- Cimiento Registro para Luces Elevadas de Pista.
- Cimiento Registro para Luces Embutidas de Pista, Umbral.

Consiste en una base universal tipo II con salidas para tubo conduit, y colocadas a 180° , en esta base se alojará el transformador o transformadores de aislamiento, y se montará la unidad correspondiente.

Las tuberías de unión en los umbrales serán de 63 mm. de diámetro, y para las cabeceras 17 y 35 tendrán 51 mm. de diámetro.

Cimiento Registro para Luces de Rodaje:

Consiste en dos bases universales Tipo I, las unidades son de un tubo conduit de pared gruesa galvanizada, teniendo una separación entre centros de 5.5 mts. además la base que alojará al transformador de aislamiento llevará una brida ciega con empaque de neopreno.

N. - Cimiento de Concreto para Cono de Vientos.

El cimiento será de concreto, con una resistencia de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, y tendrá, 8 anclas de 19 mm. (3/4 pulg), de diámetro por 60 cm. de longitud para fijar la base del cono; además deberá hacerse una preparación de tubo conduit de 32 mm. (1 1/4 pulg) de diámetro, para recibir la alimentación eléctrica deberá construirse una plataforma circular de 8 mts. de diámetro cuyo centro será el mismo de la estructura de anclaje del cono, será de concreto de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, con agregado máximo de 19 mm. (3/4 pulg) y de 10 cm. de espesor, estará armada con varilla de resistencia normal y $f's = 1265 \text{ kg/cm}^2$, a cada 20 cm. en ambos sentidos.

O. - Cimiento Registro de Concreto para Equipo Reil.

Será de concreto con una resistencia $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, con base universal, Especificación FAA-L-857; del tipo I. Las partes que compongan a la base universal, deberán estar soldadas eléctricamente por medio de un cordón continuo, tendrá dos coples de fierro de 32 mm. de diámetro, soldadas en la parte interior y en estos se colocarán dos tramos de tubo conduit galvanizado de pared gruesa y tendrá conectores - sello, la brida superior deberá tener maquinada la cara, que servirá de asiento al empaque y se colocará una brida tapa con salida roscada de 51 mm. (2 pulg) de diámetro.

P. - Marcadores de Cable.

Serán de concreto con una resistencia de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, con dimensiones de 60 X 60 X 10 cm., armados con tecno malla (o similar) de 6 X 6 3/3. Deberán tener grabada en bajo relieve la palabra indicadora del circuito, que se encuentre en la zanja que marca, se colocarán a cada 100 mts. uno del otro en tramos rectos y en los cambios de dirección, tantos como se considere necesarios para definir la trayectoria de la zanja; los marcadores deberán cubrirse hasta la mitad de su espesor con el material de relleno de la zanja.

Q. - Zanjas para Cableado..

La zanja se hará en las zonas de franjas de seguridad, y a las dis-

tancias del borde de pista, que indique el proyecto. Una vez hecha la excavación se compactará el fondo de la misma hasta igualar el porcentaje de compactación del terreno adyacente; cuando se excave en terreno natural, el % de compactación, no deberá ser menor del 90 % con objeto de evitar cualquier protuberancia que pueda dañar a los conductores; una vez efectuada ésta compactación, se colocarán las camas de arena, en dos capas iguales de 10 cm. de espesor, una antes de tender el cable y la segunda, una vez instalado éste, inmediatamente después se procederá a la colocación del cable desnudo del circuito de tierra, sobre la segunda capa y se terminará de tapar la zanja con material, producto de la excavación, compactándola al 95 % de su peso volumétrico, seco máximo.

R. - Ductos No Metálicos.

Se construirán, una o varias camas de tubos de asbesto cemento tipo conduit de 101 mm., entre tubos adyacentes y 12 cm. de recubrimiento exterior en los cuatro lados del dado, estas tuberías se ahogarán en concreto de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, con agregado máximo de 19 mm., y deberá emplearse un vibrador durante el colado, además deberán emboquillarse todas las llegadas a registros. Una vez terminado el proceso constructivo, se deberán taponar las llegadas de los ductos a los re-

gistros, con un mortero pobre de muy fácil demolición, pero resistente a la acción de roedores.

S. - Ductos Metálicos

Se construirán ductos metálicos, de una o varias vías, según el proyecto lo estipule, estarán formados por una o varias capas de tubos conduit metálicos de pared gruesa galvanizada, deberán arroparse con concreto simple de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, y serán colocados a la profundidad que señale el proyecto.

T. - Extensiones de Conexión.

Se deberán instalar extensiones para que pueda ser conectado, el transformador de aislamiento y la lámpara; tendrán que ser estas extensiones para uso rudo, el calibre del cable será de 12 A.W.G. para 600 volts., además debe de contar con una clavija en un extremo y un receptor en el otro, estos accesorios deberán cumplir con la especificación FAA-L-823 Tipo II, clase A, además los puntos de conexión entre el cable y los accesorios deberán vulcanizarse en la fábrica, y tendrán que resistir sin mostrar evidencias de separación, una carga de 4.61 kg. de tensión. Una vez hecha la conexión entre la lámpara y el transformador, deberán encintarse las uniones con dos o más capas de cinta plástica.

ca. La longitud de las extensiones será de 3 mts. para borde de pista y 7 mts. para borde de rodaje.

U. - Cimientos para Sistema Visual Indicador de Pendiente de Aproximación (Vasi).

Será de concreto y con varilla de una resistencia de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ y $fs = 1,265 \text{ kg/cm}^2$, se fijarán anclas, que deberán quedar perfectamente colocadas y niveladas. Los registros serán bases universales L-857 - galvanizadas por inmersión en caliente tipo I de 40.64 cm. de diámetro (16 pulg), por 61 cm. (24 pulg), de profundidad, con brida ciega de placa de Te rolada en frío de 3/8 pulg. de espesor maquinada en una cara, para recibir, al empaque de neopreno de 3.15 mm. de espesor, por 40 mm de ancho, y 40.64 cm. de diámetro, galvanizada por inmersión en caliente - se sujetarán con tornillos y arandelas, de 25.4 mm. (1") de largo, y 9.53 mm. (3/8") de diámetro; ahora bien, para la colocación de las anclas, se deberán emplear tubos de concreto de 30 cm (12") de diámetro, relleno con concreto simple de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, y con un agregado máximo de 19 mm. (3/4").

2. - CONSTRUCCION.

2.1. - Trazo y Ejecución.

En el punto de trazo, se trata, de la localización de las unidades de señalamiento, trayectorias de cableado, ubicación de registros, bancos de ductos, dentro y fuera del cuerpo de las pistas, calles de rodaje y plataformas; localización de subestaciones de campo y sistema de aproximación, luces de eje de pista, luces de zona de toma de contacto, conos de vientos, proyector de techo, vasis, reils, etc.

Por lo que toca a la ejecución de los trabajos de instalaciones, estos deben planearse, para ser desarrollados cuando las obras civiles, de construcción de pistas, calles de rodajes, plataformas etc., presentan un avance, tal que su terminación sea el acabado final de las propias instalaciones, evitando cortes, zanjas o ranuras, dentro o fuera del cuerpo de las obras adyacentes.

2.2.- Precauciones que deben considerarse en el manejo de Equipo, Materiales etc

Los equipos, materiales y accesorios, deberán estar adecuadamente protegidos durante todo el trayecto, cuando se use transporte, o cuando se encuentren en el almacén, con objeto de evitar daños o desperfectos que a la postre resulten en fallas durante la operación.

3.- P r u e b a s .

3.1. - Pruebas Eléctricas para Aceptación de Obra Ejecutada.

Se deberán efectuar pruebas de campo, a los conductores y transformadores eléctricos de los circuitos, para señalamiento luminoso de pista, calles de rodaje, plataformas, equipos especiales y obras complementarias.

Estas pruebas deberán ser: De continuidad, resistencia de aislamiento y de potencial aplicado, las cuales estarán regidas por las normas y códigos eléctricos vigentes, y tendrán que ser ejecutadas por un laboratorio especializado.

a) La prueba de continuidad se deberá realizar en cuanto el circuito de que se trate, cuando se encuentre a punto de conectarse a la carga y fuente de alimentación. Esta prueba se ejecutará con un ohmmetro.

b) La prueba de resistencia de aislamiento, se efectuará a los conductores, inmediatamente después de la prueba de continuidad por medio de un megger de voltaje constante, ya sea motorizado o electrónico; para los conductores aislados a 5,000 volts. se utilizará una tensión de 2,500 volts. de C.D., por un tiempo de 5 minutos, tomando lecturas cada minuto.

c) La prueba de potencial aplicado, se hará a los conductores con aislamiento para 5 KV., antes de que el circuito haya entrado en operación y tendrá una duración de no más de 15 minutos, con una tensión aplicada

de 25 KV., de C.D. tomando lecturas de corrientes de fuga, cada minuto.

d) La prueba de resistencia de aislamiento a los transformadores de corriente FAA-L-830, debe hacerse con corriente directa. El voltaje indicado, en esta prueba, debe exceder y/o tener los siguientes valores mínimos.

Devanado	Voltaje C.D.	Transformador en frío	Transformador en caliente.
Secundario	5,000	750	300
Primario	15,000	2,000	750

Previamente a la operación de pruebas, se deberán verificar los ajustes y/o reglaje de los equipos.

A solicitud de las personas de residencias de construcción, el personal de proyectos, aportará el apoyo técnico necesario.

CAPITULO IV

CALCULO DEL SISTEMA ELECTRICO PARA AYUDAS VISUALES DEL AEROPUERTO DE AGUASCALIENTES, AGS.

1.- Memoria Técnica.

El aeropuerto de Aguascalientes, Ags., ha sido proyectado para servir al equipo DC- 9-30 como aeronave critica; por tal motivo, deberá estar dotado de los aparatos electrónicos requeridos para operaciones por instrumentos VOR* y DME*.

Por otra parte, gracias a que el aeropuerto se localiza en una zona meteorológica nada conflictiva, cuenta con buena visibilidad; de acuerdo a esto las ayudas visuales serán:

- Luces de alta intensidad en el borde de la pista.
- Luces de alta intensidad en el umbral de la pista.
- Luces de media intensidad en el borde de los rodajes.
- Luces de media intensidad en el borde de las plataformas.
- Sistema visual indicador de pendiente de aproximación (VASI'S).
- Sistema indicador de cabecera (Reil's).
- Conos de viento.

* VOR.- Radiofaros, omnidireccionales de alta frecuencia, que le indican al piloto la dirección en que va volando respecto de esas instalaciones.

- Proyector de techos

- Faro giratorio .

Por lo que hace al sistema de luces de alta intensidad (HILR), se ñalando para la pista. Cabe citar que la selección obedece, a que el aeropuerto tendrá, en su mayoría, operaciones de día, pero también habrá aproximaciones nocturnas.

Las luces de alta intensidad que se encuentran en el borde y en el umbral de la pista, definen los límites longitudinales y transversales de la pista, por esta razón se usarán luces de 200 watts.

Dos líneas rectas de luces definen los límites laterales del área de aterrizaje, indicando, con su código de color azul, la longitud disponible de la pista; ya que, a partir del umbral y hasta un punto situado a 600 mts. (2,000 pies), del final de la pista, las luces son de color azul variable y, a partir de ese punto las luces son de color ámbar variable.

Las luces utilizadas para definir el umbral son de color verde (12 luces), y las de fin de pista son rojas (6 luces); ambas delimitan transversalmente el área operacional de la pista de aterrizaje.

Las luces de borde son elevadas, mientras que, las de umbral y final de pista son de tipo rasante.

* DME. - Le señalan al piloto la distancia a la que se encuentra respecto a estos equipos.

Por lo que respecta al sistema de luces de media intensidad, se usarán luces de 30 watts, instaladas en el borde de rodaje y plataforma. Estas luces son de color azul variable, habiéndose seleccionado éste color en atención a que, prácticamente, no es visible desde el aire o a gran distancia; asegurándose así que la atención del piloto no será distraída por el exceso de señalamiento luminoso.

Como parte integral de las ayudas visuales, y tomando en cuenta que la estación no será utilizada por aviones de fuselaje ancho, se instalarán dos sistemas Vasi's de seis gabinetes cada uno, con capacidad para alojar tres lámparas de 200 watts. Ahora bien, como ya se sabe, estos equipos indican la pendiente de aproximación a la pista.

El equipo identificador de pista (Reil's), se instalará en los extremos de la pista formada por las cabeceras 17 y 35 *.

Se contará también con la instalación de dos conos de viento, un proyector de techos y un faro giratorio.

2.- Cálculo de Voltaje de Operación de Circuitos Alimentadores, determinación de la capacidad del equipo y eficiencia.

2.1.- Luces de Borde de Pista.

* El número se refiere al ángulo en que se encuentra la pista con relación a los paralelos. En la cabecera 17, se contará con 170°, mientras que en la cabecera 35 se cuenta con 350°.

Se alimentarán con un sólo regulador, pero trabajarán a dos circuitos, en forma alternada, los cuáles tendrán la siguiente carga:

Para el circuito 1

24 luces de umbral, bidireccionales L-850 D filtro verde.

12 luces de borde de pista L-862 filtro azul.

18 luces de borde de pista L-862 filtro claro - ámbar

28 luces de borde de pista L-862 filtro claro.

4 luces de borde de pista (embutidas), L-850 C, filtro claro - claro.

86 Luces en total.

Para el circuito 2

8 luces de umbral unidireccionales L-850 E, filtro verde.

12 luces de borde de pista L-862 filtro azul.

20 luces de borde de pista L-862 filtro claro - ámbar

28 luces de borde de pista L-862 filtro claro

4 luces de borde de pista (embutidas), L-850 C filtro claro - claro

4 luces de umbral, omnidireccionales L-862 filtro verde.

76 Luces en total.

La carga será entonces:

Para el circuito 1:

4 X 250 - 1,000 watts.

24 X 250 - 6,000 watts.

58 X 125 - 7,250 watts.

Total 14,250 watts.

Para el circuito 2:

4 X 250 - 1,000 watts.

12 X 250 - 3,000 watts.

60 X 125 - 7,500 watts.

Total 11,500 watts.

Por lo tanto, los conductores alimentadores serán de cable, cali
bre No 8 AWG, para 5,000 volts, el cuál tiene una resistencia de 2.13
ohms/km a 20°C.

Al analizar las curvas isotermas de la zona, se estima convenient
te respetar dicha resistencia, debido a que existe poca variación de temperatura.

Tomando en consideración la longitud del cable alimentador, se determinan las pérdidas en el cable de la siguiente manera:

$$P = RI^2$$

Donde; P - Pérdida

R - Resistencia

I - Corriente.

Longitud del circuito 1 - 7.3 km

Longitud del circuito 2 - 7.3 km

$$R_c 1 = 2.13 \times 7.3 = 15.549 \text{ Ohms.}$$

$$R_c 2 = 2.13 \times 7.3 = 15.549 \text{ Ohms.}$$

Por lo tanto, la potencia disipada será:

$$\text{Circuito 1} - 15.549 (6.6)^2 = 677.31 \text{ watts.}$$

$$\text{Circuito 2} - 15.549 (6.6)^2 = 677.31 \text{ watts.}$$

La carga real de cada circuito será:

$$\text{Circuito 1} = 14,250 + 677.31 = 14,927.31 \text{ watts.}$$

$$\text{Circuito 2} = 11,500 + 677.31 = 12,177.31 \text{ watts.}$$

El voltaje de operación para cada circuito será:

$$\text{Circuito 1 Carga} = 14,927.31 \text{ watts.}$$

De la fórmula:

$$P = V_1 I \cos \phi$$

se despeja:

$$V_1 = \frac{P}{I \cos \phi}$$

El coseno ϕ lo señalan las gráficas del fabricante en relación con la carga, para este caso.

$$\text{Carga \%} = \frac{14927.31}{30,000} \times 100 = 49.75 \%$$

Por lo tanto, para este valor de carga, el $\cos \phi = 0.91$

Circuito 2 carga = 12,177.31

de la fórmula:

$$V_2 = \frac{P}{I \cos \phi}$$

$$\text{Carga \%} = \frac{12,177.31}{30,000} \times 100 = 40.59 \%$$

Por lo tanto, para este valor de carga, el $\cos \phi = 0.88$

La carga real para los circuitos 1 y 2, será:

Circuito 1 = 14 927.31

Circuito 2 = 12 177.31

Carga Real = 27 104.62 Watts.

El coseno lo señalan las gráficas del fabricante en relación con la carga, por lo que, para éste caso:

$$\text{Carga \%} = \frac{27\ 104.62}{30\ 000} \times 100 = 90.34 \%$$

Por lo tanto, para este valor de carga, el coseno $\phi = 0.95$

El voltaje de estos circuitos será:

$$V = \frac{P}{I \cos \phi}$$

$$V = \frac{27\ 104.62}{6.6 \times 0.95} = 4\ 322.90 \text{ Volts.}$$

La eficiencia del regulador será:

Para los circuitos de pista, con 90.34 % de carga, tendrá el regulador una eficiencia $E = 95 \%$, con una capacidad de 30 kw.

2.2.- Luces de borde de rodaje.

Las luces se alimentarán de un circuito que tendrá la siguiente carga:

99 luces elevadas, L-861 - T, filtro azul

3 luces embutidas L-852 - Q, filtro azul.

Total 102 luces.

La carga será entonces de:

$$99 \times 50 = 4\,950 \text{ watts}$$

$$3 \times 100 = \underline{300} \text{ watts}$$

Total 5 250 Watts.

Por lo tanto, el cable alimentador será calibre No. 8 AWG , para 5 000 volts; con una resistencia de 2.13 Ohms/km, a 20°C

Por análisis de las curvas isoterma de la zona, se estima conveniente respetar dicha resistencia, ya que existe muy poca variación de temperatura.

Tomando en consideración la longitud del cable alimentador, se de terminan las pérdidas en éste de la siguiente manera:

$$P = R I^2$$

La longitud del circuito = 3.97 km.

$$R_{tc} = 2.13 \times 3.97 = 8\,45 \text{ ohms.}$$

$$R_{tc} = 8\,45 \text{ ohms.}$$

Por lo tanto, la potencia disipada será:

$$P_d = 8.45 \times (6.6)^2 = 368.08 \text{ watts.}$$

$$P_d = 368.08 \text{ watts.}$$

La carga real del circuito será:

$$CR = 5\,250 + 368.08 = 5\,618.08 \text{ watts.}$$

$$CR = 5\,618.08 \text{ -watts.}$$

El voltaje de operación del circuito será:

de la fórmula:

$$P = VI \cos \phi$$

se despeja V:

$$V = \frac{P}{I \cos \phi}$$

El coseno ϕ lo señalan las gráficas del fabricante en relación con la carga, por lo que, para este caso:

$$\text{Carga \%} = \frac{5\,618.08}{7\,500} \times 100 = 74.09 \%$$

$$\text{Carga \% } 74.09 \%$$

Por lo tanto, para este valor de carga, el $\cos \phi = 0.94$ y, el voltaje del circuito sera:

$$V = \frac{5\,618.08}{6.6 (0.94)} = 905.56 \text{ Volts.}$$

$$V = 905.56 \text{ Volts.}$$

La eficiencia del regulador será:

Para el circuito de rodaje, con 74.09 % de carga; tendrá el regulador una eficiencia $E = 93\%$, con una capacidad de 7.5 kw.

2.3.- Circuito Alimentador, Equipos Vasi.

El equipo Vasi, se alimentará a dos circuitos por cabecera, que tendrán las siguientes cargas:

Circuito 1, cabecera 17 = $3 \times 6 \times 250 = 4\ 500$ watts

Circuito 2, cabecera 17 = $3 \times 6 \times 250 = 4\ 500$ watts.

Circuito 1, cabecera 35 = $3 \times 6 \times 250 = 4\ 500$ watts

Circuito 2, cabecera 35 = $3 \times 6 \times 250 = 4\ 500$ watts.

Total 18 000 watts.

El conductor alimentador será calibre No. 8 AWG, para 5 000 volts; el cuál tiene una resistencia de 2.0 Ohm/Km a 20°C.

Al analizar las curvas isotermas de la zona, se estimó conveniente respetar dicha resistencia, por existir muy poca variación de temperatura.

Tomando en consideración la longitud del cable alimentador, se determinan las pérdidas en el cable de la siguiente manera:

$$P = RI^2$$

La longitud de: Circuito 1, pista 17 = 3.2 km

Circuito 2, pista 17 = 2.85 km.

La longitud de: Circuito 1, pista 35 = 4.0 km

Circuito 2, pista 35 = 3.8 km

R 1, pista 17 = $2.13 \times 3.2 = 6.81$ ohms.

R 2, pista 17 = $2.13 \times 2.85 = 6.07$ ohms.

R 1, pista 35 = $2.13 \times 4.0 = 8.52$ ohms.

R 2, pista 35 = $2.13 \times 3.8 = 8.09$ ohms.

Por lo tanto, las potencias disipadas serán:

P 1, pista 17 = $6.81 \times (6.6)^2 = 296.64$ Watts.

P 2, pista 17 = $6.07 \times (6.6)^2 = 264.40$ Watts.

P 1, cabecera 35 = $8.52 \times (6.6)^2 = 371.13$ Watts.

P 2, cabecera 35 = $8.09 \times (6.6)^2 = 352.40$ Watts.

Las cargas reales de cada circuito serán: (C - carga).

C 1. - Cabecera 17 = $4\ 500 + 296.64$

= $4\ 796.64$ watts.

C 2. - Cabecera 17 = $4\ 500 + 264.40$

= $4\ 764.40$ watts.

$$\begin{aligned} \text{C 1. - Cabecera 35} &= 4\,500 + 371.13 \text{ watts.} \\ &= 4\,871.13 \text{ watts.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C 2. - Cabecera 35} &= 4\,500 + 352.40 \\ &= 4\,852.40 \text{ watts.} \end{aligned}$$

Para los siguientes circuitos, la carga real será:

$$\text{Circuito 1, cabecera 17} = 4\,796.64 \text{ watts}$$

$$\text{circuito 2, cabecera 17} = 4\,764.40 \text{ watts.}$$

$$\text{circuito 1, cabecera 35} = 4\,871.13 \text{ watts}$$

$$\text{circuito 2, cabecera 35} = \underline{4\,852.40} \text{ watts.}$$

$$\text{Total } 19\,284.57 \text{ Watts.}$$

El voltaje de operación para cada circuito (cto), será el siguiente:

Para la cabecera 17:

$$\text{Cto. C 1, cabecera 17} = 4\,796.64 \text{ watts.}$$

$$\text{cto. C 2, cabecera 27} = 4\,764.40 \text{ watts.}$$

De la fórmula:

$$P = V I \cos$$

Se despeja:

$$V_{17} = \frac{P}{I \cos}$$

El cos lo señalan las gráficas del fabricante en relación con la carga, por lo que, para este caso.

En la cabecera 17 tenemos:

circuito 1 = 4 796.64

circuito 2 = 4 764.40

Total 9 561.04 Watts.

$$\text{Carga \%} = \frac{9561.04}{10\,000.00} \times 100$$

= 95.61 %

Por lo tanto, para este valor de carga, el $\cos \phi = 0.96$

Para la cabecera 35 tenemos:

circuito 1 = 4 871.13

circuito 2 = 4 852.40

Total 9 723.53 Watts.

$$\text{Carga \%} = \frac{9\,723.53}{10\,000.00} \times 100$$

= 97.23 %

Por lo tanto, para este valor de carga, el $\cos \phi = 0.97$

Para los siguientes circuitos, la eficiencia del regulador será:

Para la cabecera 17, que tiene una carga de 95.61%, tendrá el regulador una eficiencia $E = 94.9\%$

Para la cabecera 35, que tiene una carga de 97.23%, tendrá el regulador una eficiencia $E = 94\%$.

2.4. - Alumbrado para Conos de Viento

Se alimentarán a un circuito cada uno, y tendrán la siguiente carga:

Para la cabecera 17

4 Luces PS - 30 bulbo claro.

1 Luz FAA-L- 810

Total 5 luces.

Para la cabecera 35

4 Luces PS - 30 bulbo claro

1 Luz FAA-L- 810

Total 5 Luces.

Las cargas serán entonces:

Cabecera 17 4 X 200 = 800 Watts.

 1 X 100 = 100 Watts

Total 900 Watts.

Cabecera 35 4 X 200 = 800 Watts.

 1 X 100 = 100 watts.

 Total 900 Watts.

El conductor alimentador, será cable calibre No. 10 AWG, para 600 Volts., el cuál tiene una resistencia de 3.34 Ohms/Km a 20°C.

Se estimó conveniente, por el análisis de las curvas isotermas de la zona, respetar dicha resistencia, por existir muy poca variación de temperatura.

Tomando en consideración la longitud del cable alimentador, se determinarán las caídas de voltaje, de la siguiente manera:

$$V = I R$$

La longitud del circuito 17 = 1 300 X 2 = 2 600 mts.

longitud del circuito 35 = 2 100 X 2 = 4 200 mts.

De donde:

$$R_t 17 = 3.34 (2.6)$$

$$= 8.68 \text{ Ohms.}$$

$$R_t 35 = 3.34 (4.2)$$

$$= 14.03 \text{ Ohms.}$$

La caída de voltaje, en el cable, para la cabecera 17, será:

$$V_{17} = I R$$

$$I = \frac{900 \text{ Watts}}{127 \text{ Volts}} = 7.09 \text{ Amp.}$$

$$I = 7.09 \text{ amp.}$$

$$\begin{aligned} V_{17} &= 7.09 \times 8.68 \\ &= 61.54 \text{ Volts.} \end{aligned}$$

La caída de voltaje en el cable, para la cabecera 35, será:

$$V_{35} = I R$$

$$I = \frac{900 \text{ Watts}}{127 \text{ Volts}} = 7.09 \text{ amp.}$$

$$I = 7.09 \text{ amp.}$$

$$\begin{aligned} V_{35} &= 7.09 \times 14.03 \\ &= 99.47 \text{ Volts.} \end{aligned}$$

La salida en los transformadores, para alimentación a conos de viento, será: (V_s = Voltaje de salida).

$$\begin{aligned} V_s 17 &= 120 + 61.54 \\ &= 181.54 \text{ Volts} = 185 \text{ Volts.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s 35 &= 120 + 99.47 \\ &= 219.47 \text{ Volts} = 220 \text{ Volts.} \end{aligned}$$

Para tener uniformidad de equipo, se estima conveniente que ambos transformadores sean de 120/220 Volts.

2.5. - Equipo Reil.

Los equipos Reil's se alimentarán a un circuito cada uno.

Las cabeceras 17 y 35, tendrán los siguientes datos:

Corriente $I = 3$ amp.

Voltaje $V = 220$ volts.

Longitud cabecera 17 = 1 750 mts.

Longitud cabecera 35 = 2 400 mts.

Los conductores alimentadores, serán cable calibre No. 10 AWG, para 600 volts., los cuáles tienen una resistencia de 3.34 ohms/km a 20°C

Se estimó conveniente por el análisis de las curvas isotermas de la zona, respetar dicha resistencia, por existir muy poca variación de temperatura.

Tomando en consideración la longitud del cable alimentador, se determinarán las caídas de voltaje de la siguiente manera:

$$V = R I$$

La longitud de la cabecera 17 = 1 750 mts.

longitud de la cabecera 35 = 2 500 mts.

De donde:

$$R_t 17 = 3.34 \times 1.75 \times 2$$

$$= 11.69 \text{ Ohms.}$$

$$R_t 35 = 3.34 \times 2.4 \times 2$$

$$= 16.03 \text{ Ohms.}$$

La caída de voltaje en el cable, para las cabeceras 17 y 35, será:

$$V_{17} = 11.69 \times 3$$

$$= 35.09 \text{ Volts.}$$

$$V_{35} = 16.03 \times 3$$

$$= 48.09 \text{ Volts.}$$

La selección de los tap^s en el autotransformador:

$$E_{17} = 220 + 35.07$$

$$= 255.07 \text{ Volts.}$$

$$E_{35} = 220 + 48.09$$

$$= 268.09 \text{ Volts}$$

Dado a estos valores el diseño del autotransformador deberá operar con los siguientes voltajes:

V entrada 220 ± 10 %

V salida 280, 260, 240 Volts.

La selección de voltaje, en los equipos Reil's, se obtiene de :

Reil de la cabecera 17 = 280 - 35 = 245 Volts.

Reil de la cabecera 35 = 280 - 48 = 232 Volts.

Distribución de luces en Bordes de Rodaje en Curva.

$$L c = 0.01745 \times R (m) \times \text{ángulo } (^{\circ}) \text{ ----- } (m)$$

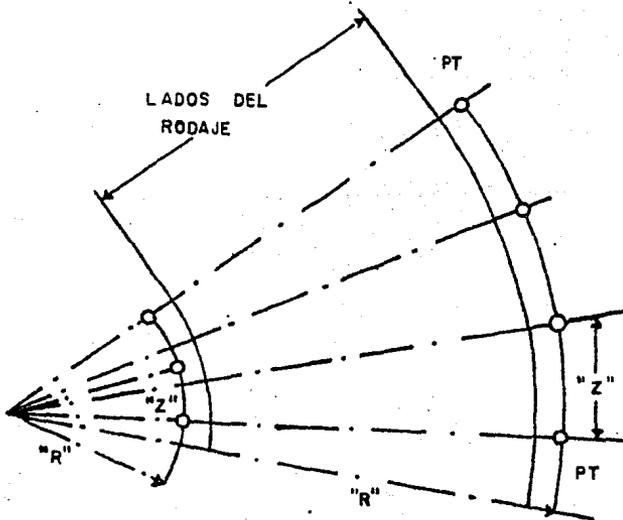


Tabla A.

Radio "R" de la curva en mts. y pies.	Dimensión "Z" en mts. y pies.
4.57 ---- 15	6.10 --- 20
7.62 ---- 25	8.23 --- 27
15.24 ---- 50	10.67 ---- 35
22.86 ---- 75	12.19 ---- 40
30.48 ---- 100	15.24 ---- 50
45.72 ---- 150	16.76 ---- 55
60.96 ---- 200	18.29 ---- 60
76.20 ---- 250	21.34 ---- 70
91.44 ---- 300	24.38 ---- 80
121.92 ---- 400	28.96 ---- 95
152.40 ---- 500	33.53 ---- 110
182.88 ---- 600	39.62 ---- 130
213.36 ---- 700	44.19 ---- 145
243.84 ---- 800	50.29 ---- 165
274.32 ---- 900	56.39 ---- 185
304.80 ---- 1000	60.96 ---- 200

Nota: "Z" es la longitud de la cuerda.

Para radios no enlistados, se debe, determinar la distribución "Z" por interpolación.

Para las luces en bordes curvos, no se debe exceder más de 30 de arco, y se deben instalar como mínimo 4 lámparas.

Para la curva No. 2; con $R = 31.00$ mts. = 101.71 ft y con ángulo de 45°

De la table A.

Para $R = 100$ ft ; $Z = 55$ ft

Para $R = 150$ ft ; $Z = 60$ ft

Variación 50 ft 5 ft

Por lo tanto $R = 1.71$ ft, la variación será:

$$\frac{R}{X} ; \frac{50}{5} - \frac{1.71}{X} \quad X = 0.17 \text{ ft.}$$

entonces para $R = 101.71$ ft $Z = 55 + 0.17 = 55.17$ ft

Para determinar el número de espacios en la curva:

$$L = 0.01745 \times 31 \times 45 = 24.34 \text{ mts.} = 79.85 \text{ ft}$$

$$\text{entonces } E = \frac{L}{Z} = \frac{79.85}{55.17} = 1.45 \text{ Espacios.}$$

$$E = 2 \text{ Espacios ; } E = 12.17 \text{ mts.}$$

Para las curvas No. 3 y 15; que tienen un $R = 197.00$ mts = 646.32 ft y con un ángulo = 30°

De la tabla A.

Para R = 600 ft ; Z = 130 ft

Para R = 700 ft ; Z = 145 ft

Variación 100 15

Por lo tanto R = 46.32 ft, la variación será:

$$\frac{R}{X} ; \frac{100}{15} = \frac{46.32}{X} \quad X = 6.95 \text{ ft}$$

entonces para R = 646.32 ft ; Z = 130 + 6.95 = 136.95 ft

Para determinar el número de espacios de la curva:

$$L = 0.01745 X 197 X 30 = 103.13 \text{ mts} = 338.35 \text{ ft}$$

$$\text{entonces } E = \frac{L}{Z} = \frac{338.35}{136.95} = 2.47 \text{ espacios.}$$

$$E = 3 \text{ Espacios ; } E = 34.37 \text{ mts.}$$

Para las curvas No. 4 y 14; que tienen un R = 7.00 mts. = 22.96 ft
y con un ángulo de 150°

De la tabla A.

Para R = 15 ft ; Z = 20 ft

Para R = 25 ft ; Z = 27 ft

Variación 10 7

Por lo tanto R = 7.96 ft, la variación será:

$$\frac{R}{X} ; \frac{10}{7} - \frac{7.96}{X} \quad X = 5.572 \text{ ft}$$

entonces para $R = 22.96 \text{ ft}$; $Z = 20 + 5.572 = 25.572 \text{ ft}$

Para determinar el número de espacios en la curva:

$$L = 0.01745 \times 7 \times 150 = 18.3225 \text{ mts.} = 60.0978 \text{ ft}$$

$$\text{entonces } E = \frac{L}{Z} = \frac{60.0978}{25.575} = 2.35 \text{ espacios}$$

$$E = 3 \text{ Espacios ; } E = 6.10 \text{ mts.}$$

Para las curvas No. 5 y 13; que tiene un $R = 57.00 \text{ mts} = 187.00 \text{ ft}$
y con un ángulo de 60°

De la tabla A.

$$\text{Para } R = 150 \text{ ft ; } Z = 55 \text{ ft}$$

$$\text{Para } R = 200 \text{ ft ; } Z = 60 \text{ ft}$$

Variación 50 5

Por lo tanto $R = 37.00 \text{ ft}$, la variación será:

$$\frac{R}{X} ; \frac{50}{5} - \frac{37}{X} \quad X = 3.7 \text{ ft}$$

entonces para $R = 187.00 \text{ ft}$; $Z = 55 + 3.7 = 58.7 \text{ ft}$

Para determinar el número de espacios en la curva:

$$L = 0.01745 \times 57 \times 60 = 59.68 \text{ mts} = 195.80 \text{ ft}$$

$$\text{Entonces } E = \frac{L}{Z} = \frac{195.80}{58.7} = 3.33 \text{ espacios.}$$

$$E = 4 \text{ Espacios ; } E = 14.92 \text{ mts.}$$

Para las curvas No. 6 y 12; que tienen un $R = 86.00 \text{ mts} = 282.1 \text{ ft}$
y con un ángulo de 60°

De la tabla A.

$$\text{Para } R = 250 \text{ ft ; } Z = 70 \text{ ft}$$

$$\text{Para } R = 300 \text{ ft ; } Z = 80 \text{ ft}$$

$$\text{Variación } \quad 50 \quad 10$$

Por lo tanto $R = 32.15 \text{ ft}$, la variación será:

$$\frac{R}{X} ; \frac{50}{10} = \frac{32.15}{X} \quad X = 6.43 \text{ ft}$$

entonces para $R = 282.15 \text{ ft}$; $Z = (70 + 6.43) = 76.43 \text{ ft}$

Para determinar el número de espacios de la curva:

$$L = 0.01745 \times 86.00 \times 60 = 90.042 \text{ mts.} = 295.33 \text{ ft}$$

$$\text{entonces } E = \frac{L}{Z} = \frac{295.33}{76.43} = 3.86 \text{ espacios}$$

$$E = 4 \text{ Espacios ; } E = 22.51 \text{ mts.}$$

Para las curvas 7, 8 y 9; que tienen un $R = 120$ mts. = 39 36 ft y con un ángulo 90°

De la tabla A.

Para $R = 25$ ft; $Z = 27$ ft

Para $R = 50$ ft; $Z = 35$ ft

Variación 25 8

Por lo tanto $R = 14.36$ ft, la variación será:

$$\frac{R}{X} - \frac{25}{8} = \frac{14.36}{X} \quad X = 4.5952 \text{ ft}$$

entonces para $R = 39.36$ ft; $Z = (27 + 4.5952) = 31.60$ ft

Para determinar el número de espacios de la curva:

$L = 0.01745 \times 12 \times 90 = 18.846$ mts. = 61.814 ft

entonces $E = \frac{L}{Z} = \frac{61.814}{31.60} = 1.95$ espacios

$E = 2$ Espacios ; $E = 9.42$ mts.

Para las curvas No. 10 y 11; que tienen un $R = 27.00$ mts = 88.56 ft y con un ángulo de 90°

De la tabla A.

Para $R = 75$ ft ; $Z = 40$ ft

Para $R = 100$ ft ; $Z = 50$ ft

Variación 25 10

Por lo tanto $R = 13.56$ ft; la variación será:

$$\frac{R}{X} ; \frac{25}{10} - \frac{13.56}{X} \quad X = 5.424 \text{ ft}$$

entonces para $R = 88.56$ ft ; $Z = 40 + 5.424 = 45.424$ ft

Para determinar el número de espacios en la curva:

$$L = 0.01745 X 27 X 90 = 42.4035 \text{ mts} = 139.08 \text{ ft}$$

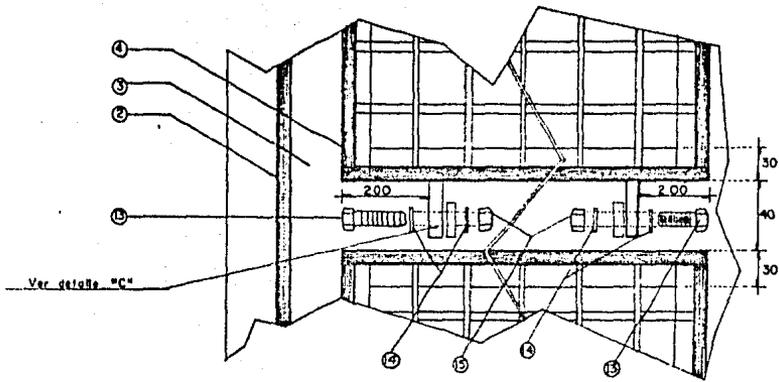
$$\text{entonces } E = \frac{L}{Z} = \frac{139.08}{45.424} = 3.06 \text{ espacios}$$

$E = 3$ Espacios ; $E = 14.1345$ mts.

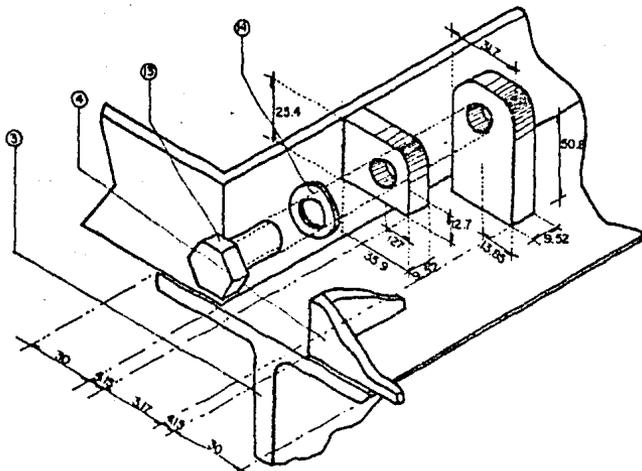
CAPITULO V

DETALLES

CONSTRUCTIVOS

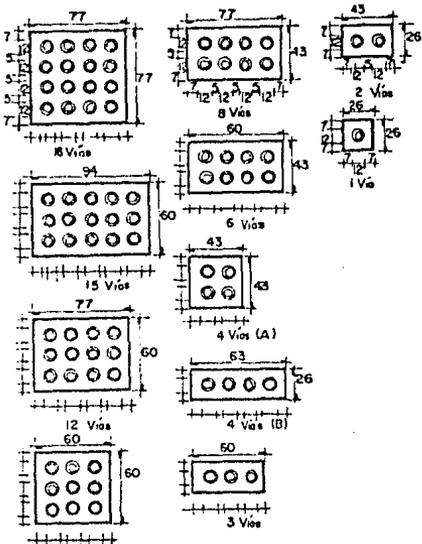


DETALLE CONSTRUCTIVO MOSTRANDO LAS REJILLAS MOVIL Y FIJA
DETALLE "A"

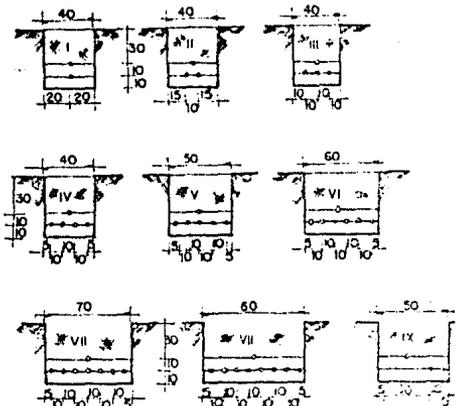


DETALLE CONSTRUCTIVO PARA SUJECION DE REJILLA MOVIL
DETALLE "C"

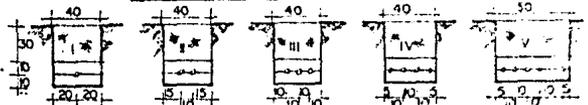
ENEP		ARAGON		1
U	N	A	M	
CARRERA ING. MECANICA Y ELEC.		TEMA: PLANTA GENERAL DE DUCTOS REGISTROS Y ZANJAS TIPO		



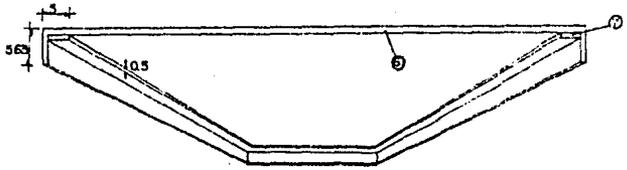
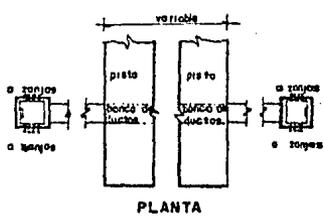
BANCO DE DUCTOS



ZANJAS TIPO PARA ALTA TENSION



ZANJAS TIPO PARA BAJA TENSION

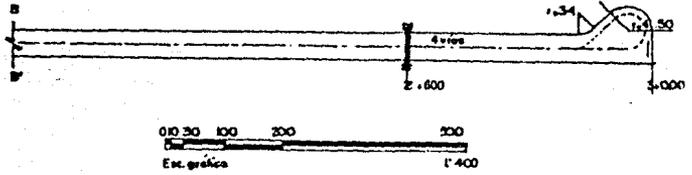
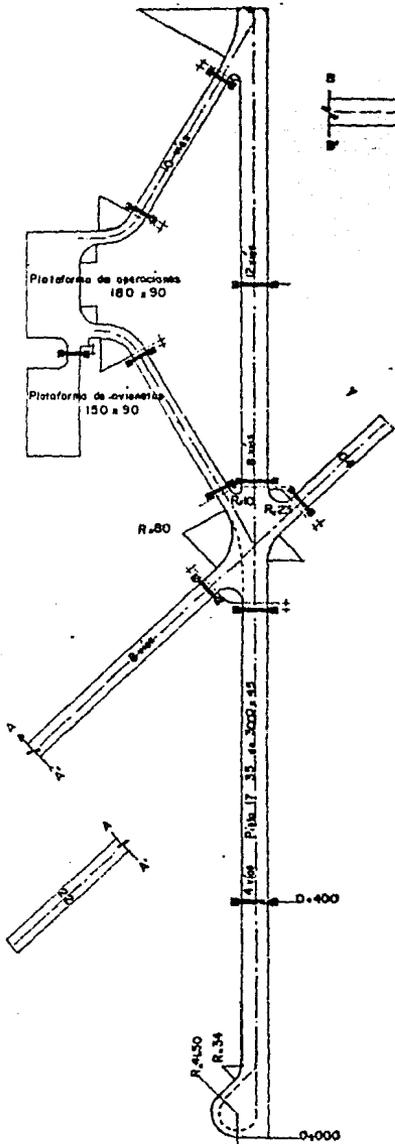


COLOCACION DE JUNTA DE NEOPRENO DE 50x5mm EN LA PARTE INTERIOR DE LA TAPA

DETALLE "B"

DISPOSICION DE REGISTROS EN LOS CRUCES DE PISTA

ENEP ARAGON			
U	N	A	M
CARRERA ING. MECANICA Y ELEC.	TEMA: PLANTA GENERAL DE DUCTOS REGISTROS Y ZANJAS TIPO	ALUMNO: JESUS BUENO CAMPOS	I



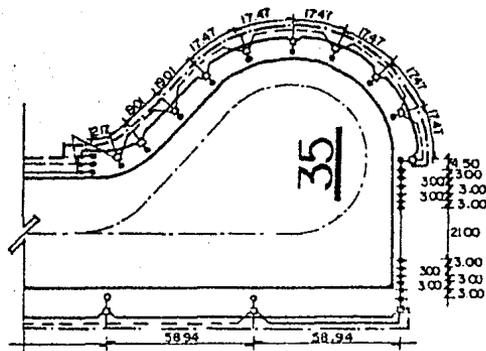
No	DESCRIPCION
1.	Concreto $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$, con un agregado máx. de $3/4"$ y un revestimiento de 10 cm máx.
2.	Marco perimetral sup. para alante de tapa de lón, será de fs. ángulo de $5.1 \times 5.1 \times 0.63$ cm. todos los uniones serán soldadas con corón, continúa se emplea soldadura eléctrica con electrode E-6011 y deberá galvanizarse por inmersión en caliente.
3.	Estructura de apoyo para marco sup. y rejilla IRVING, formada con perfiles I de 20 cm de alma y 10 cm de gub., que se unirá mediante soldura eléctrica con corón continuo y electrode E-6011, terminada con una capa de lar. y dos manos de pintura anticorrosiva, esta estruc. tendrá 8 ondas de fs. redonda de 13 mm de $0 \times 40 \text{ cm}$ de long. y deberá soldarse en los lugares marcados con (A) por el lado int. de la estruc.
4.	Marco de soles $2 \times 5/16"$ (integrado perimetralmente en la rejilla móvil y en la fija)
5.	Tapa fija de rejilla IRVING, tipo IS-06 ($2 \times 3/16"$) de $66 \times 106 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$ ($2"$) de altura (deberá ir galvanizada por inmersión)
5.	Tapa móvil " " " " ($2 \times 3/16"$) " " " "
6.	Tapa de lón, gub. de 6.3 mm de espesor con dos ondas de fs. redonda de 127 mm de \emptyset soldadas antes del galvanizado, en la parte int. de la misma y perimetralmente, deberá una junta de neopreno de $50 \times 5 \text{ mm}$ de espesor colocada con cuidado VER DETALLE "A" también deberá soldarse una copesa de fs. gub. de 6.3 mm \emptyset y atornillada a la vigueta I, mediante tornillos de lón, gub. de $3/8" \emptyset \times 25 \text{ mm}$ de long.
7.	Junta de neopreno de $50 \times 5 \text{ mm}$ colocada en la parte int. con adhesivo perm. en la tapa
8.	Alma de fs. redonda de $50 \times 200 \times 127 \text{ mm}$ de \emptyset soldado a la tapa antes de gub.
9.	Acieros de fs. redonda de 3 mm , $\times 40 \text{ cm}$ de long. deberán soldarse 10 cm sobre la vigueta horizontalmente y verticalmente línea 20 cm , soldados sobre el concreto con un doblar de 10 cm a 90° en su extremo.
10.	Refuerzo vert. de varilla de $3/8" \emptyset \times 20 \text{ cm}$, $f_y = 205 \text{ kg/cm}^2$
11.	Armadura vertical de $3/8" \emptyset \times 20 \text{ cm}$ en ambos sentidos, se dobla 1 de cada 2, con un $f_y = 1265 \text{ kg/cm}^2$
12.	Cadena de fs. gub. de 6.3 mm \emptyset soldada a la tapa y atornillada a la vigueta I, mediante tornillo de máquina gub. de $3/8" \emptyset \times 1"$ de long.
13.	Tornillo de máquina gub. de $3/8" \emptyset \times 1"$ de long.
14.	Realdeno plano para tornillo de $3/8" \emptyset$ gub.
15.	Tercer horizontal gub. para tornillo de $3/8" \emptyset$ de 0
16.	Escobero metálico de varilla corrugada de 13 mm , de $0 \times 40 \text{ cm}$.

ENEP ARAGON

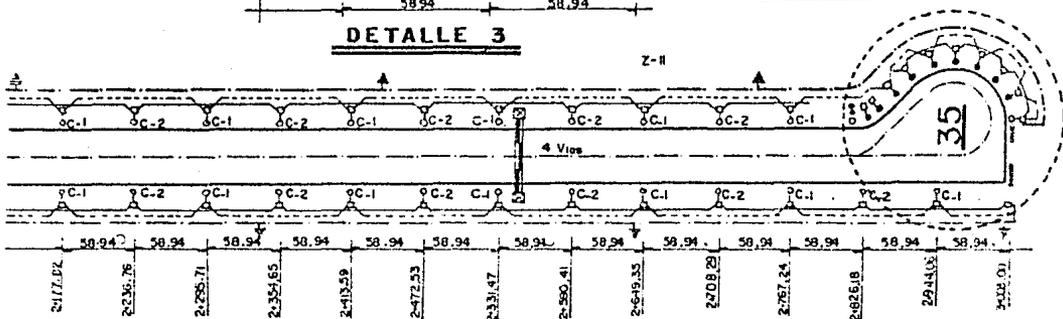
U N A M
CARRERA:
ING. MECANICA Y ELEC.

TEMA: PLANTA GENERAL
DE DUCTOS REGISTROS Y
ZANJAS TIPO

ALUMNO: JESUS BUENO
CAMPOS

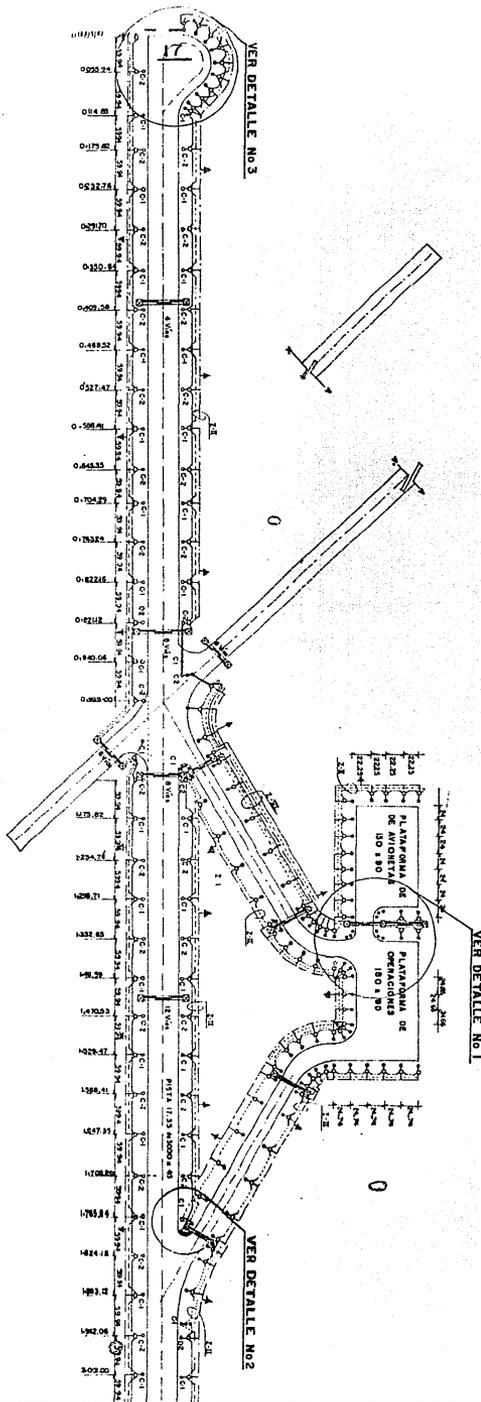


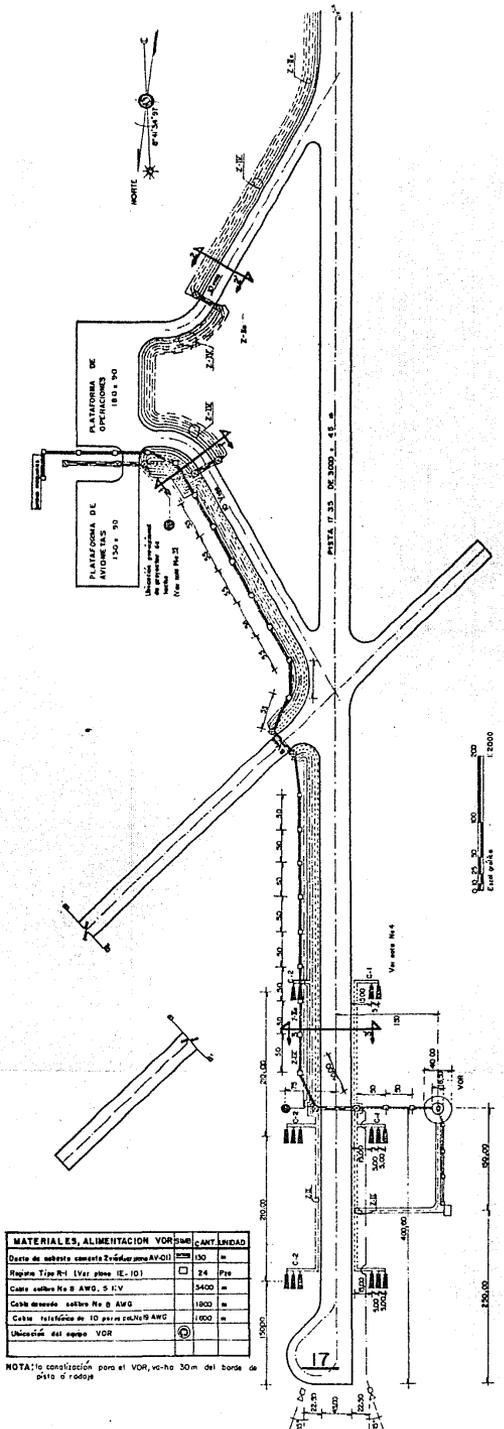
VER DETALLE No3



SIMBOLOGIA	DESCRIPCION	Cantidad	Unidad
—	Donde de ductos de asbesto cemento 101 mm Ø de 15 ves	120	M
—	12 vías	70	M
—	10 vías	80	M
—	8 vías	300	M
—	6 vías	130	M
—	Cimiento registro para lucas elevadas	221	Pzo
—	ambundias	27	Pzo
—	Registro para varilla de tierra	32	Pzo
—	Varilla copperweld	32	Pzo
—	Conector de cobre tipo GKP para varilla y cables	32	Pzo
—	VT para derivación de bote universal	221	Pzo
—	Regulador de corriente constante de 30 KW, 220 V. FAA-L-828	1	Pzo
—	75 KW, 220 V. FAA-L-812	1	Pzo
—	Marcador de cables	80	Pzo

ENEP ARAGON			2
U	N	A	
CARRERA: ING. MECANICA Y ELEC.	TEMA: PLANTA GENERAL DE SEÑALAMIENTO LUMINO- SO	ALUMNO: JESUS BUENO CAMPOS	

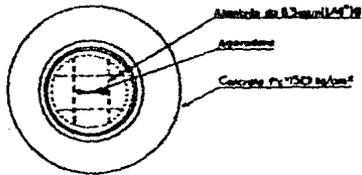




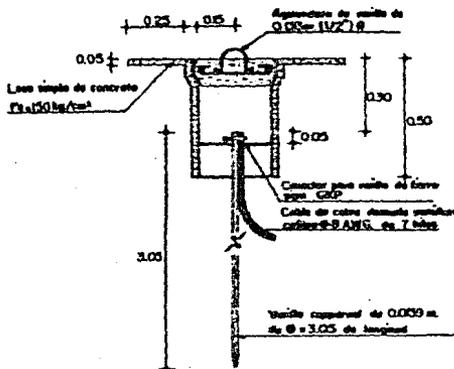
MATERIALES, ALIMENTACION VOR	UNE	CANT.	UNIDAD
Dosco de asfalto cemento 2x40x60mm AWG		50	m
Regaso tipo R-1 (Ver plano de 10)	□	24	Pa
Cable cables No 8 AWG, 5 CV		3400	m
Cable aluminio cable No 8 AWG		1000	m
Cable instalación de 10 pares No 8 AWG		1000	m
Unidad est apoyo VOR	⊙		

NOTA: la construcción para el VOR, va-ha 30m del borde de pista o rodaje

ENEP ARAGON		3
U	N	
CARRERA:		ALIMMO JESUS BUENO CAMPOS
ING. MECANICA Y ELEC.		
TEMA: INSTALACION PARA VASEL		ALIMMO JESUS BUENO CAMPOS
DEL FONDO DE VIENTOS INDIC. DE TECHO Y PARG. GONATORIO		

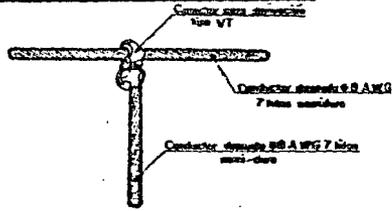


PLANTA



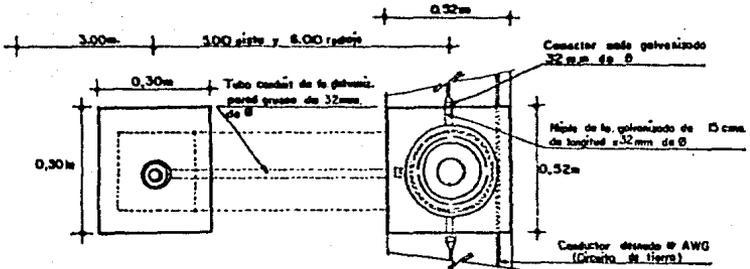
ELEVACION

REGISTRO PARA VARILLA DE TIERRA

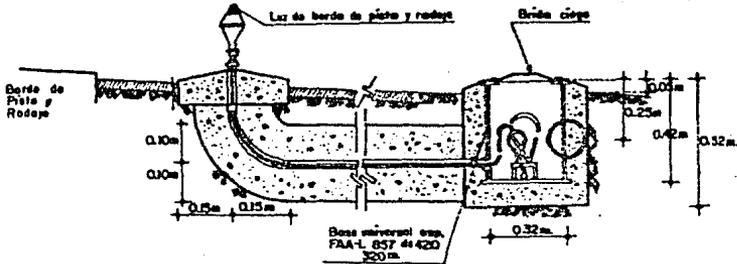


CONEXION A TIERRA

ENEP		ARAGON		4
U	N	A	M	
CARRERA	ING MECANICA Y ELEC	TEMA: DETALLES DE PLANTA	GENERAL DE SEÑALA -	ALUMNO:
		MIENTO LUMINOSO		JESUS BUENO CAMPOS



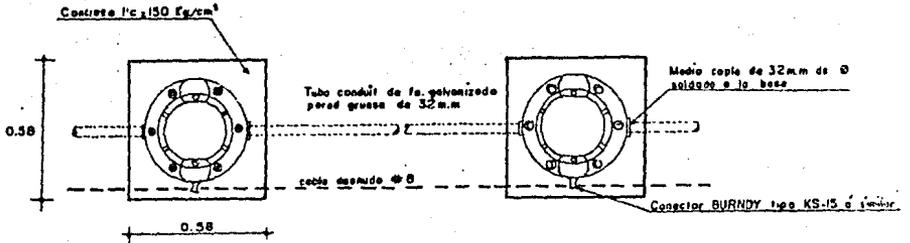
PLANTA



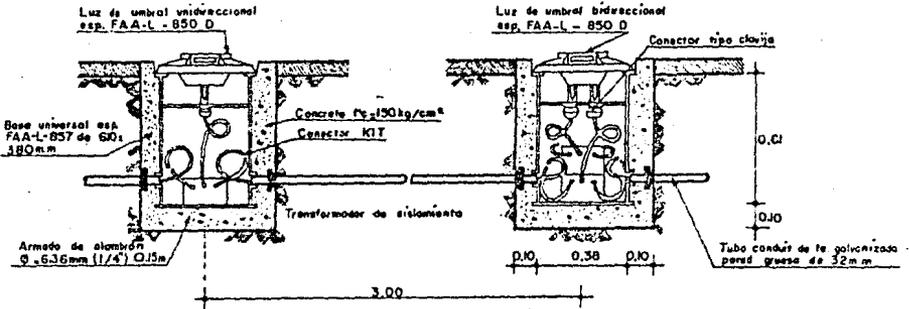
ELEVACION

DETALLE DE LUCES DE BORDE DE PISTA Y RODAJE

E	N	P	A	R	A	G	O	N	4
U	N	A	M	CARRERA ING. MECANICA Y ELEC.				TEMA: DETALLES DE PLANTA GENERAL DE SENALA- MIENTO LUMINOSO	



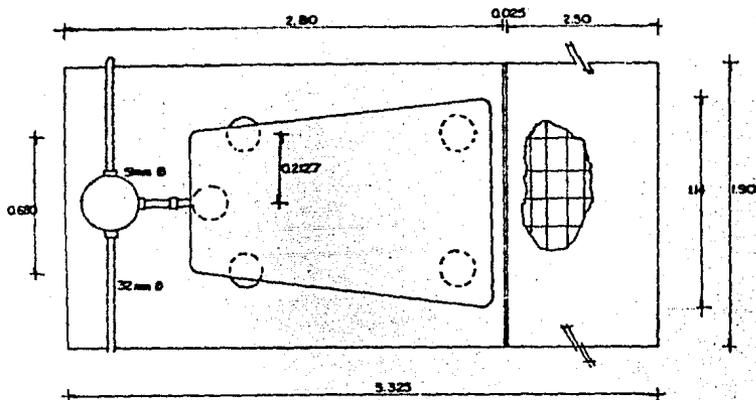
PLANTA



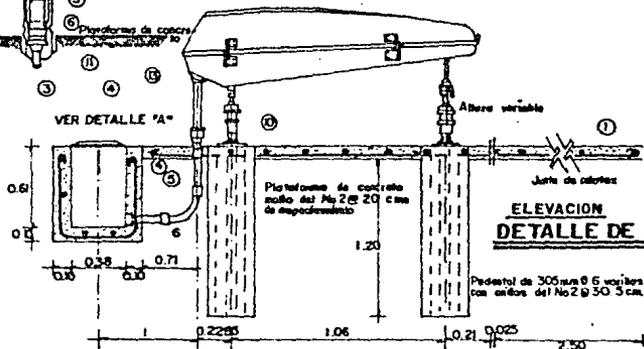
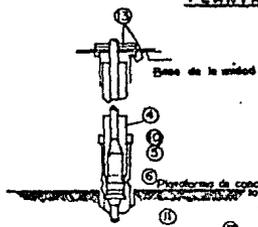
ELEVACION

DETALLE DE LUCES DE UMBRAL

ENEP		ARAGON		4
U	N	A	M	
CARRERA ING. MECANICA Y ELEC.		TEMA: DETALLES DE PLANTA GENERAL DE SEÑALAMIENTO LUMINOSO		ALUMNO: JESUS BUENO CAMPOS



PLANTA



**ELEVACION
DETALLE DE AVASI**

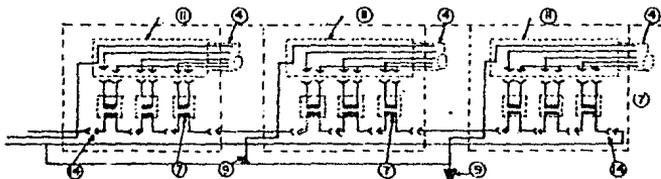
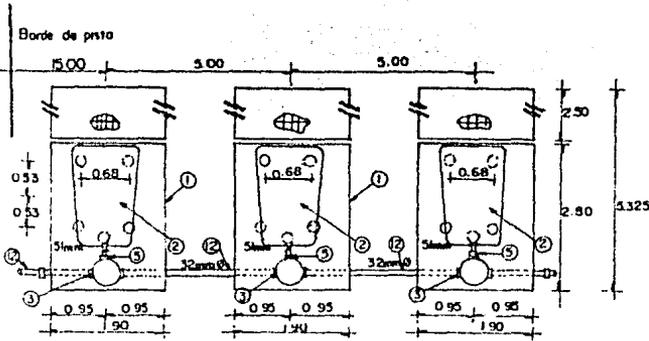


DIAGRAMA DE CONEXIONES PARA EL SISTEMA AVASI

ENEP	ARAGON	5
U	A	
CARRERA: ING. MECANICA Y ELEC.	TEMA: DETALLES CONST. DE LAS INST. VALV. EN CONO DE VIENTOS PROY. DE TECHO Y PANO GIRATORIO	ALUMNO: JESUS BUENO CAMPOS



DESCRIPCION

- ① Base de concreto f'c = 150 kg/cm²
- ② Gabinete equipo AVASI
- ③ Base universal L-857
- ④ Tubo conduct galvanizado 51 mm Ø
- ⑤ Codo " " "
- ⑥ Cople " " "
- ⑦ Transformador de sistema L-830-6
- ⑧ Ensamble superior de cables FAA-E-1040
- ⑨ Conexión a tierra
- ⑩ Cople frágil (detalle N°7)
- ⑪ Ensamble inferior de cables FAA-E-1041
- ⑫ Tubo conduct galv. de 32 mm Ø
- ⑬ Contro y monitor de 91 mm de Ø
- ⑭ Conector FAA-L-825

DETALLE DE COLOCACION DE SISTEMA AVASI

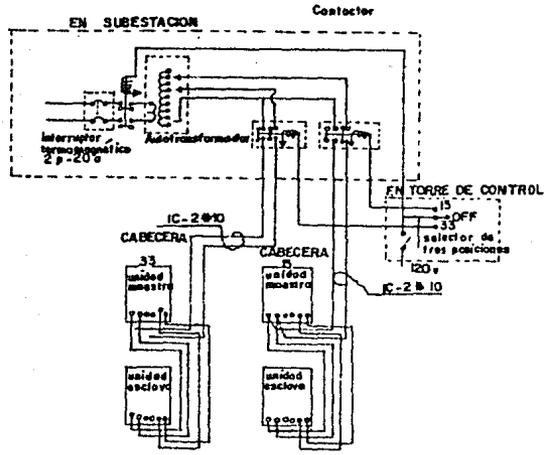
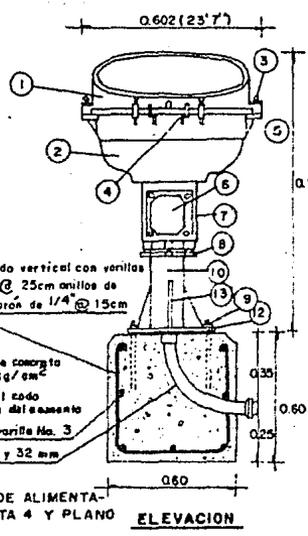
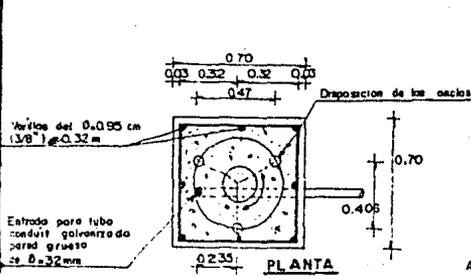
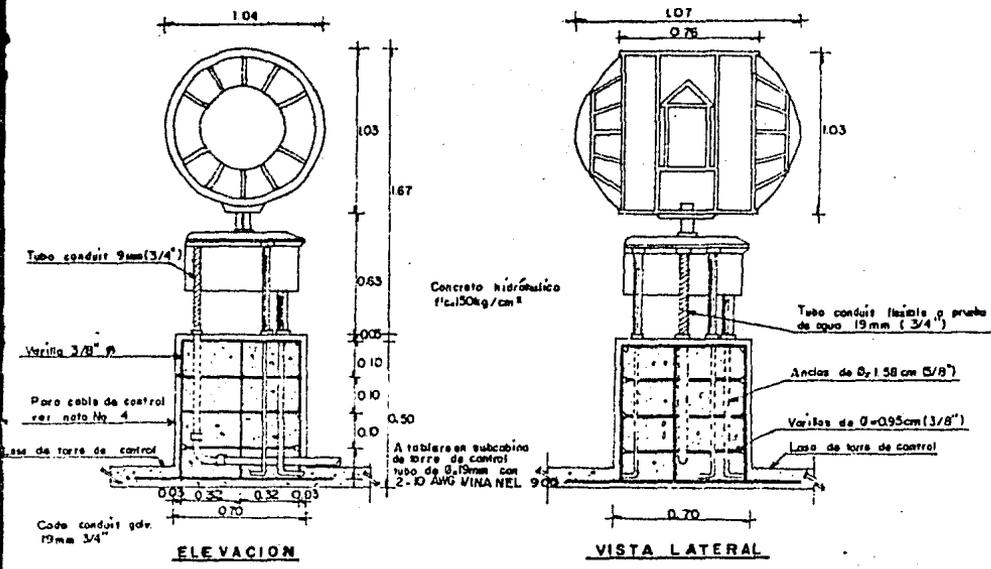


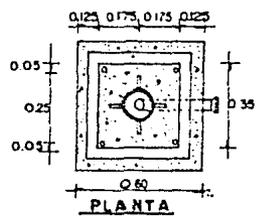
DIAGRAMA DE ALUMBRADO PARA SISTEMA REIL

E N E P	A R A G O N	5
U N A M		
CARRERA: ING. MECANICA Y ELEC.	TEMA: DETALLE CONSTRUCC. DE LAS INST. VASI, REIL, CONO DE VIENOS, PROJ. DE TECHO Y FARO	ALUMNO: JESUS BUENO CAMPOS



- DESCRIPCION**
- ① Anillo de cierre de seccion de aluminio f.c.20%
 - ② Codo de atecado de aluminio
 - ③ Tornillos de sujecion
 - ④ Nivel de burbuja o prueba de chispa
 - ⑤ Bisagra
 - ⑥ Tapa removible de acceso al transformador de red.
 - ⑦ Interruptor de dos polos a prueba de intemperie
 - ⑧ Junta de instalacion
 - ⑨ Perno de anclaje 19mm Ø x 300 mm con tuerca y roldano
 - ⑩ Tubo de f.c. codo 40.1cm (14") Ø, cuerpo de al' acero
 - ⑪ Conector seller de 32 mm Ø
 - ⑫ Placa de acero de Ø 9 (3/8") x 35 x 35 cm
 - ⑬ Contravento de placa de acero 0.79 (3/16) x 20 x 75 de base soldada al tubo y placa

FARO GIRATORIO FUERA DE ESCALA



PROYECTOR DE TECHO

ENEP ARAGON

5

CARRERA: **ING. MECANICA Y ELEC.**

TEMA: **DETALLES CONSTRUCCION DE LAS INST. VASI, REIL COMO DE VIENTOS, Y PROJEC. DE FARO TEO**

ALUMNO: **JESUS BUENO CAMPOS**

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

La aceptación del transporte aéreo en México y en el mundo (consolidación en la década de los años treinta), se debió en gran medida a la agilidad que este medio de comunicación presenta en comparación con las anteriores. La aviación, además de la rapidez que la caracteriza, ofrece alta seguridad gracias a la tecnología, calidad de los materiales que en ello se emplean, y a los recursos humanos con que cuenta, que son, la mano de obra calificada.

La instalación del nuevo aeropuerto en la Ciudad de Aguascalientes, traerá consigo una serie de ventajas que servirán para optimizar el desarrollo de la región, que debido a la falta de apoyo por parte del Estado se ha visto mermado.

Con el incremento de vías rápidas y eficaces de comunicación, es lógico pensar que la industria, agricultura, ganadería y en general, la economía del Estado, será aun más acelerado.

Como consecuencia, la población resultará altamente favorecida. Beneficios que se traducen en amplios márgenes de seguridad, debido a

que las condiciones orográficas del terreno en que se localiza el aeropuerto, y por estar proyectado para maniobras diurnas, se facilitan -- las operaciones a la aeronavegación; razón por la cuál es posible prescindir de aparatos electrónicos.

Al poseer Aguascalientes un aeropuerto, aún cuando éste sólo sea de enlace nacional, resultará imprescindible el establecimiento de normas y patrones que rijan sus servicios. Resulta entonces importante resaltar el papel que desempeña en ello la OACI y la FAA, por ser ellas quienes dictan las reglas a seguir para la construcción y el control de -- las actividades aeroportuarias; y, particularmente, en el caso que interesa, de los sistemas de señalamiento luminoso y demás ayudas visuales. No hay que olvidar la importancia de éstas últimas, ya que de ellas depende que el piloto realice un buen aterrizaje o despegue y todas las -- operaciones que ello implica, teniendo para esto elementos auxiliares; -- como lo son las luces de umbral, de Reil, de borde de pista, de detención y de borde de calles y rodaje, entre las principales.

Debido a lo anterior, se comprende que los conductores eléctricos, juegan un papel muy importante, ya que de ellos dependerá el paso de la energía; y, por razones de economía y seguridad se instalarán directamente enterrados, empleando para ésto mano de obra especializada.

La construcción del aeropuerto en la Ciudad de Aguascalientes, aunado a los 36 ya existentes, viene a incrementar las vías de comunicación del país; contribuyendo, además, al enlace y desarrollo tan to regional como nacional.

BIBLIOGRAFIA

- Almanaque de Aguascalientes - Almanaque de México, S.A. ;
México 1982, pp. 191
- La Aviación. El correo de la UNESCO, publicación mensual;
Francia, abril 1978, pp. 34
- Aviones. Comunidad Conacyt, publicación trimestral;
México 1981, pp. 256
- Manual de Proyecto de Aeródromos, parte 4; Organización de
Aviación civil Internacional (O.A.C.I.). Primera edición 1976
- Manual de Ayudas Visuales para la Navegación, anexo 14;
Organización de Aviación Civil Internacional (O.A.C.I.), Primera
edición 1976.
- Secretaría de Obras Públicas (SAHOP), Especificaciones Generales
de Aeropuertos; México 1982.
- Aeropuertos, López Pedraza F.