

CURSO

"MANTENIMIENTO Y OPERACION DE AEROPUERTOS"

DEL 8 AL 19 DE JULIO DE 1985.

DIRECTORIO DE PROFESORES.

1. ING. XAVIER RAMOS CORONA,  
COORDINADOR DE ESTUDIOS Y PROYECTOS,  
DGA - SCT,  
CHIAPAS NUM. 121,  
MEXICO, D.F.,  
TEL.: 574-09-23  
MARQUEZ DE AGUAYO NUM. 19,  
CD. SATELITE, EDO. DE MEXICO.  
TEL.: 562-22-56
2. C.P. JOSE ANTONIO TREJO HARO,  
DIRECTOR GENERAL DE  
CONSULTORIA INSTITUCIONAL, S. C.,  
ZEMPOALA NUM. 593,  
COL. NARVARTE,  
MEXICO, D.F.  
TEL.: 532-46-19  
GABRIEL MANCERA NUM. 1740,  
COL. DEL VALLE,  
MEXICO 03100, D. F.  
TEL.: 534-71-67
3. ING. VICTOR CANO OCHOA,  
CONSULTORIA INSTITUCIONAL, S. C.,  
ZEMPOALA NUM. 593,  
COL. NARVARTE, D. F.  
TEL.: 672-41-34  
PLATEROS NUM. 110, EDIF. 71 - 101,  
COL. SAN JOSE INSURGENTES,  
MEXICO, D.F.  
TEL.: 680-46-59
4. C.T.A. FERNANDO MOLINAR PRIETO,  
DIRECTOR DE NORMAS OPERACIONALES DE  
SENEAM (SERVICIOS PARA NAVEGACION EN  
EL ESPACIO AEREO MEXICANO)  
BL. PUERTO AEREO NUM. 485,  
COL. MOCTEZUMA, C.P. 15500,  
MEXICO, D.F.  
TEL.: 575-31-00  
TEL.:
5. ING. MARIO BADILLO GONZALEZ,  
ERGIION, S. A.,  
VIAD. MIGUEL ALEMAN NUM. 230 - 7,  
MEXICO, D.F.  
TEL.: 516-17-78 6 516-96-09  
LOPEZ COTILLA NUM. 1028,  
COL. DEL VALLE,  
MEXICO 03100, D. F.  
TEL.:
6. ING. GUILLERMO LEYVA GALINDO,  
SUBDIRECTOR DE SUPERVISION,  
DIR.GRAL. DE AERONAUTICA CIVIL-SCT,  
AV. FUERZA AEREA MEXICANA # 235,  
COL. FEDERAL,  
MEXICO, D.F.,  
TEL.: 571-23-18  
APENINOS NUM. 39,  
LOMAS VERDES, IV SECCION,  
NAUCALPAN DE JUAREZ, EDO. DE MEX.  
TEL.: 393-19-68
7. ING. EUGENIO RAMIREZ RODRIGUEZ,  
JEFE DEL DEPTO. DE ESTUDIOS ESPECIALES,  
DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS - SCT,  
CHIAPAS NUM. 121,  
MEXICO, D.F.,  
TEL.: 574-83-50  
TEL.:

Directorio Profesores.

Curso: "Mantenimiento y Operación de Aeropuertos"...

8. ING. FRANCISCO M. CERRO DIAZ,  
DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS,  
SRIA. DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES,  
CHIAPAS NUM. 121,  
MEXICO, D.F.  
TEL.: 574-83-50  
SULTEPEC NUM. 40-201,  
COL. HIPODROMO-CONDESA,  
MEXICO, D.F.  
TEL.: 271-12-48
9. ING. RODOLFO TELLEZ GUTIERREZ,  
DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS -SCT,  
CHIAPAS NUM. 121,  
MEXICO, D.F.  
TEL.: 574-83-11  
SAMUEL RAMOS NUM. 66,  
COL. DEL VALLE,  
MEXICO 03100, D.F.  
TEL.: 575-39-44
10. ING. FRANCISCO JIMENEZ ZUNIGA,  
JEFE DE LA OFNA. DE GEOTECNIA  
Y PAVIMENTOS,  
DIR. GRAL. DE AEROPUERTOS - SCT,  
CHIAPAS NUM. 121,  
MEXICO, D.F.  
TEL.: 574-83-71  
TEL.:

U.N.A.M. FACULTAD DE INGENIERIA  
 DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

PROGRAMA DEL CURSO : "MANTENIMIENTO Y OPERACION DE AEROPUERTOS"  
 QUE SE IMPARTIRA DEL 8 AL 19 DE JULIO

DE 1535.

| FECHA             | HORARIO.    | T E M A  | P R O F E S O R                |
|-------------------|-------------|--|--------------------------------|
| 8 JULIO/85        | 16:30-17:30 | APERTURA Y SINTESIS DEL CURSO  | ING. XAVIER RAMOS CORONA       |
|                   | 17:30-20:00 | ORGANIZACION Y FUNCIONES DEL ORGANISMO OPERADOR  | ING. XAVIER RAMOS CORONA       |
| 9 JULIO/85        | 16:30-17:30 | ORGANIZACION Y FUNCIONES DEL ORGANISMO OPERADOR (CONT).  | C.P. JOSE ANTONIO TREJO HARO   |
|                   | 17:30-20:00 | SEGURIDAD AEROPORTUARIA  | ING. VICTOR CANO OCHOA         |
| 10 JULIO/85       | 16:30-20:00 | ORGANIZACION Y FUNCIONES DEL SENEAM EN LA RED AEROPORTUARIA  | C.T.A.FERNANDO MOLINAR PRIETO  |
| 11 JULIO/85       | 16:30-20:00 | MANTENIMIENTO ELECTROMECANICO E INDUSTRIAL   | ING. MARIO BADILLO GONZALEZ    |
| 12 JULIO/85       | 16:30-20:00 | MANTENIMIENTO DE AREA DE COMBUSTIBLES  | ING. MARIO BADILLO GONZALEZ    |
| 15 JULIO/85       | 16:30-20:00 | MANTENIMIENTO CIVIL DE EDIFICIOS   | ING. MARIO BADILLO GONZALEZ    |
| 16 JULIO/85       | 16:30-20:00 | ORGANIZACION Y FUNCIONES DE LA DGAC EN LAS COMANDANCIAS DE LA RED AEROPORTUARIA                            | ING. GUILLERMO LEYVA GALINDO   |
| 17 JULIO/85       | 16:30-18:30 | ESTUDIOS ESPECIALES PARA LA EVALUACION DE LA RESISTENCIA Y LAS CONDICIONES SUPERFICIALES DE LOS PAVIMENTOS | ING. EUGENIO RAMIREZ RODRIGUEZ |
|                   | 18:30-20:00 | METODOLOGIAS PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL POR RUIDO EN LOS AEROPUERTOS                         | ING. FRANCISCO M. CERRO DIAZ   |
| 18 JULIO/85       | 16:30-20:00 | MANTENIMIENTO DE AREAS DE OPERACION AERONAUTICA  | ING. RODOLFO TELLEZ GUTIERREZ  |
| 19 JULIO/85       | 16:30-18:30 | EVALUACION DE PAVIMENTOS PARA EL PROYECTO DE REFUERZOS   | ING. FRANCISCO JIMENEZ ZURIGA  |
|                   | 30-20:00    | MESA REDONDA CON EXPOSITORES Y ALUMNOS   |                                |
| <u>MATERIAL D</u> | <u>DE</u>   | <u>NO</u> : "MANUAL DE SERVICIOS DE AEROPUERTOS", PARTES 8 Y 9,  | DOC. OACI 9137-AN898           |



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: MANTENIMIENTO Y OPERACION DE AEROPUERTOS  
DEL 8 AL 19 DE JULIO DE 1985  
MEXICO D.F.

ORGANIZACION Y FUNCIONES DE LA DIRECCION  
GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL EN LAS COMANDANCIAS DE  
DE LA RED AEROPORTUARIA

ING. GUILLERMO LEYVA GALINDO  
JULIO DE 1985

C U R S O S : MANTENIMIENTO Y OPERACION DE AEROPUERTO.

T E M A : ORGANIZACION Y FUNCIONES DE LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL EN LAS COMANDANCIAS DE LA RED AEROPORTUARIA.

EXPOSITOR: ING. GUILLERMO LEYVA GALINDO  
SUBDIRECTOR DE SUPERVISION DE LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL.

OBJETIVOS: I.- DE MANERA BREVE PRESENTAR LOS ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA DIRECCION GRAL. DE AERONAUTICA CIVIL Y SU PARTICIPACION EN EL DESARROLLO DE LA AVIACION CIVIL..

II.- DAR A CONOCER A LOS PARTICIPANTES DEL CURSO, LAS FUNCIONES DE LA DIREC. GRAL. DE AERONAUTICA CIVIL, RELACIONADAS CON EL MANTENIMIENTO Y OPERACION DE LOS AEROPUERTOS.

EL DESARROLLO DEL TEMA SE PLANTEA CON LOS SIGUIENTES SUBTEMAS:

- I.- ANTECEDENTES DE LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL.
- II.- DESCRIPCION DEL ORGANIGRAMA ACTUAL DE LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL.
- III.- FUNCIONES DE LAS COMANDANCIAS DE AEROPUERTO, RELACIONADAS CON EL MANTENIMIENTO Y OPERACION DE AEROPUERTOS CIVILES.
- IV.- COMITES NACIONALES Y LOCALES DE SEGURIDAD Y FACILITACION AEROPORTUARIA; ORIGEN Y FUNCIONES.

LOS ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL. COMO DEPENDENCIA DEL SECTOR TRANSPORTE AEREO, SE ENCUENTRAN MUY LIGADOS AL DESARROLLO DEL MISMO Y SE REMOTAN A LA SEGUNDA DECADA DE ESTE SIGLO, EN EL CUAL SE INICIA LA AVIACION COMERCIAL EN MEXICO, LO CUAL HACE NECESARIO POR PARTE DEL GOBIERNO FEDERAL, NORMAR Y CONTROLAR TODAS LAS ACTIVIDADES AEREAS, INICIANDO POR LAS AERONAVES Y EL PERSONAL TECNICO AERONAUTICO DE LAS MISMAS. EL 8 DE ENERO DE 1910 ALBERTO BRANIFF REALIZO EL PRIMER VUELO EN TERRITORIO MEXICANO CON UNA AERONAVE DE CONSTRUCCION FRANCESA, A PARTIR DE ESE MOMENTO SE DESPIERTA UN GRAN INTERES POR LA AVIACION, INTERES QUE SE VE FRENADO POR LOS ACONTECIMIENTOS POLITICOS DE 1913 QUE HACEN AL GOBIERNO DE VICTORIANO HUERTA, REQUISAR LAS AERONAVES QUE PARA ESE ENTONCES YA EXISTIAN EN EL PAIS, CON EL FIN DE CONVERTIR AL AVION COMO ARMA MILITAR; SIENDO HASTA EL 5 DE FEBRERO DE 1915 EN QUE EL EJERCITO CONSTITUCIONALISTA DECRETA LA CREACION DE LA ARMADA DE AVIACION MILITAR DENTRO DE SUS FILAS Y EL 15 DE NOVIEMBRE DEL MISMO AÑO, SE INAUGURAN LOS TALLERES NACIONALES DE CONSTRUCCIONES AERONAUTICAS Y CAMPO DE MANIOBRAS DE LA PRIMERA ESCUELA DE AVIACION EN AMERICA LATINA; DURANTE ESTA DECADA LA AVIACION PREDOMINANTE FUE MILITAR.

EN 1919 SE PRESENTA A LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS UNA DE LAS PRIMERAS SOLICITUDES DE PERMISO PARA LA EXPLOTACION DE UN SERVICIO AEREO COMO CORREO, A FIN DE TRANSPORTAR -- LOS PRINCIPALES DIARIOS DE LA CAPITAL A LAS CIUDADES DE PACHUCA, TOLUCA Y PUEBLA.

EL 20 DE SEPTIEMBRE DE 1920, SE INCORPORA LA AERONAUTICA CIVIL -- DENTRO DE LA SCOP, SIENDO SECRETARIO DEL RAMO EL ING. PASCUAL -- ORTIZ RUBIO, ORGANIZANDOSE LA SECCION DE NAVEGACION AEREA DEPENDIENTE DE LA DIRECCION DE FERROCARRILES; HASTA ESE MOMENTO NO -- SE PRECISABA COMO Y DONDE COLOCAR LAS ACTIVIDADES AERONAUTICAS, AUN ASI, SE ESTABLECEN LAS PRIMERAS BASES PARA LAS CONCESIONES -- DE LOS SERVICIOS AEREOS EN EL PAIS QUE CONTEMPLAN LOS ASPECTOS -- TECNICOS, JURIDICOS Y ECONOMICOS, Y QUE ESTUVIERON A CARGO DEL ING. JUAN GUILLERMO VILLASANA (FUNDADOR DE LA AVIACION CIVIL -- MEXICANA).

LA PRIMER CONCESION DE SERVICIO AEREO REGULAR PARA TRANSPORTE DE PASAJEROS Y CORREO EN EL PAIS, SE OTORGO A LA COMPANIA MEXICANA DE TRANSPORTACION AEREA EL 21 DE JUNIO DE 1921 Y EL 21 DE AGOSTO DEL MISMO AÑO, SE INAUGURA LA PRIMERA RUTA COMERCIAL DE AVIACION

CIVIL CON AERONAVES BIPLANOS, PARA TRANSPORTE DE UN PASAJERO, 30 KG. DE EQUIPAJE Y 20 KG. DE CORRESPONDENCIA CUBRIENDOSE LOS SIGUIENTES PUNTOS:

MEXICO-TUXPAN-TAMPICO-LAREDO-MATAMOROS-SALTILLO-MONTERREY-SAN LUIS POTOSI.

A PARTIR DE ESTE MOMENTO SE INICIAN ACCIONES DE FOMENTO PARA LA AVIACION, REALIZANDOSE EXHIBICIONES AEREAS EN 38 CIUDADES DE LA REPUBLICA, OBTENIENDOSE RESULTADOS MUY POSITIVOS QUE PARA FINALES DE LA DECADA DE LOS 20'S HACEN AL TRANSPORTE AEREO COMERCIAL REPORTAR LAS SIGUIENTES CIFRAS:

|           |               |   |          |
|-----------|---------------|---|----------|
| KMTS      | RECORRIDOS    | = | 195, 600 |
| HORAS     | VOLADAS       | = | 1, 956   |
| PASAJEROS | TRANSPORTADOS | = | 1, 248   |

LOS SIGUIENTES AÑOS SE SIGNIFICARON POR UN INCREMENTO DEL TRAFICO AEREO EN EL PAIS LO QUE HACE NECESARIO QUE EL 1o. DE JULIO DE 1928 SE FORME EL DEPARTAMENTO DE NAVEGACION AEREA. CON EL CUAL SE CUBREN TODAS LAS AREAS DE LA AVIACION CIVIL.

ES DURANTE LA DECADA DE 1930 A 1940, CUANDO PROGRESAN LAS RUTAS AEREAS NACIONALES E INTERNACIONALES YA QUE PARA ESTE TIEMPO SE CONTO CON EQUIPOS DE VUELO MAS VELOCES Y DE MAS CAPACIDAD COMO, LO FUERON LOS DOUGLAS DC-3, BOEING 247-B Y BOEING B-307.

EN 1937 YA OPERABAN EN EL PAIS 12 EMPRESAS AEREAS CON SERVICIO REGULAR SIENDO ESTAS:

- COMPAÑIA MEXICANA DE AVIACION, S. A.
- TRANSPORTES AEREOS DE CHIAPAS.
- LINEAS AEREAS MINERAS, S. A.
- FRANCISCO T. MANCILLA.
- SISTEMA FRANCISCO BUCH DE PARADA.
- TRANSPORTES AEREOS PACIFICO, S. A.
- CARLOS PANINI.
- SISTEMA COMPAÑIA AERONAUTICA DEL SUR, S. A.
- LINEA POSTAL EXPERIMENTAL.
- AERONAUTICA DE LA SIERRA, S. A.
- TAXI AEREO DE OAXACA.
- ALFREDO ZARATE LEYVES.

PARA RUTAS INTERNACIONALES, LA PAN AMERICAN AIRWAYS, LAS CUBRÍA.

DURANTE ESTA DECADA Y POR CAMBIOS POLITICOS EN LA ADMINISTRACION PUBLICA, EL DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA CIVIL, VE FRENADO SU DESEMPEÑO; ES EN LA ADMINISTRACION DEL GRAL. LAZARO CARDENAS Y --- SIENDO SECRETARIO DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS EL GRAL. -- FRANCISCO J. MUJICA, CUANDO SE PROMUEVE LA REFORMA A LA LEY DE - VIAS GENERALES DE COMUNICACION Y REGLAMENTOS, PUBLICANDOSE ESTA EL 19 DE FEBRERO DE 1940 EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION, EN ESTA SE INSERTAN EN EL LIBRO CUARTO DE DICHA LEY, LAS DISPOSICIONES Y REGLAMENTOS QUE RIGEN LAS COMUNICACIONES AEREAS HASTA - LA FECHA. DE IGUAL FORMA QUE CRECE LA ACTIVIDAD AEREA A NIVEL NACIONAL, SE OBSERVA UN INCREMENTO SIGNIFICATIVO EN EL TRANSPORTE AEREO MUNDIAL QUE HACE QUE MEXICO PARTICIPE CON OTROS 51 PAISES EN LA REUNION DEL 7 DE DICIEMBRE DE 1944 EN LA CIUDAD DE CHICAGO ILLINOIS, EE.UU. EN LO QUE SERIA LA "PRIMER CONFERENCIA INTERNACIONAL DE AVIACION CIVIL" Y QUE DOS AÑOS MAS TARDE EL 12 DE ABRIL DE 1946, DARIA LUGAR A LA CREACION DE UN ORGANISMO QUE SE DENOMINO "ORGANIZACION DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL" (OACI) CON LA RATIFICACION DE 26 PAISES INCLUYENDO A MEXICO, ESTA ORGANIZACION TIENE COMO PROPOSITOS BASICOS: DESARROLLAR LOS PRINCI-

PIOS Y TECNICAS DE LA NAVEGACION AEREA Y LOGRAR EL PROGRESO SEGURO Y ORDENADO DE LA AVIACION CIVIL INTERNACIONAL.

ES A PARTIR DE ESTA FECHA EN QUE MEXICO HA AJUSTADO, CUANDO ELLO HA SIDO COMPATIBLE, SUS LEYES Y REGLAMENTOS AERONAUTICOS, BASAN-DOSE EN LAS RECOMENDACIONES DE LA OACI.

LA DIRECCION DE AERONAUTICA CIVIL, ES CREADA COMO TAL, POR DECRE-TO PRESIDENCIAL DESAPARECIENDO EL DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA CI-VIL, EL 6 DE AGOSTO DE 1952 SIENDO PRESIDENTE EL LIC. MIGUEL ALE-MAN Y COMO SECRETARIO DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS AGUSTIN GARCIA LOPEZ.

ESTE ACUERDO ES PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 23 DE SEPTIEMBRE DE 1952 Y CONSTA DE DOS CONSIDERANDOS Y 4 --PUNTOS DEL DECRETO QUE SON:

- 1.- SE CREA LA DIRECCION DE AERONAUTICA CIVIL DEPENDIENTE DE --LA SCOP EN LUGAR DEL DEPARTAMENTO DE AERONAUTICA CIVIL ---CREADO POR DECRETO PRESIDENCIAL EL 1o. DE JULIO DE 1928.

- 2.- LA DIRECCION DE AERONAUTICA CIVIL SERA INTEGRADA POR: DIRECCION, SUBDIRECCION, DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION Y OFICINA DE CONTROL DE AEROPUERTOS FEDERALES, OFICINA DE ASUNTOS INTERNACIONALES, DEPARTAMENTO TECNICO Y ESCUELA DE AVIACION "5 DE MAYO" ...
- 3.- LA SCOP PROCEDERA A REFORMAR EL CAPITULO X DE SU REGLAMENTO INTERIOR A FIN DE QUE LA NUEVA DEPENDENCIA QUEDE REORGANIZADA DE CONFORMIDAD CON LOS TERMINOS DE ESTE DECRETO.
- 4.- EL PRESENTE SURTIRA EFECTO A PARTIR DE LA FECHA EN QUE SE PUBLIQUE.

EL 10. DE JULIO DE 1961 LA ESCUELA DE AVIACION 5 DE MAYO PASA FORMALMENTE AL GOBIERNO FEDERAL A TRAVES DEL CENTRO INTERNACIONAL DE ADIESTRAMIENTO DE AVIACION CIVIL (CIAAC).

EL DESARROLLO DE LA AVIACION Y LOS COMPROMISOS QUE CONTRAIA EL ESTADO PARA FOMENTAR, NORMAR Y GARANTIZAR LA SEGURIDAD DE LA AVIACION CIVIL, SUPERVISION DE ESTA A NIVEL NACIONAL, ASI COMO EL CRECIMIENTO DE FUNCIONES A REALIZAR POR LA DIRECCION DE AERO-

NAUTICA CIVIL Y LOS COMPROMISOS DE ESTA A NIVEL INTERNACIONAL, -  
 HACEN NECESARIA UNA ESTRUCTURA CON MAS FUERZA QUE REPRESENTA AL  
 ESTADO DENTRO DE LA S.C.T. EN LA MATERIA PROMOVRIENDOSE EL CAMBIO  
 DE ESTRUCTURA DE DIRECCION A NIVEL DE DIRECCION GENERAL DE AERO-  
 NAUTICA CIVIL, EL 1o. DE ENERO DE 1956 ESTANDO SU ORGANIZACION -  
 FORMADA POR LA DIRECCION GENERAL, UNA SUBDIRECCION GENERAL, 7 DE  
 PARTAMENTOS, 30 OFICINAS Y PARA LA SUPERVISION REGIONAL SE CONTA  
 BA CON 21 COMANDANCIAS DE AEROPUERTO.

EN 1958 SE CREAN DENTRO DE LA ESTRUCTURA ORGANICA DE LA DIREC---  
 CION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL CINCO JEFATURAS DE REGION, CON  
 LA FINALIDAD DE ESTABLECER UN MEJOR CONTROL Y SUPERVISION DE LAS  
 FUNCIONES QUE REALIZAN LOS INSPECTORES DE AEROPUERTO Y QUE COM--  
 PRENDEN SUSTANTIVAMENTE LA INSPECCION DE AERONAVES, LA VIGILAN--  
 CIA DEL PERSONAL TECNICO AERONAUTICO DE VUELO Y TIERRA Y LA IN--  
 VESTIGACION DE ACCIDENTES DE AVIACION. ESTAS JEFATURAS SE LOCA-  
 LIZARON EN:

- I REGION - MEXICO, D. F.
- II REGION - MEXICALI, B. C. N.
- III REGION - TORREON, COAH.

IV REGION - MONTERREY, N. L.

V REGION - TUXTLA GUTIERREZ, CHIS.

EL 2 DE ENERO DE 1962 POR ACUERDO SECRETARIAL, SE FORMA LA COMISION DE ESTUDIOS Y PROYECTOS TECNICOS AERONAUTICOS QUE TIENE POR OBJETO ESTUDIAR Y PROPONER PROCEDIMIENTOS TERMINALES DE VUELO DE LOS NUEVCS AEROPUERTOS Y DE LOS YA EXISTENTES, ASI COMO DETERMINAR Y PROPONER LUGARES DONDE SE REQUIEREN INSTALAR SISTEMAS DE COMUNICACION Y RADIO AYUDAS PARA ATENDER LA DEMANDA DE SEGURIDAD DEL TRANSPORTE AEREO.

EN 1965 SE CREA EL ORGANISMO AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES CUYA FINALIDAD ES LA DE ADMINISTRAR LOS 34 AEROPUERTOS DEL GOBIERNO FEDERAL Y QUE EN SU MAYORIA HABIAN SIDO COMPRADOS A LA COMPANIA MEXICANA DE AVIACION.

EL 5 DE JULIO DE 1971 SE CREA EL DEPARTAMENTO DE PROMOCION Y DESARROLLO AERONAUTICO CON LA FINALIDAD DE REALIZAR LAS ACCIONES PERTINENTES EN MATERIA DE PLANEACION.

EL 17 DE NOVIEMBRE DE 1971 SE CREA EL DEPARTAMENTO DE VERIFICACIONES AERONAUTICAS CUYA FINALIDAD ES LA DE SUPERVISAR Y CERTIFI

CAR LA RED DE RADIO AYUDAS EXISTENTES.

EN 1972 LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL ESTABA INTEGRADA POR LA DIRECCION GENERAL, EL C.I.A.A.C., 2 SUBDIRECCIONES GENERALES, 11 DEPARTAMENTOS, UNA ASESORIA JURIDICA, 48 OFICINAS Y DOS COMISIONES.

DURANTE ESTE AÑO SE AUMENTA SU PRESUPUESTO EN UN 100% YA QUE SE CONSIDERO PRIORITARIO, DAR MAYOR SEGURIDAD AL TRANSPORTE AEREO - POR LO QUE BUENA PARTE DE LOS RECURSOS SE INVIRTIERON EN LA ADQUISICION E INSTALACION DE RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACION AEREA.

EN 1978 SE CREA LA JEFATURA DE LA VI REGION LOCALIZADA EN MAZATLAN, SIN., DEBIDO AL INCREMENTO DEL NUMERO DE COMANDANCIAS DE AEROPUERTO Y REDISTRIBUYENDOSE LAS CORRESPONDIENTES A LA II Y III REGIONES.

ESTE MISMO AÑO SE CREA LA JEFATURA DE LA VII REGION LOCALIZADA EN MERIDA, YUC., REDISTRIBUYENDOSE LA ZONA QUE FORMABA A LA V REGION.

EN LO RELATIVO A MEDICINA PREVENTIVA DEL PERSONAL TECNICO AEREO--

NAUTICO DE TIERRA Y VUELO, PARA LA CERTIFICACION MEDICA, QUE SE HACIA A TRAVES DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA DE AVIACION DEPENDIENTE DE LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL Y DEBIDO AL GRAN INCREMENTO DEL PERSONAL TECNICO AERONAUTICO, HACEN QUE EL 9 DE MAYO DE 1978, SE FORME EL CENTRO NACIONAL DE MEDICINA DE AVIACION DEPENDIENTE DE LA MISMA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL, EL CUAL CON ESTA ESTRUCTURA, ESTA EN MEJORES POSIBILIDADES DE INCREMENTAR SUS SERVICIOS DE CERTIFICACION AEROMEDICA Y ABRIR OTROS ASPECTOS DE SEGURIDAD LABORAL, PREVENCIÓN DE ACCIDENTES AEREOS, INSTRUCCION AEROMEDICA Y MEDICINA FORENSE.

EN 1979 SE REESTRUCTURA LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL A FIN DE CUBRIR MEJOR SUS FUNCIONES Y SE INTEGRA COMO SIGUE: LA DIRECCION GENERAL, 2 SUBDIRECCIONES GENERALES, 2 SUBDIRECCIONES ESPECIFICAS, 13 DEPARTAMENTOS, 42 OFICINAS, 2 CENTROS (CIAAC - CENMA), 2 COMISIONES, 7 JEFATURAS DE REGION Y 56 COMANDANCIAS DE AEROPUERTO.

EN 1980 SE CREA LA JEFATURA DE LA VIII REGION, LOCALIZADA EN GUADALAJARA, JAL., Y SE REDISTRIBUYEN LAS REGIONES I Y VI.

14

EN 1983 SE REESTRUCTURA LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL MODIFICANDO SU ORGANIZACION DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS QUE EL SECTOR DEMANDA PARA LOGRAR LA SEGURIDAD, FOMENTO, EFICIENCIA, REGULACION Y CONTROL AERONAUTICOS, QUEDANDO EN LA SIGUIENTE FORMA: LA DIRECCION GENERAL, UN CENTRO (CIAAC), 5 COMISIONES, 4 DIRECCIONES DE AREA, 5 SUBDIRECCIONES ESPECIFICAS, 26 DEPARTAMENTOS, 1 UNIDAD, 74 OFICINAS, 8 JEFATURAS DE REGION, 60 COMANDANCIAS DE AEROPUERTO Y 7 CENTROS REGIONALES DE MEDICINA DE AVIACION. ESTRUCTURA QUE ACTUALMENTE TIENE LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL.

DESCRIPCION DEL ORGANIGRAMA DE LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL Y FUNCIONES. LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL

DENTRO DE LA ACTUAL ADMINISTRACION Y CON SU NUEVA ESTRUCTURA ORGANICA QUE LE PERMITE REFORZARSE Y CUBRIR TODOS LOS ASPECTOS DEL SUBSECTOR TRANSPORTE AEREO, ESTABLECE COMO OBJETIVOS GENERALES - LOS SIGUIENTES:

- GARANTIZAR LA SEGURIDAD TANTO EN VUELO COMO EN TIERRA DE LAS - ACTIVIDADES AERONAUTICAS EN EL TERRITORIO NACIONAL.
- REFORZAR LA PARTICIPACION DE LA AVIACION CIVIL MEXICANA EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL.
- OPTIMIZAR EL OTORGAMIENTO DE PERMISOS Y CONCESIONES PUBLICAS - DE TRANSPORTE AEREO.
- FORTALECER LA COORDINACION ENTRE DEPENDENCIAS, ORGANISMOS Y -- EMPRESAS, QUE CONSTITUYEN AL SUBSECTOR TRANSPORTE AEREO.
- FOMENTAR EL DESARROLLO TECNOLOGICO EN MATERIA AERONAUTICA EN - EL PAIS.

- GARANTIZAR LA DISPONIBILIDAD, CALIDAD Y EFICIENCIA EN LOS SERVICIOS PUBLICOS DE TRANSPORTE AEREO, PASAJEROS Y CARGA.

#### FUNCIONES DE LA SUBDIRECCION DE SUPERVISION

LA VIGILANCIA Y CONTROL DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS AEROPUERTOS Y LAS OPERACIONES AERONAUTICAS, ESTA REALIZADA POR LA SUBDIRECCION DE SUPERVISION A TRAVES DE SUS JEFATURAS DE REGION Y COMANDANCIAS DE AEROPUERTO.

#### FUNCIONES DE LAS COMANDANCIAS DE AEROPUERTO.

DE CONFORMIDAD A LO ESTABLECIDO EN EL REGLAMENTO DE AERODROMOS Y AEROPUERTOS CIVILES EN SU ARTICULO 50, DEFINE AL COMANDANTE DE AEROPUERTO COMO LA MAXIMA AUTORIDAD DEL MISMO, POR LO QUE SUS

FUNCIONES Y ATRIBUCIONES DENTRO DEL MARCO LEGAL SON ENTRE OTRAS:

- VIGILAR QUE TODO AQUELLO QUE CONSTITUYA UN OBSTACULO A LAS OPE

RACIONES AEREAS, SE ENCUENTRE BALIZADO DURANTE EL DIA Y LA NOCHE.

- VIGILAR QUE NO SE LLEVEN A CABO OBRAS DENTRO DEL AEROPUERTO -- SIN LA AUTORIZACION CORRESPONDIENTE O QUE INTERFIERAN LAS OPERACIONES AEREAS, CONSTITUYENDO UN PELIGRO A LAS MISMAS POR NO HABERSE TOMADO LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD CORRESPONDIENTES.
- RECOLECTAR Y VERIFICAR TODOS AQUELLOS INFORMES QUE DEBEN ORIGINAR UN NOTAM CLASE I O II.
- CERRAR EL AEROPUERTO A TODA OPERACION O PARCIALMENTE, CUANDO LAS CONDICIONES FISICAS O METEOROLOGICAS DEL AEROPUERTO ASI LO AMERITEN, EMITIENDO EL NOTAM CORRESPONDIENTE.
- VIGILAR QUE EL USO DE LAS AREAS DE ESTACIONAMIENTO Y PLATAFORMAS DE ASCENSO Y DESCENSO LLENE LOS MAXIMOS REQUISITOS DE -- SEGURIDAD Y MOVIMIENTO EXPEDITO DE LAS AERONAVES.
- EFECTUAR REVISIONES DIARIAS O PERIODICAS SEGUN EL CASO, DE LAS AREAS DE MANIOBRAS CERCAS LIMITROFES, AYUDAS VISUALES, INSTALA

CIONES DEL EDIFICIO TERMINAL, PISTAS, LUCES DE OBSTRUCCION, MARCAS REGLAM PISTAS E INSTALACIONES DE SERVICIOS CONEX

- VIGILAR QUE EN INCISION DE INCENDIO FIJO O MOVIL -- DEL AEROP CONDICIONES DE SERVICIO Y QUE EL PERSONAL O, ESTE ADIESTRADO, RECOMENDANDO SIMULA--- PERIODICOS PARA TAL FIN.

ER LOS COMITES LOCALES DE SEGURIDAD Y FACILITACION AEROPORTUARIA, VIGILANDO QUE LOS MISMOS CUMPLAN CON LOS OBJETIVOS PARA LOS CUALES FUERON CREADOS.

- LEVANTAR ACTAS POR VIOLACIONES A LA LEY DE VIAS GENERALES DE COMUNICACION Y SUS REGLAMENTOS, COMETIDAS DENTRO DE SU AREA DE COMPETENCIA, CONSIGNANDO A LOS RESPONSABLES EN SU CASO A LA AGENCIA DEL MINISTERIO PUBLICO FEDERAL E INFORMAR DE INMEDIATO A SUS SUPERIORES.

- REPRESENTAR A LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES Y A LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL EN LOS CASOS LEGA-

LES O JUDICIALES QUE EN SU CONTRA SE PROMUEVAN.

TODO LO ANTERIOR TIENE COMO YA SE CITO, FUNDAMENTO EN LA LEY DE VIAS GENERALES DE COMUNICACION, SUS REGLAMENTOS EN MATERIA AERONAUTICA Y LAS NORMAS Y DISPOSICIONES QUE PARA EL EFECTO DICTE LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL, CON LA FINALIDAD DE GARANTIZAR LA SEGURIDAD DE LAS OPERACIONES AEREAS EN TIERRA Y VUELO, EFICIENTAR LOS SERVICIOS DE TRANSPORTE AEREO Y FOMENTAR LA ACTIVIDAD AERONAUTICA.

COMITES NACIONALES Y LOCALES DE FACILITACION Y SEGURIDAD AEROPORTUARIOS.

COMO SE INDICO EN LA PARTE ANTERIOR, EL DESARROLLO DE LA AVIACION CIVIL VA APAREJADO AL ESTABLECIMIENTO Y CONTROL DE NORMAS QUE PERMITAN REALIZAR ESTA ACTIVIDAD DENTRO DE LOS NIVELES MAXIMOS DE SEGURIDAD, ASIMISMO SE PUEDE OBSERVAR QUE PRACTICAMENTE LA AVIACION CIVIL SE INICIO A TRAVES DE ENSAYOS NO TODOS CON RESULTADOS MUY ALAGUEÑOS Y QUE ESTOS EN GRAN PARTE ORIGINARON ACCIDENTES O INCIDENTES DE CONSECUENCIAS ALGUNOS Y OTROS NO TANTO.

EN NUESTRO PAIS DURANTE LA DECADE DE LOS 50'S SE HACE NECESARIO CREAR LA COMISION INVESTIGADORA Y DICTAMINADORA DE ACCIDENTES DE AVIACION QUE TIENE LA FINALIDAD DE DETERMINAR LOS HECHOS, CONDICIONES Y CIRCUNSTANCIAS QUE OCURREN COMO FACTORES DETERMINANTES EN UN ACCIDENTE DE AVIACION, ASI COMO ESTABLECER LAS CAUSAS PROBABLES DEL MISMO Y EMITIR RECOMENDACIONES TENDIENTES A PREVENIR LA OCURRENCIA DE INCIDENTES O ACCIDENTES AEREOS COMO UNA FUNCION PROMOTORA DE LA SEGURIDAD AEREA Y QUE ES UNO DE LOS PRINCIPALES OBJETIVOS DE LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL.

DE AQUI QUE EL 28 DE NOVIEMBRE DE 1950 POR DECRETO PRESIDENCIAL PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION, SE ESTABLECE EL "REGLAMENTO PARA BUSQUEDA Y SALVAMENTO E INVESTIGACION DE ACCIDENTES AEREOS" DONDE SE SEÑALAN QUE ES COMPETENCIA DEL EJECUTIVO FEDERAL LA INVESTIGACION DE LOS ACCIDENTES AEREOS SUFRIDOS -- POR AERONAVES CIVILES Y QUE LAS OPERACIONES DE BUSQUEDA Y SALVAMENTO EN TALES CASOS SON DE INTERES PUBLICO, POR LO QUE ESTA ACCION LA LLEVA A CABO LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL -- A TRAVES DE SUS COMANDANCIAS DE AEROPUERTO.

ES DURANTE LA DECADE DE LOS 70'S, CUANDO A LA ACTIVIDAD AEREA SE

LE PRESENTAN PROBLEMAS DE SECUESTRO DE AERONAVES EN GRAN PARTE DEL MUNDO, LO QUE EN MEXICO DA ORIGEN A LA CREACION POR DECRETO PRESIDENCIAL PUBLICADO EN AL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 24 DE JUNIO DE 1972, DEL "COMITE NACIONAL DE SEGURIDAD AEROPORTUARIA, PARA PREVENIR EL APODERAMIENTO Ilicito Y SABOTAJE DE AERONAVES UTILIZADAS EN LA RED DE RUTAS AEREAS DEL PAIS". ESTE TIPO DE COMITES A NIVEL MUNDIAL SURGEN A RECOMENDACION DE LA OACI EN SU XVII PERIODO DE SESIONES Y MEXICO COMO PAIS MIEMBRO DE LA MISMA CONSIDERA NECESARIO LA CREACION DE ESTE COMITE EL CUAL TIENE COMO FINALIDAD, LA IMPLANTACION DE MEDIDAS Y PROCEDIMIENTOS HOMOGENEOS EN TODOS LOS AEROPUERTOS DE LA RED NACIONAL, PARA PREVENIR EL APODERAMIENTO Ilicito Y ACTOS DE SABOTAJE SOBRE LAS AERONAVES, ASIMISMO EN EL DECRETO QUE DA ORIGEN AL COMITE NACIONAL, TAMBIEN SE LE DA PERSONALIDAD JURIDICA Y SE ESTABLECE QUE SUS FUNCIONES SERAN EJERCIDAS A TRAVES DE LOS COMITES LOCALES DE SEGURIDAD DE LOS AEROPUERTOS DE LA RED NACIONAL.

EL COMITE NACIONAL DE SEGURIDAD AEROPORTUARIA SE CONSTITUYE CON LOS REPRESENTANTES DE LAS SIGUIENTES SECRETARIAS DE ESTADO Y ORGANISMOS SIGUIENTES:

- 1.- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.
- 2.- SECRETARIA DE GOBERNACION.
- 3.- SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO.
- 4.- SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA.
- 5.- PROCURADURIA GENERAL DE LA REPUBLICA.
- 6.- AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES.
- 7.- SERVICIOS A LA NAVEGACION EN EL ESPACIO AEREO MEXICANO.
- 8.- CAMARA NACIONAL DE AEROTRANSPORTE.
- 9.- COLEGIO DE PILOTOS AVIADORES DE MEXICO, A. C.

ASIMISMO EN EL DECRETO PRESIDENCIAL QUE ORIGINA AL COMITE NACIONAL DE SEGURIDAD AEROPORTUARIA, SE ESTABLECE QUE ESTE FUNCIONARA CONFORME CON EL REGLAMENTO INTERIOR QUE PARA EL EFECTO SE FORMULE Y EXPIDA, POR LO QUE EL 26 DE MARZO DE 1973 SE EXPIDE Y PUBLICA EL "REGLAMENTO INTERIOR DEL COMITE NACIONAL DE SEGURIDAD AEROPORTUARIA" EL CUAL ESTABLECE LAS NORMAS BAJO LAS CUALES FUNCIONARA Y ES EN EL REGLAMENTO DE ADMINISTRACION DE AEROPUERTOS QUE EN SU CAPITULO CUARTO, ESTABLECE LAS FUNCIONES DE LOS INTEGRANTES DE LOS COMITES LOCALES DE SEGURIDAD AEROPORTUARIA QUE HASTA LA FECHA ESTAN CONSTITUIDOS EN TODOS LOS AEROPUERTOS QUE ADMINISTRAN AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES Y ADEMAS EN TODOS LOS AE-

ROPUERTOS DONDE HAY AUTORIDAD AERONAUTICA DE LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL, LOS CUALES SUMAN A LA FECHA 61. CON EL PROPOSITO DE ESTABLECER MEDIDAS NECESARIAS PARA ATENDER LOS PROBLEMAS LEGALES Y ECONOMICOS RELACIONADOS CON EL TRANSPORTE AEREO INTERNACIONAL, RESPECTO A: EL TRANSITO DE AERONAVES EXTRANJERAS Y PRIVADAS SOBRE TERRITORIO NACIONAL, TRAMITES Y PROCEDIMIENTOS ADUANALES, CARGA AEREA Y EQUIPAJES, MOVIMIENTO DE PASAJEROS, TRIPULACIONES, MEDIDAS SANITARIAS, TRANSPORTE DE ANIMALES Y VEGETALES, FACILIDADES AL TURISMO QUE LLEGUE AL PAIS O QUE PASE EN TRANSITO, ESTUDIAR Y PROPONER LA SOLUCION A LA PROBLEMÁTICA QUE PRESENTE LA CORRIENTE TURISTICA HACIA EL PAIS, EN FORMA COORDINADA Y ATENDIENDO LA RECOMENDACION DE LA OACI SOBRE FACILITACION DE TRANSPORTE AEREO INTERNACIONAL, SE ACUERDA, POR DECRETO PRESIDENCIAL PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 17 DE MARZO DE 1952, CREAR LA COMISION NACIONAL DE FACILITACION DEL TRANSPORTE AEREO INTERNACIONAL, QUE ESTA INTEGRADA POR REPRESENTANTES DE LAS SIGUIENTES SECRETARIAS DE ESTADO Y ORGANISMOS:

- 1.- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES A TRAVES DE LA DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL.

- 2.- SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO A TRAVES DE LA DIRECCION GENERAL DE ADUANAS.
- 3.- SECRETARIA DE GOBERNACION A TRAVES DE LA DIRECCION GENERAL DE POBLACION.
- 4.- SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA A TRAVES DE LA DIRECCION GENERAL DE INSPECCION SANITARIA.
- 5.- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA A TRAVES DE LA DIRECCION GENERAL DE AGRICULTURA.
- 6.- SECRETARIA DE TURISMO A TRAVES DE LA DIRECCION GENERAL DE PLANEACION.
- 7.- CONSEJO NACIONAL DE TURISMO A TRAVES DE LA DIRECCION DE PROMOCION TURISTICA.
- 8.- CAMARA NACIONAL DE AEROTRANSPORTE.

EL 20 DE ENERO DE 1955 SE EDITA Y PUBLICA EL "REGLAMENTO INTERNO DE LA COMISION NACIONAL DE FACILITACION DEL TRANSPORTE AEREO INTERNACIONAL", EL CUAL ESTABLECE Y NORMA SU FUNCIONAMIENTO. DEBIDO AL INCREMENTO DEL TRAFICO AEREO NACIONAL E INTERNACIONAL ES HASTA JUNIO DE 1975 QUE DENTRO DEL REGLAMENTO DE ADMINISTRACION AEROPORTUARIA QUE EN CAPITULO SEXTO SE REFORMA Y ADICIONA DICHA COMISION NACIONAL CON LA INCLUSION DE COMITES LOCALES DE FACILI-

TACION AEROPORTUARIA QUE TIENE COMO FINALIDAD ESTUDIAR, PROMOVER Y APLICAR LAS MEDIDAS TENDIENTES A FACILITAR Y HACER EXPEDITOS, LOS SERVICIOS Y OPERACIONES AEROPORTUARIOS, ASI COMO UNIFICAR LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS QUE ESTEN A CARGO DE LAS COMPAÑIAS DE AVIACION.

CIRCULARES CONJUNTAS DGAC-ASA-SENEAM.

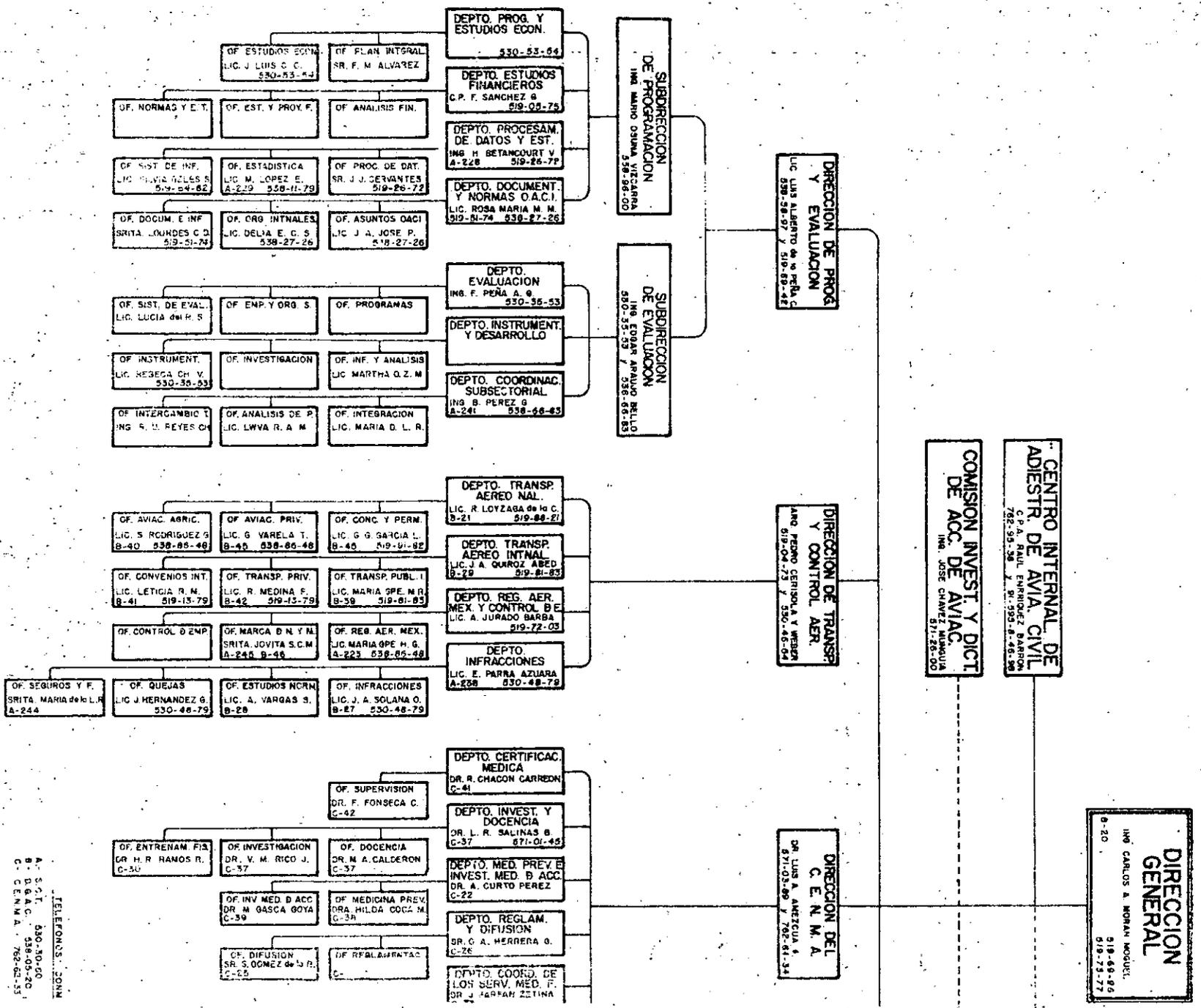
AHORA BIEN COMO CONSECUENCIA DEL INCREMENTO DEL TRAFICO AEREO Y LOS AVANCES TECNOLOGICOS EN EL RAMO AERONAUTICO HACEN NECESARIO MEJORAR LA INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA, ASI COMO ESTABLECER -- LOS MECANISMOS QUE PERMITAN TENER LOS AEROPUERTOS EN CONDICIONES DE OPERACION CON LOS MAXIMOS NIVELES DE SEGURIDAD Y EFICIENCIA, ES POR ESTO QUE EN LA PRIMERA MITAD DE LA DECADA DE LOS 80'S SE ESTABLECEN LAS NORMAS Y SISTEMAS CONJUNTOS QUE PERMITAN GARANTIZAR LA SEGURIDAD Y EFICIENCIA DE LAS OPERACIONES AEREAS Y LOS -- SERVICIOS QUE REQUIEREN A TRAVES DE LABORES COORDINADAS ENTRE LA DGAC-ASA-SENEAM COMO CABEZAS DEL SUBSECTOR TRANSPORTE AEREO, LOS CUALES POR MEDIO DE "CIRCULARES CONJUNTAS" ESTABLECEN LOS ACUERDOS Y PROCEDIMIENTOS TENDIENTES A GARANTIZAR LA SEGURIDAD Y EFI-

CIENCIA DE LA AVIACION CIVIL.

ESTAS CIRCULARES ESTAN RATIFICADAS POR LA ACTUAL ADMINISTRACION -  
Y A LA FECHA SON 6.

DENTRO DE ESTAS CIRCULARES, TENEMOS QUE EN LA CIRCULAR 02 DEL 22  
DE JULIO DE 1980 SE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO DE INSPECCION Y -  
REPORTE MENSUAL DE FALLAS Y MALAS CONDICIONES EN LOS AEROPUERTOS  
LO CUAL CUBRE MAS DE 100 PUNTOS QUE DAN EL PANORAMA GLOBAL Y PRE  
CISO DE LAS CONDICIONES EN QUE SE ENCUENTRA EL AEROPUERTO, PROMO  
VIENDO ASI LA TOMA DE DECISIONES CONJUNTAS, QUE PERMITAN CORRE--  
GIR LAS FALLAS ENCONTRADAS A TRAVES DE PROCEDIMIENTOS UNIFORMES  
Y EXPEDITOS.

ESTRUCTURA ORGANICA DE LA DIRECCION GE



M.A.C.C.

TELEFONOS: CONN  
A. S.T. 530-10-00  
B. D.G.A.C. 538-05-28  
C. CEN.M.A. 782-02-33  
NOTA: LA LETRA Y EL NUM. INDICA LA CLAVE DE

DIRECCION GENERAL  
ING CARLOS A. NORMAN MORGUEL  
519-66-86  
519-73-77

COMISION INVEST Y DICT  
DE ACC. DE AVIAC.  
ING. JOSE CHAVEZ  
571-23-00

CENTRO INTERNAL DE  
ADISTR. DE AVIA. CIVIL  
C.P.A. RAUL ENRIQUEZ BARRON  
782-95-38 / 511-992-8-65-38

DIRECCION DE TRANSP.  
Y CONTROL AER.  
ING PEDRO CERISOLA Y WENNER  
519-04-73 / 530-46-04

DIRECCION DE PROG.  
Y EVALUACION  
LIC LUIS ALBERTO DE LA PEÑA C  
539-58-97 / 519-83-48

SUBDIRECCION DE PROGRAMACION  
ING. MANO OLIVERA VIZCARRA  
539-85-03

SUBDIRECCION DE EVALUACION  
ING. EGON ARAUJO BELLO  
530-33-53 / 538-65-83

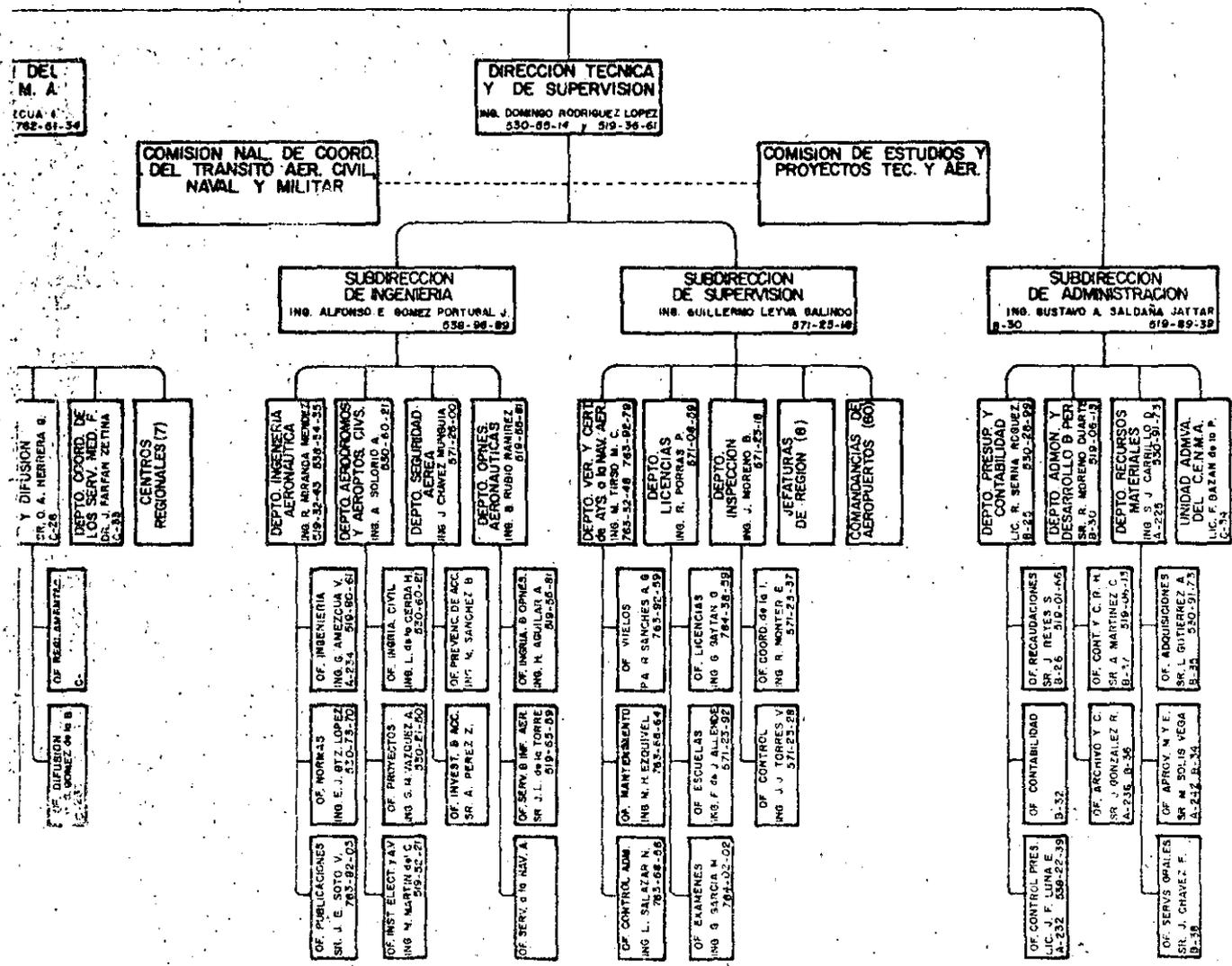
DIRECCION DEL  
C. E. N. M. A.  
DR. LUIS A. ANTECUA S.  
571-02-89 / 782-81-34

# ION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL

**ION  
RAL**  
RAN MOGUEL  
619-69-96  
619-73-77

COMISION COORD. DEL  
SUBSECT. TRANSP. AER.

COMISION NAL. DE FAC.  
DEL TRANSP. AER. INT.



DEL  
M. A.  
CUA  
762-61-34

Y DIFUSION  
C-25  
SR. O. A. HERRERA G.  
DEPTO. COORD. DE  
LOS SERV. MED. F.  
DR. J. FARFAN ZETINA  
C-33  
CENTROS  
REGIONALES (7)

DIFUSION  
C-25  
SR. J. E. SOTO V.  
763-92-03  
OF. INST. ELECT. Y AV  
ING. M. MARTIN 44 C  
519-52-27  
OF. SERV. G. IN. NAV. A  
SR. J. L. SALAZAR N.  
763-68-06  
OF. CONTROL. ADM.  
ING. L. SALAZAR N.  
763-68-06  
OF. EXAMENES  
ING. G. SANCIA M.  
764-02-02  
OF. CONTROL. PRES.  
LIC. J. F. LUNA E.  
4-232 559-22-39  
OF. CONTROL. PRES.  
LIC. J. F. LUNA E.  
4-232 559-22-39  
OF. RECADACIONES  
SR. J. REYES S.  
8-26  
OF. ARCHIVO Y C.  
SR. J. GONZALEZ R.  
4-236 8-36  
OF. APROV. N. T.E.  
SR. M. SOLIS VEGA  
4-247 8-38  
OF. ADQUISICIONES  
SR. L. GUTIERREZ J.  
4-244 359-31-24

NO. COMUTADOR  
530-50-90  
559-03-20 559-09-05 y 559-05-38  
762-62-53 762-64-26 762-90-92 762-54-24 y 762-64-86

PARA ADQUISICION DE EJEMPLARES, DIRIGIRSE  
AL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AERONAUTICA  
TEL. 538-54-35

TRA Y EL NUMERO QUE APARECE EN EL ANGULO INFERIOR IZQUIERDO,  
LA CLAVE DE COMUTADOR Y EL NUMERO DE EXTENSION, RESPECTIVAMENTE.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

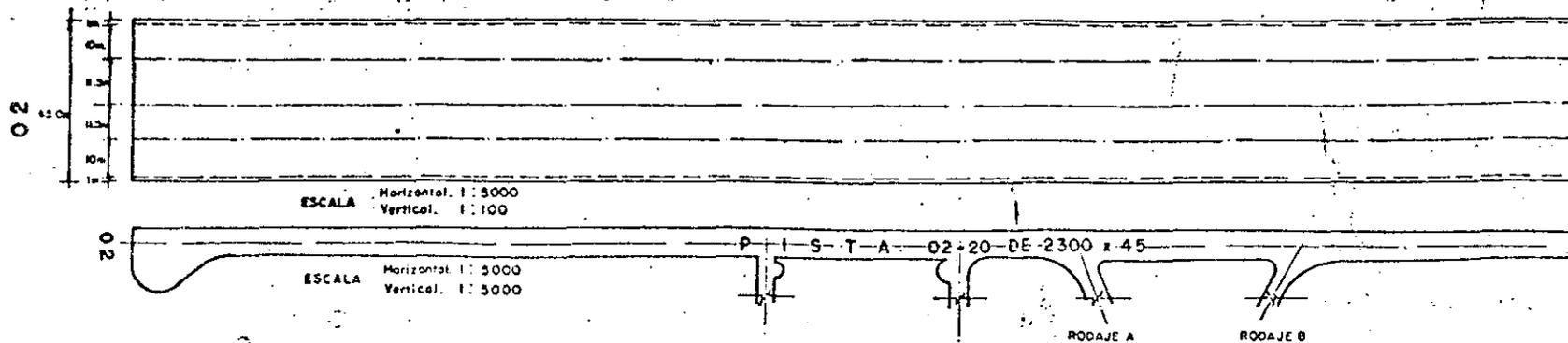
**CURSO: MANTENIMIENTO Y OPERACION DE AEROPUERTOS  
DEL 8 AL 19 DE JULIO  
MEXICO, D.F.**

**PLAMOS VARIOS**

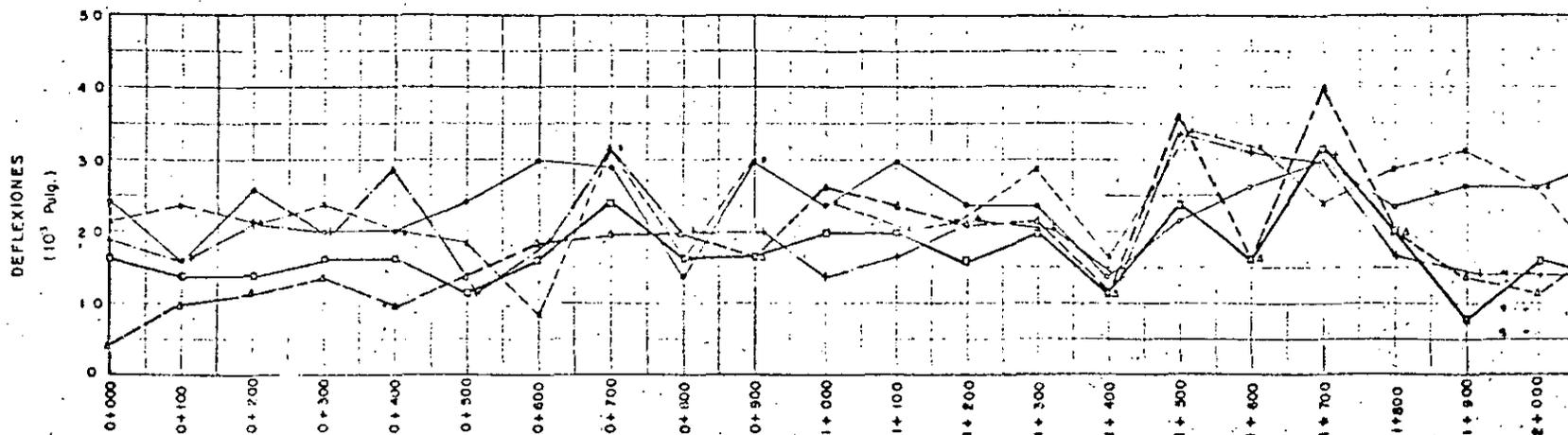
**ING. EUGENIO RAMIREZ  
JULIO DE 1985**

1-A

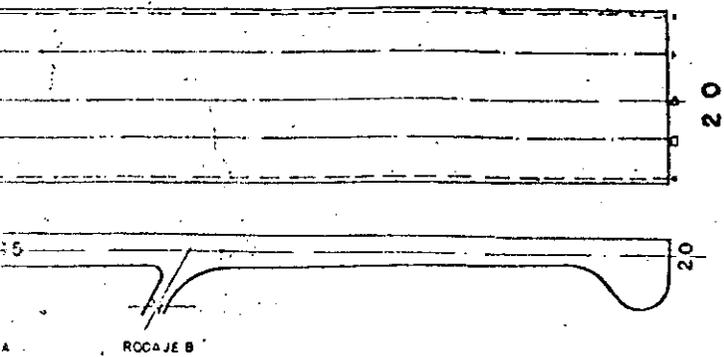
### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



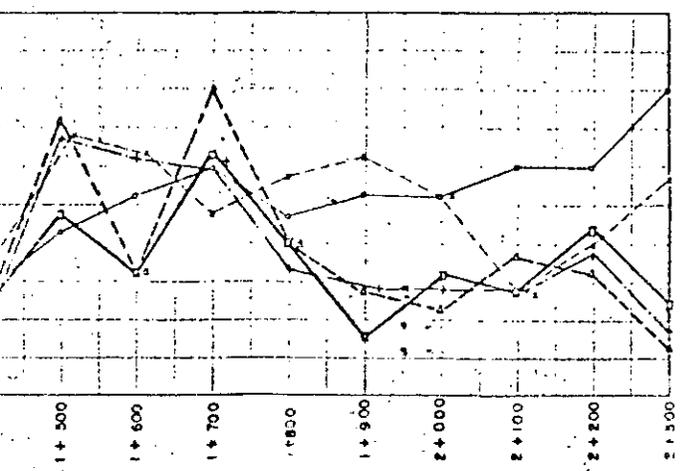
### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



ESTANDAR

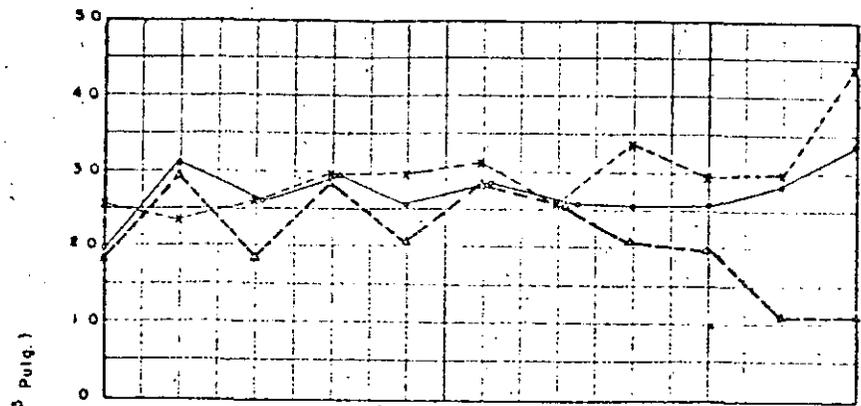


ESTANDAR

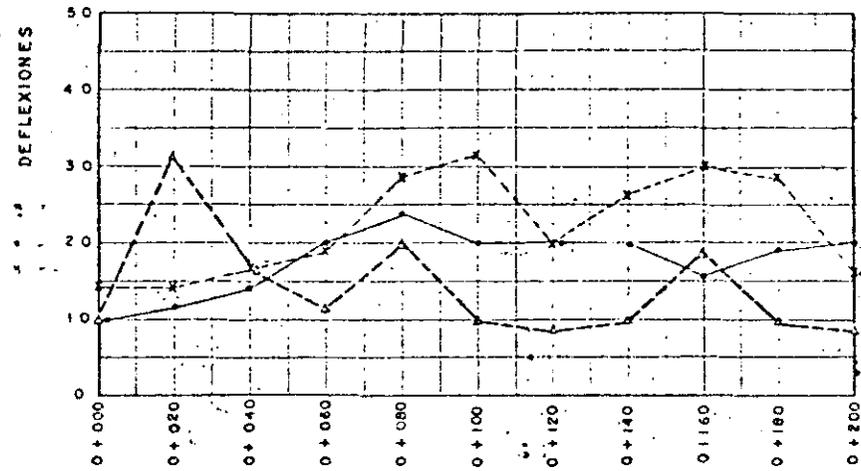


RODAJE BRAVO

4-5

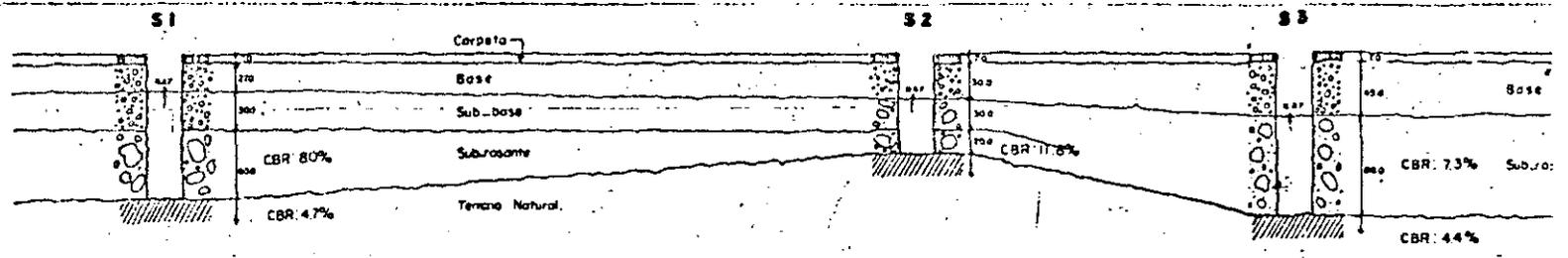


RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA)

# PERFIL ESTRATIGRAFICO



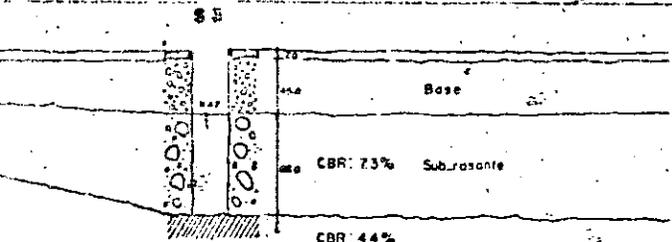
## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1964)

|               | 0+1000 | 0+2000 | 0+340   | 0+500  | 0+660  | 0+800  | 0+980  | 1+140  | 1+300  | 1+460  | 1+600  | 1+780  | 1+940 |
|---------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 2.8.9         | 3.2.8  | 1.4.3  | 1.9.7   | 3.4.8  | 4.0.5  | 4.7.3  | 5.1.8  | 5.2.2  | 6.3.4  | 8.4.0  | 8.8.7  | 5.4    |       |
| 4.3.1         | 5.1.2  | 4.8.7  | 3.1.1   | 4.0.8  | 3.0.8  | 3.0.0  | 2.7.2  | 2.4.5  | 4.2.8  | 6.0.2  | 5.1.2  | 6.0    |       |
| 2.8.9         | 2.3.7  | 1.9.3  | 3.0.2   | 2.5.7  | 2.3.9  | 2.1.9  | 2.2.4  | 2.8.7  | 3.1.8  | 3.4.3  | 3.8.5  | 3.1    |       |
| 3.9.4         | 3.4.8  | 3.0.2  | 3.4.2   | 4.4.9  | 3.2.5  | 4.4.2  | 3.8.2  | 3.3.1  | 4.7.8  | 4.4.7  | 3.5.3  | 2.1    |       |
| 1.0.4         | 2.2.9  | 1.8.8  | 2.7.0   | 4.3.3  | 2.3.4  | 2.8.3  | 3.9.1  | 4.7.2  | 3.4.3  | 3.9.8  | 3.8.8  | 2.8    |       |
| 1.6.4         | 3.3.4  | 4.7.7  | 4.9.7   | 4.0.8  | 4.4.9  | 4.3.4  | 3.1.1  | 4.7.1  | 4.7.7  | 8.0.1  | 7.1.2  | 4.7    |       |
| 1.8.3         | 4.3.4  | 3.4.9  | 3.7.8   | 2.3.8  | 3.2.6  | 3.2.6  | 4.4.6  | 3.2.3  | 3.2.3  | 4.4.8  | 7.3.5  | 4.4    |       |
| 2.4.1         | 1.9.3  | 3.1.1  | 4.4.8   | 4.1.1  | 4.0.2  | 4.0.3  | 7.8.0  | 3.7.4  | 4.0.0  | 4.3.0  | 4.1.2  | 4.4    |       |
| 1.3.0         | 2.7.4  | 3.4.1  | 1.8.3   | 3.2.4  | 1.1.5  | 1.4.9  | 2.4.3  | 2.4.1  | 3.0.8  | 4.0.1  | 4.1.2  | 3.4    |       |
|               | 1.4.9  | 3.4.1  | 3.3.4   | 3.8.7  | 3.1.1  | 3.3.0  | 3.6.1  | 2.6.3  | 4.3.9  | 4.9.8  | 4.1.7  | 3.1    |       |
| Promedio L.P. | 2.8.7  | 3.2.97 | 3.5.3.8 | 3.4.07 | 4.1.40 | 3.2.87 | 3.8.00 | 3.8.36 | 3.5.18 | 3.1.78 | 3.4.84 | 3.9.78 | 3.3.  |

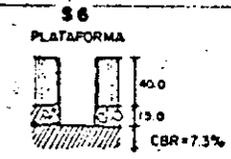
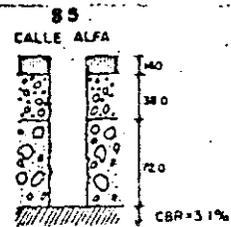
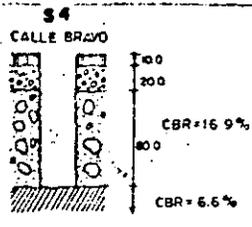
ESCALA Horizontal. 1 : 5000  
Vertical. 1 : 500

02

EJES  
0087054321  
0000000000



NOTA.  
COTAS EN Cm.  
CBR = VRS



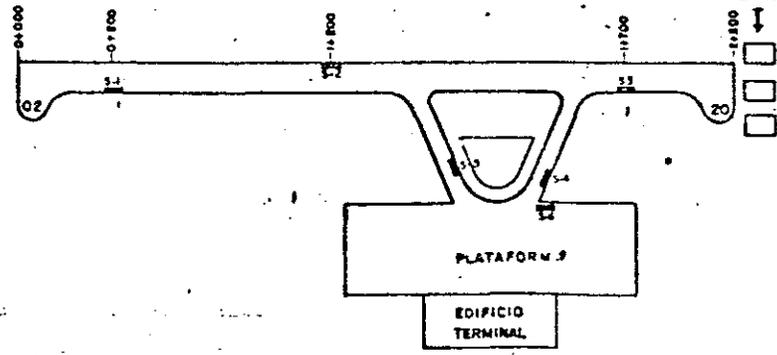
- SIMBOLOGIA**
- EJE DERECHO
  - EJE CENTRAL DERECHO
  - ◐ EJE CENTRAL
  - ◑ EJE CENTRAL IZQUIERDO
  - × EJE IZQUIERDO
- CARRETA ASFALTICA
  - SUB-RASANTE
  - ARENA CON BOLEDO
  - SUB-BASE Y/O BASE-MODULAR
  - TERRENO NATURAL (ARCILLA)
  - ARCILLA CON BOLEDO
  - ESPESOR INDEFINIDO
  - VALORES DE INDICE DE PERFIL
  - ENTRE 40 Y 60
  - MENORES DE 40

PERFIL

|       |       |       |       |      |       |       |
|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 11160 | 11620 | 11780 | 11940 | 2400 | 21280 | 21300 |
| 6.3   | 6.4   | 6.7   | 5.4   | 8.1  | 5.3   | 5.3   |
| 4.2   | 6.2   | 3.1   | 6.0   | 6.5  | 5.8   | 5.8   |
| 3.4   | 3.4   | 5.8   | 5.1   | 7.4  | 9     | 9     |
| 4.7   | 4.4   | 3.2   | 3.1   | 7.3  | 2     | 2     |
| 3.4   | 3.9   | 3.8   | 7.5   | 6.6  | 1     | 1     |
| 6.7   | 6.0   | 7.1   | 4.7   | 4.3  | 0     | 0     |
| 3.2   | 8.4   | 7.3   | 8.4   | 6.3  | 3     | 3     |
| 3.4   | 4.3   | 4.1   | 4.2   | 5.0  | 8     | 8     |
| 3.0   | 4.0   | 6.1   | 3.4   | 7.4  | 1     | 1     |
| 4.3   | 6.9   | 6.1   | 3.1   | 4.5  | 3     | 3     |
| 5.1   | 5.6   | 5.7   | 5.6   | 6.6  | 5     | 5     |

20

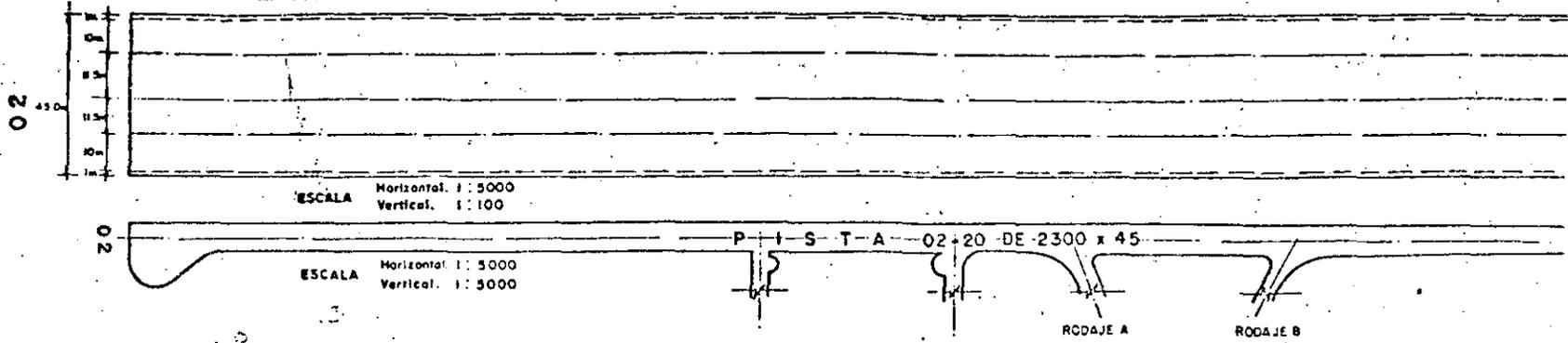
CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS



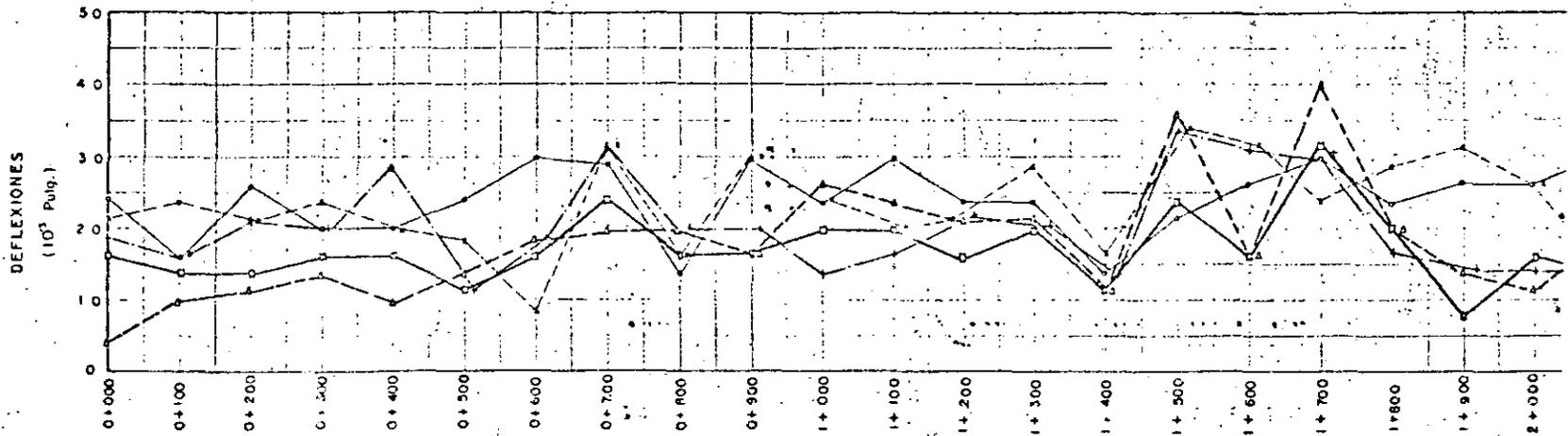
|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>SCT</b>  | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>OFICINA DE ESTUDIOS SECCIONALES E HIDRAULICOS |  |
|   | <b>AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.<br/>EVALUACION DE PAVIMENTOS</b><br>(Trabajos de Campo)                                  |  |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><br>Ing. Manuel Cerro Diaz |  | EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br><br>Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez |
| FORNOYDEBLO: J. ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ                |  | México, D.F. Febrero 1954                                      |

2-A

EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR

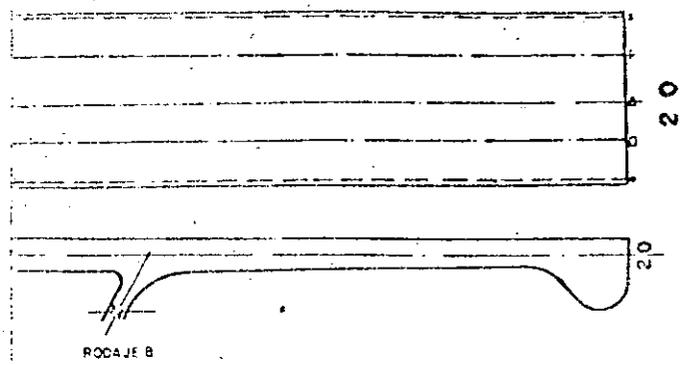


DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR

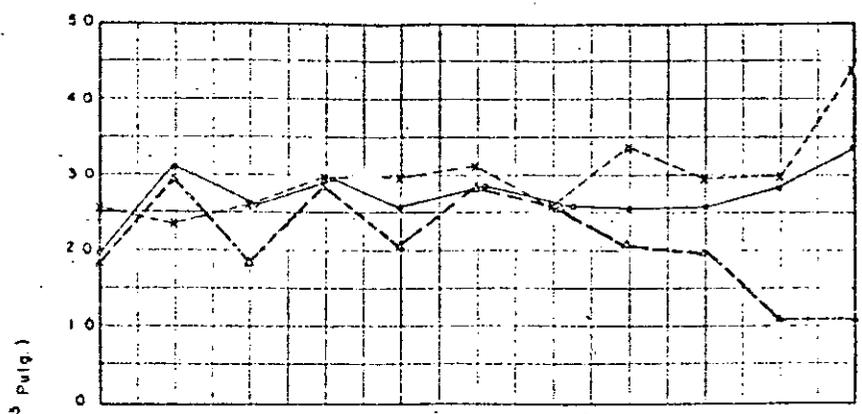


2-B

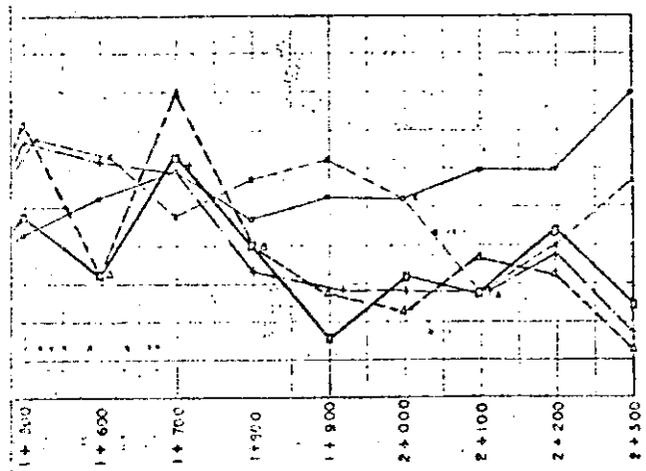
TANDAR



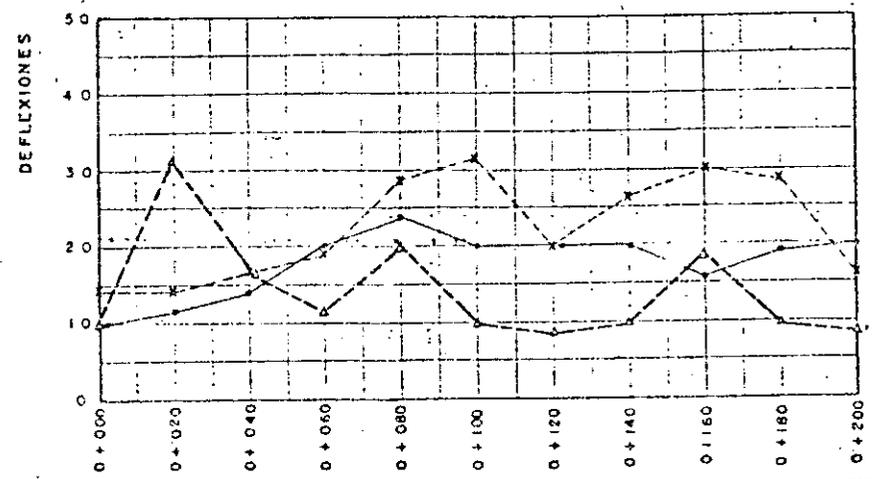
### RODAJE BRAVO



TANDAR

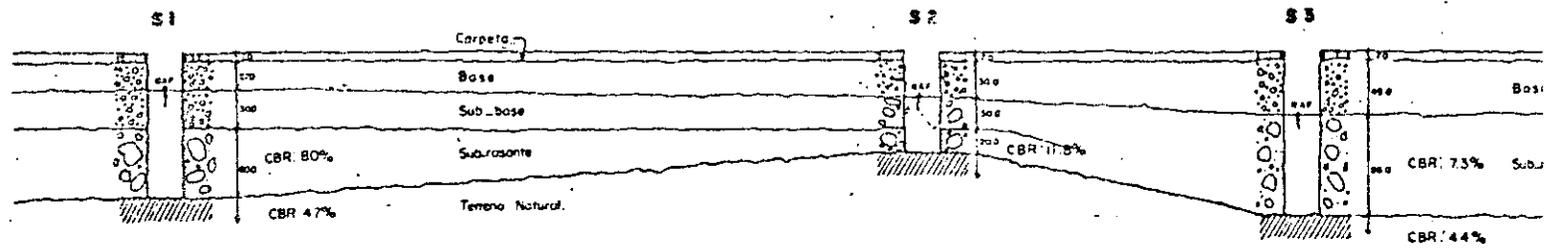


### RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA)

# PERFIL ESTRATIGRAFICO



## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL

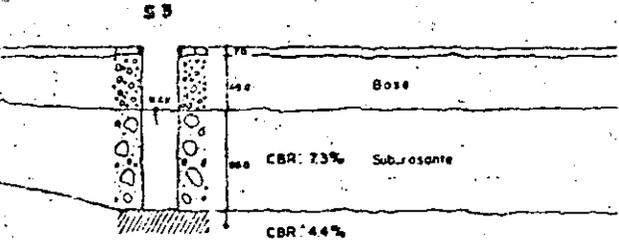
(Diciembre 1984)

02

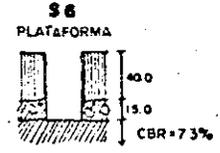
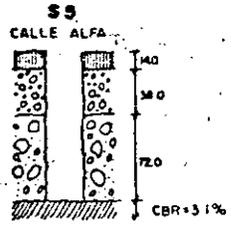
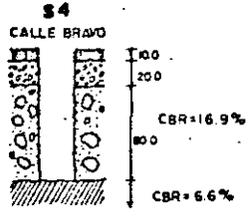
E J S I  
108755321  
0000000000

|               | 0+1000 | 0+1020 | 0+180 | 0+340 | 0+500 | 0+660 | 0+820 | 0+980 | 0+1140 | 0+1300 | 0+1460 | 0+1620 | 0+1780 | 0+1940 |
|---------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|               | 2.89   | 3.28   | 1.83  | 1.97  | 3.46  | 4.05  | 4.75  | 5.16  | 5.22   | 6.54   | 6.40   | 6.87   | 5      |        |
|               | 1.231  | 2.12   | 4.82  | 3.17  | 4.39  | 3.08  | 3.00  | 2.72  | 2.45   | 4.58   | 6.04   | 2.17   | 6      |        |
|               | 2.82   | 2.37   | 1.93  | 3.07  | 3.15  | 2.28  | 2.13  | 2.24  | 2.87   | 3.48   | 3.43   | 3.85   | 5      |        |
|               | 3.98   | 3.48   | 3.09  | 3.45  | 4.49  | 3.29  | 4.49  | 3.82  | 3.91   | 4.78   | 4.43   | 3.23   | 3      |        |
|               | 2.08   | 2.79   | 1.88  | 2.27  | 4.33  | 2.34  | 2.85  | 3.91  | 4.27   | 3.43   | 3.98   | 3.88   | 1      |        |
|               | 2.83   | 3.34   | 4.77  | 4.37  | 8.09  | 6.49  | 6.18  | 5.11  | 4.21   | 6.72   | 6.01   | 7.12   | 2      |        |
|               | 1.81   | 4.35   | 3.93  | 3.28  | 2.25  | 2.62  | 3.24  | 4.48  | 3.23   | 3.23   | 6.48   | 7.33   | 6      |        |
|               | 2.18   | 2.15   | 3.11  | 4.88  | 2.34  | 4.00  | 4.33  | 2.90  | 3.24   | 7.80   | 4.90   | 4.12   | 1      |        |
|               | 2.41   | 2.74   | 3.48  | 1.83  | 3.24  | 1.15  | 1.83  | 2.45  | 2.61   | 3.04   | 4.07   | 6.12   | 3      |        |
|               | 1.30   | 1.49   | 2.61  | 3.28  | 3.47  | 3.11  | 3.30  | 3.81  | 2.61   | 4.39   | 4.98   | 6.17   | 3      |        |
| Promedio L.P. | 2.87   | 3.257  | 3.39  | 3.407 | 4.140 | 3.287 | 3.804 | 3.836 | 3.319  | 5.178  | 3.484  | 3.978  | 3      |        |

Horizontal. 1 : 5000  
Vertical. 1 : 500



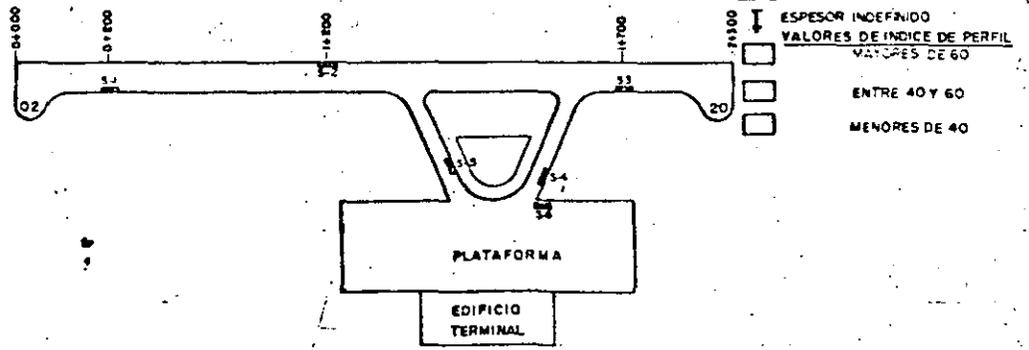
NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS



**SIMBOLOGIA**

- EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◊ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- ▨ CARPETA ASFALTICA
- ◻ SUB-RASANTE
- ◻ ARENA CON BOLEO
- ◻ SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- ◻ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- ◻ ARCILLA CON BOLEOS
- ↓ ESPESOR INDEFINIDO
- VALORES DE INDICE DE PERFIL
- VALORES DE 60
- ENTRE 40 Y 60
- MENORES DE 40

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



|       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 11620 | 11780 | 11940 | 12100 | 24260 | 24300 |
| 4.3   | 6.4   | 8.7   | 5.4   | 8.3   |       |       |
| 4.3   | 6.0   | 5.1   | 4.0   | 6.3   |       |       |
| 3.4   | 3.1   | 3.3   | 3.3   | 7.4   |       |       |
| 4.7   | 4.4   | 3.3   | 3.4   | 7.3   |       |       |
| 5.4   | 3.9   | 3.8   | 7.8   | 8.1   |       |       |
| 6.7   | 6.0   | 7.1   | 4.7   | 6.0   |       |       |
| 5.2   | 6.4   | 7.3   | 6.4   | 6.9   |       |       |
| 7.6   | 4.9   | 4.1   | 4.4   | 5.0   |       |       |
| 5.0   | 4.0   | 6.1   | 5.4   | 7.1   |       |       |
| 4.3   | 4.8   | 6.1   | 3.1   | 6.3   |       |       |
| 51.75 | 54.66 | 59.79 | 53.60 | 68.63 |       |       |

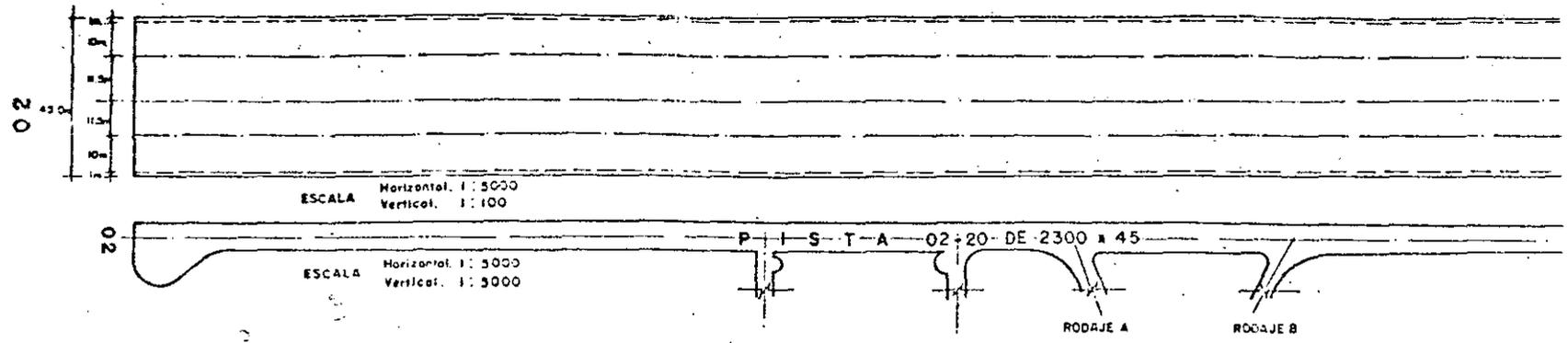
**SCT** DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES  
OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS

**ELABORACION**  
EL JEFE DE LA OFICINA  
*[Signature]*  
Ing. Manuel Cerro Diaz  
EL JEFE DE LA SECCION  
*[Signature]*  
Ing. Trinidad Delgado Briseño  
FORNADOR: J. ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ

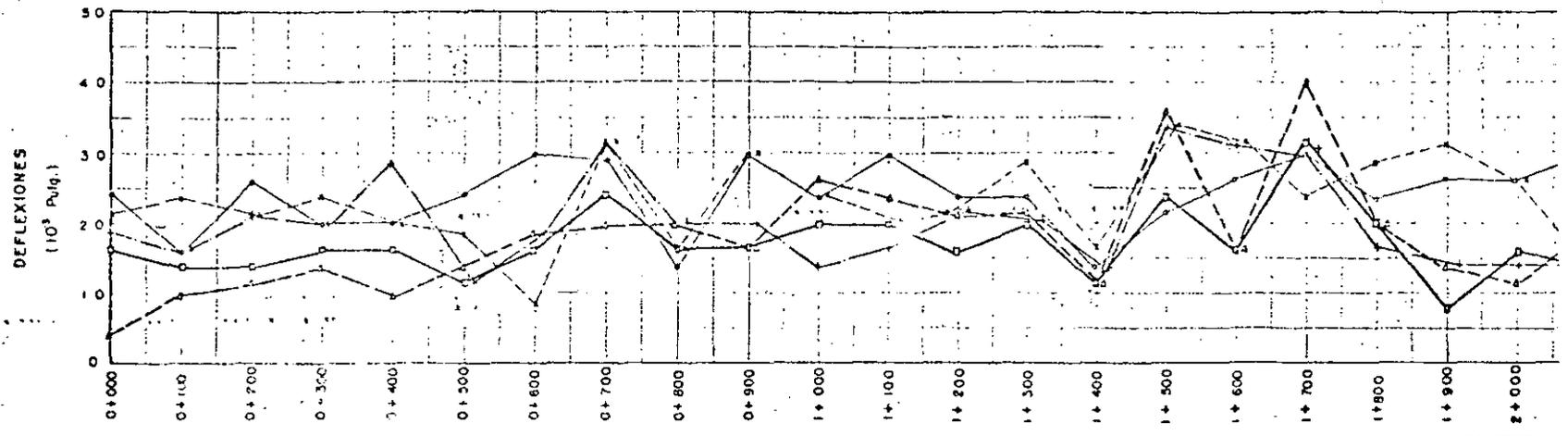
**AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.**  
**EVALUACION DE PAVIMENTOS**  
(Trabajos de Campo)  
EL JEFE DEL DEPARTAMENTO  
*[Signature]*  
Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez  
Mexico, D.F. Febrero 1964 | Plano No.

3-A

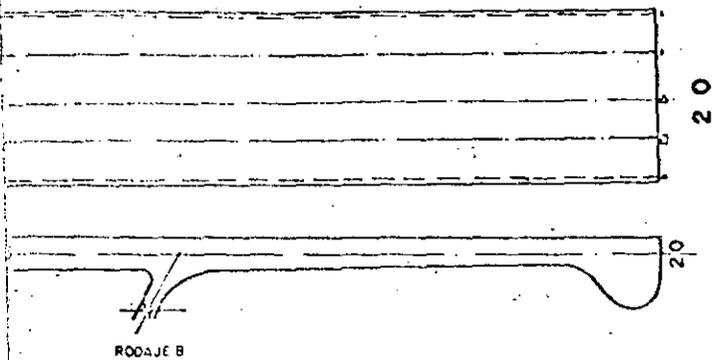
### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



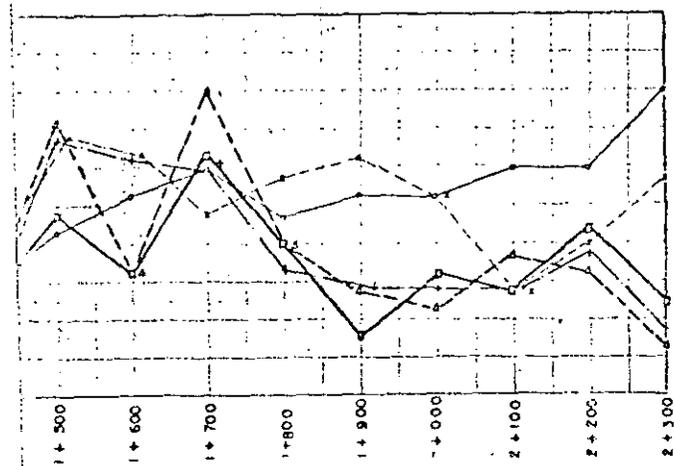
### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



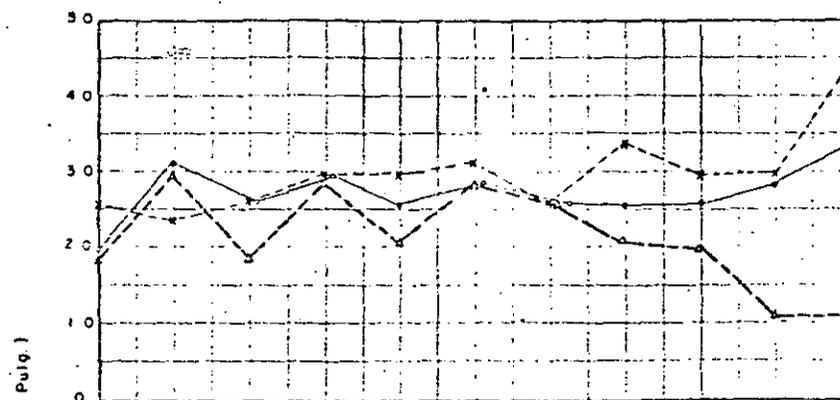
ESTANDAR



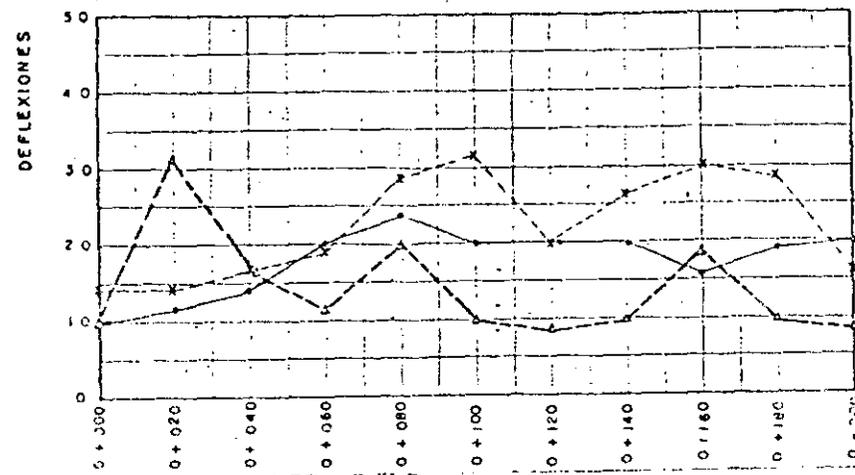
ESTANDAR



RODAJE BRAVO



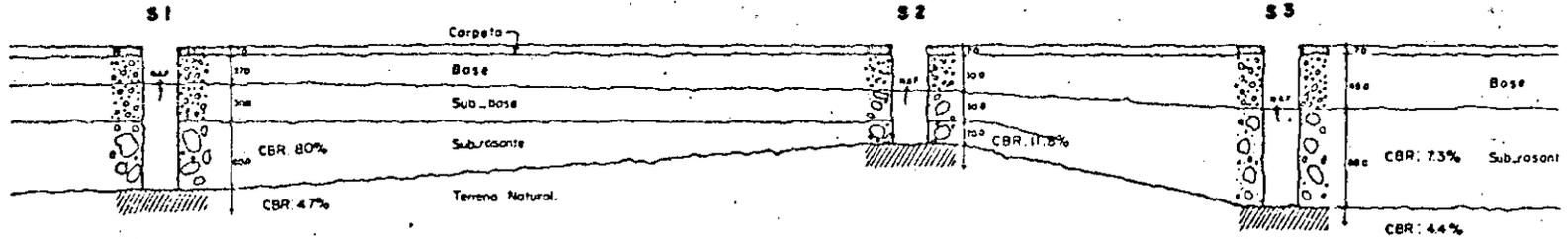
RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA)

3-6

# PERFIL ESTRATIGRAFICO



NOTA  
C  
C

## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1961)

| 0+000 | 0+100 | 0+200 | 0+300 | 0+400 | 0+500 | 0+600 | 0+700 | 0+800 | 0+900 | 1+000 | 1+100 | 1+200 | 1+300 | 1+400 | 1+500 | 1+600 | 1+700 | 1+800 | 1+900 | 1+1000 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 28.9  | 32.8  | 14.3  | 19.7  | 34.8  | 40.5  | 47.5  | 51.8  | 52.2  | 83.4  | 84.0  | 88.7  | 54.0  |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 45.1  | 51.2  | 48.2  | 37.1  | 43.8  | 30.8  | 30.0  | 27.2  | 24.5  | 42.8  | 60.2  | 71.2  | 60.8  |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 28.9  | 23.7  | 19.3  | 10.2  | 12.7  | 23.8  | 21.9  | 22.4  | 28.7  | 54.8  | 34.3  | 58.5  | 51.3  |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 39.8  | 34.8  | 30.9  | 34.5  | 44.9  | 32.5  | 64.5  | 10.2  | 12.1  | 47.8  | 44.1  | 52.3  | 51.4  |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 20.8  | 22.9  | 18.8  | 27.0  | 41.5  | 23.4  | 28.5  | 59.7  | 47.2  | 14.3  | 59.8  | 58.6  | 78.8  |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 28.3  | 33.4  | 47.7  | 49.7  | 60.9  | 44.7  | 63.4  | 31.1  | 47.1  | 67.2  | 60.1  | 71.2  | 47.8  |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 34.3  | 43.3  | 34.9  | 32.8  | 23.4  | 28.2  | 32.8  | 44.6  | 32.3  | 52.3  | 64.8  | 73.3  | 64.1  |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 24.1  | 19.1  | 31.1  | 46.8  | 61.1  | 40.0  | 40.5  | 29.0  | 32.4  | 76.0  | 49.0  | 41.2  | 44.2  |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 24.1  | 27.8  | 34.6  | 18.3  | 32.4  | 11.0  | 18.9  | 28.3  | 28.1  | 10.8  | 40.7  | 61.2  | 54.2  |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 13.0  | 14.9  | 26.1  | 22.4  | 28.7  | 31.1  | 33.0  | 38.1  | 28.3  | 43.9  | 49.8  | 61.7  | 31.8  |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 28.7  | 32.37 | 33.39 | 34.07 | 41.40 | 32.87 | 38.08 | 38.38 | 35.19 | 31.79 | 34.64 | 39.79 | 33.80 |       |       |       |       |       |       |       |        |

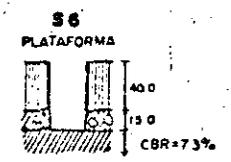
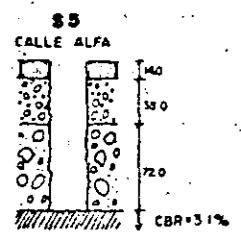
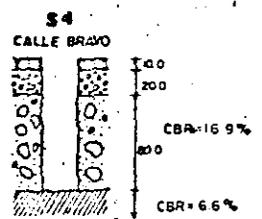
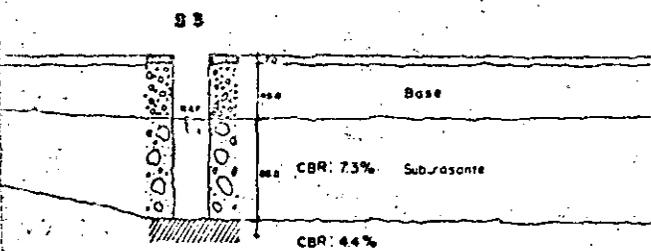
ESCALA Horizontal: 1:5000  
Vertical: 1:500

SERIE

1214597880

Proyecto LP

3-2



NOTA.  
COTAS EN Cm.  
CBR = VRS

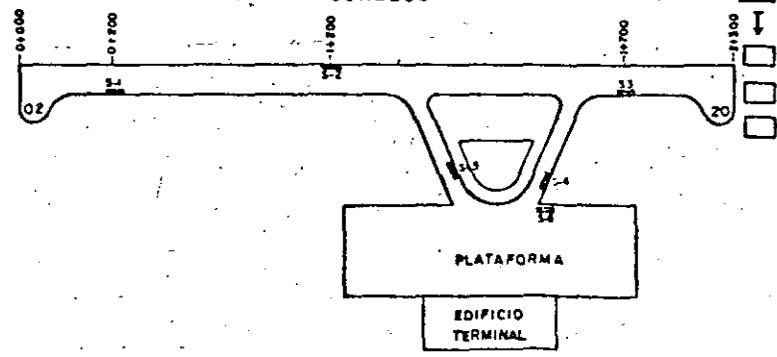
**SIMBOLOGIA**

- ◻ EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◻ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- ◻ EJE IZQUIERDO
- ▨ CARPETA ASFALTICA
- ◻ SUB-RASANTE
- ◻ ARENA CON BOLEO
- ◻ SUB BASE Y/O BASE MECANICA
- ◻ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- ◻ ARCILLA CON BOLEOS
- ↓ ESPESOR INDEFINIDO
- ◻ VALORES DE INDICE DE PERFIL MAYORES DE 60
- ◻ ENTRE 40 Y 60
- ◻ MENORES DE 40

FIL

|       |       |       |       |       |      |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 11260 | 0811  | 11940 | 24100 | 21260 | 00   |
| 8.5.4 | 8.4.0 | 8.9.7 | 5.4.0 | 8.1.5 | 2.00 |
| 4.2.8 | 6.0.2 | 2.1.2 | 6.0.8 | 8.3.5 | 2.00 |
| 5.4.6 | 3.4.3 | 3.8.3 | 5.1.3 | 7.4.9 | 2.00 |
| 4.7.8 | 4.4.3 | 2.2.3 | 5.1.4 | 7.3.2 | 2.00 |
| 3.4.3 | 5.9.8 | 3.8.8 | 7.6.8 | 8.4.1 | 2.00 |
| 4.7.2 | 6.0.1 | 7.1.2 | 4.7.8 | 4.3.0 | 2.00 |
| 1.7.3 | 8.4.8 | 7.3.3 | 6.4.1 | 6.9.8 | 2.00 |
| 7.8.3 | 4.3.0 | 4.1.2 | 4.4.2 | 5.0.8 | 2.00 |
| 5.0.8 | 4.0.1 | 8.1.2 | 5.4.2 | 7.4.1 | 2.00 |
| 4.3.9 | 4.9.8 | 8.1.7 | 5.1.4 | 4.3.3 | 2.00 |
| 51.78 | 54.84 | 58.79 | 53.80 | 68.83 |      |

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



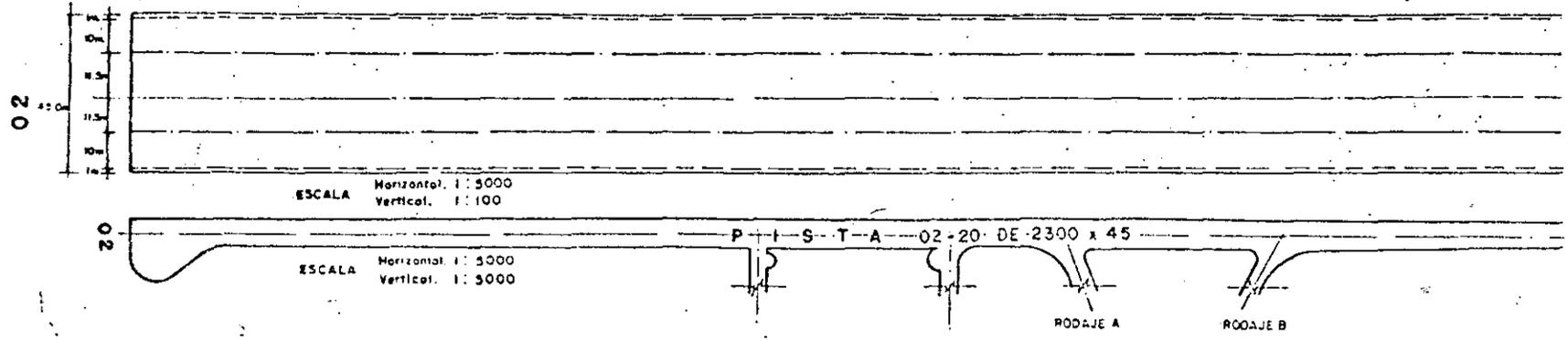
3-D

|  |  |
|--|--|
| <b>SCT</b>   | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS |
|  | <b>AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.<br/>EVALUACION DE PAVIMENTOS<br/>(Trabajos de Campo)</b>                                 |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Manuel Cerro Ortiz       | EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez   |
| EL JEFE DE LA SECCION<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Trinidad Delgado Briseño | MEXICO, D.F. Febrero 1984  |

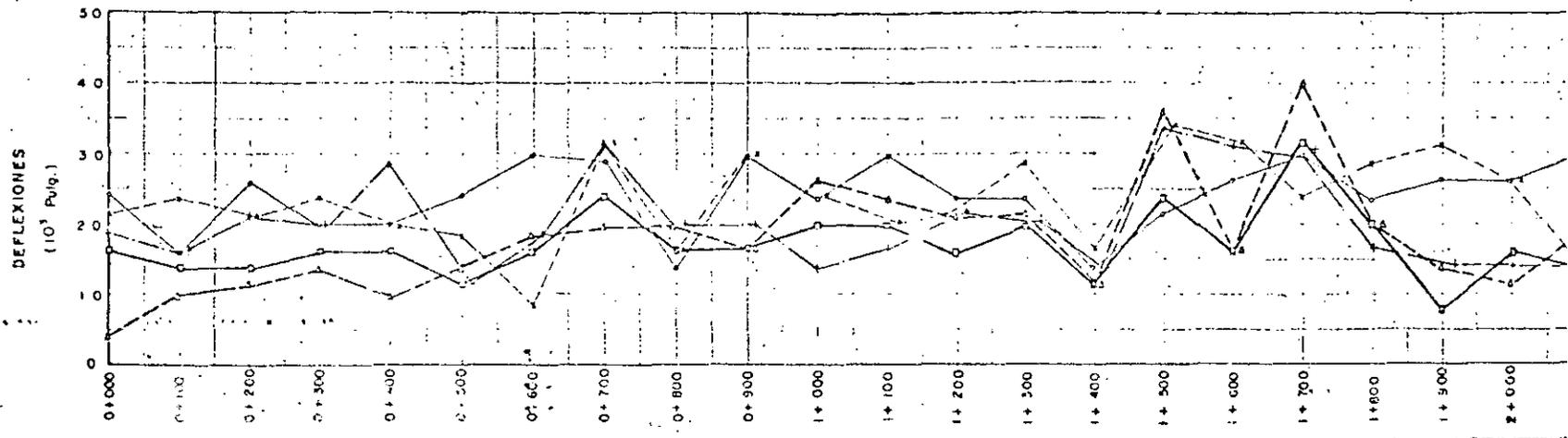
|  |
|--|
| ELABORACION  |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Manuel Cerro Ortiz       |
| EL JEFE DE LA SECCION<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Trinidad Delgado Briseño |
| INGENIERO EN JEFE<br>J. ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ                                 |

4A

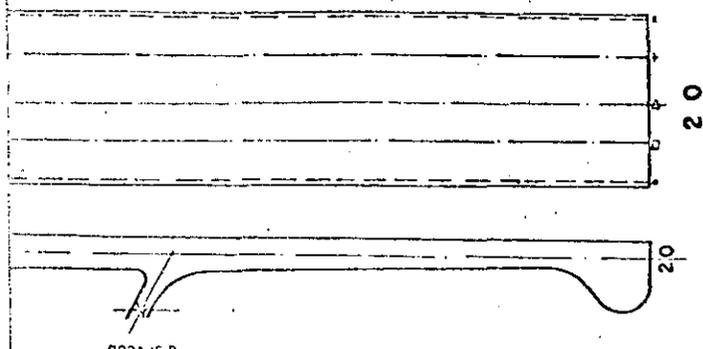
EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



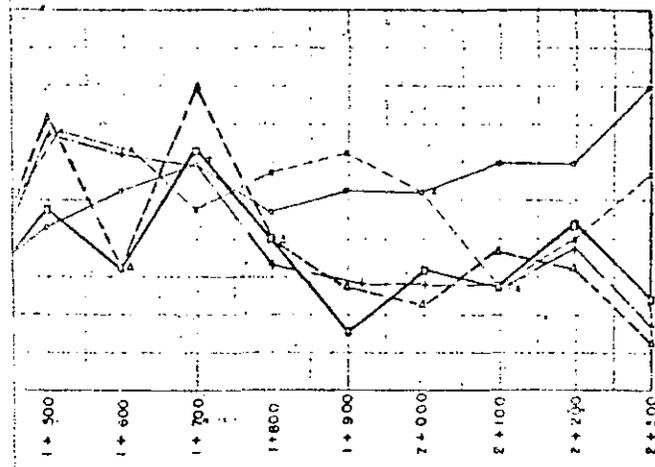
DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



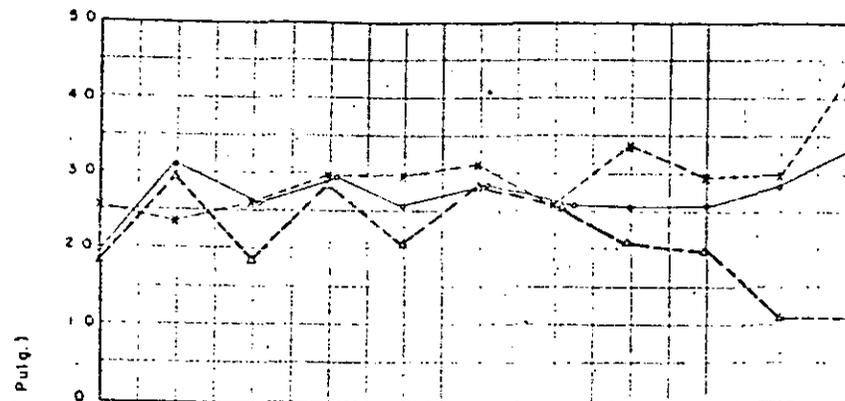
ESTANDAR



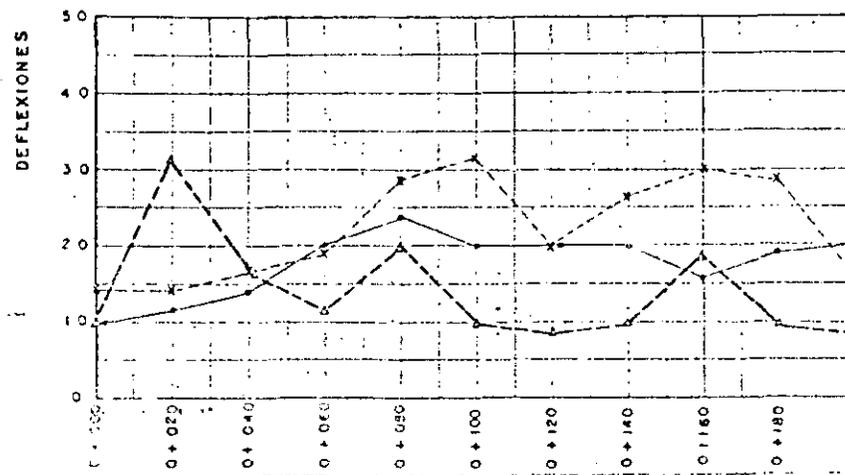
STANDAR



RODAJE BRAVO



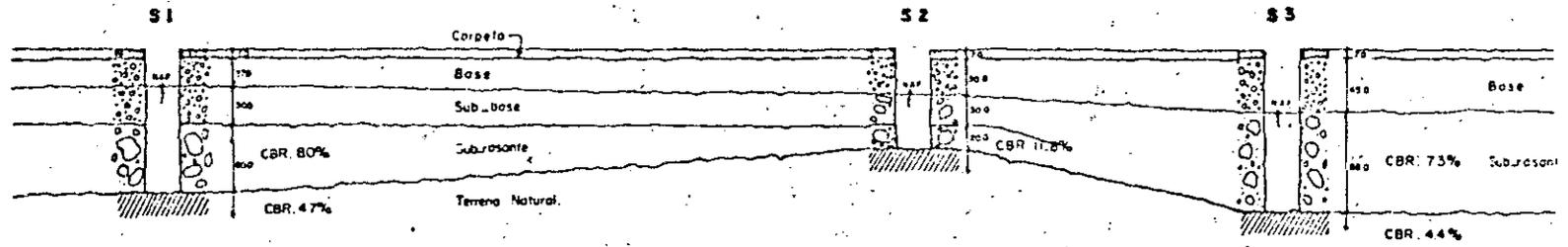
RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA)

4-B

# PERFIL ESTRATIGRAFICO



NOTA:  
C

## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL

(Diciembre 1984)

|               | 0+000 | 0+020 | 0+180 | 0+340 | 0+500 | 0+660 | 0+820 | 0+980 | 1+140 | 1+300 | 1+460 | 1+620 | 1+780 | 1+940 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2.8.9         | 3.2.9 | 1.4.3 | 1.9.7 | 1.4.8 | 4.0.3 | 4.7.3 | 3.1.8 | 3.2.2 | 8.5.4 | 6.4.7 | 6.8.7 | 5.4.0 |       |       |
| 4.5.1         | 2.1.2 | 4.9.2 | 3.1.1 | 4.0.8 | 1.0.8 | 3.0.0 | 2.7.2 | 2.4.5 | 5.2.8 | 6.0.2 | 5.1.2 | 6.2.8 |       |       |
| 2.8.9         | 2.3.7 | 1.9.3 | 3.0.2 | 1.3.7 | 2.3.8 | 2.1.7 | 2.2.4 | 2.8.1 | 3.4.8 | 3.4.3 | 3.8.3 | 3.1.7 |       |       |
| 3.9.9         | 3.4.9 | 3.0.9 | 3.4.3 | 6.9.9 | 3.2.3 | 8.4.7 | 1.0.2 | 3.2.1 | 4.7.8 | 4.4.3 | 3.7.3 | 2.5.2 |       |       |
| 2.0.8         | 2.2.9 | 1.8.5 | 2.7.0 | 4.3.5 | 2.3.4 | 2.8.3 | 3.9.1 | 4.7.2 | 3.4.5 | 3.9.9 | 3.8.6 | 4.5.8 |       |       |
| 2.8.9         | 1.1.4 | 4.9.7 | 4.9.7 | 4.0.9 | 9.4.9 | 6.3.4 | 3.1.1 | 4.7.1 | 6.7.7 | 6.0.3 | 7.1.2 | 4.5.8 |       |       |
| 3.8.3         | 4.3.3 | 3.4.7 | 3.2.8 | 2.1.4 | 2.8.2 | 3.2.4 | 4.4.8 | 3.2.3 | 3.2.3 | 7.8.0 | 4.3.2 | 6.4.1 |       |       |
| 2.1.3         | 1.9.1 | 3.1.7 | 4.8.4 | 8.1.1 | 4.0.7 | 4.0.5 | 2.9.3 | 3.2.4 | 3.2.4 | 4.3.2 | 4.1.3 | 4.4.2 |       |       |
| 2.4.1         | 2.7.4 | 3.4.8 | 1.8.3 | 3.2.4 | 1.1.5 | 1.4.9 | 2.4.1 | 2.6.1 | 3.1.1 | 4.3.1 | 6.1.3 | 5.4.2 |       |       |
| 1.3.0         | 1.4.2 | 2.6.1 | 2.3.4 | 3.8.7 | 3.1.1 | 3.1.0 | 1.4.1 | 2.6.5 | 4.3.9 | 4.9.8 | 6.1.7 | 3.1.4 |       |       |
| Promedio I.P. | 2.8.7 | 3.2.9 | 3.5.3 | 3.4.0 | 4.1.4 | 3.2.8 | 3.8.0 | 3.8.3 | 3.5.1 | 5.1.7 | 3.4.8 | 3.9.7 | 3.3.6 |       |

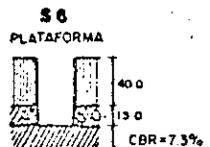
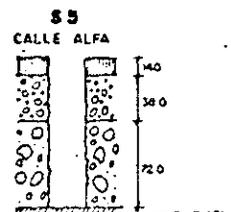
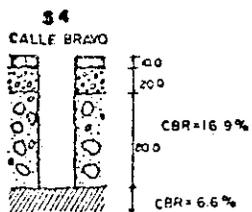
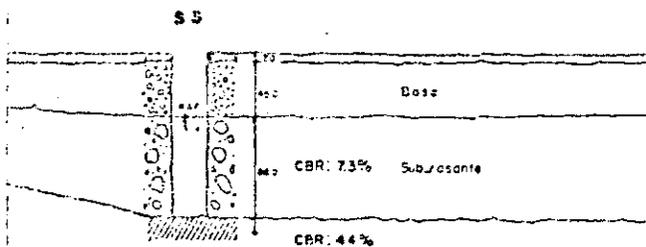
ESCALA Horizontal: 1 : 5000  
Vertical: 1 : 500

4-c

0.2

0875531234567890

Promedio I.P.



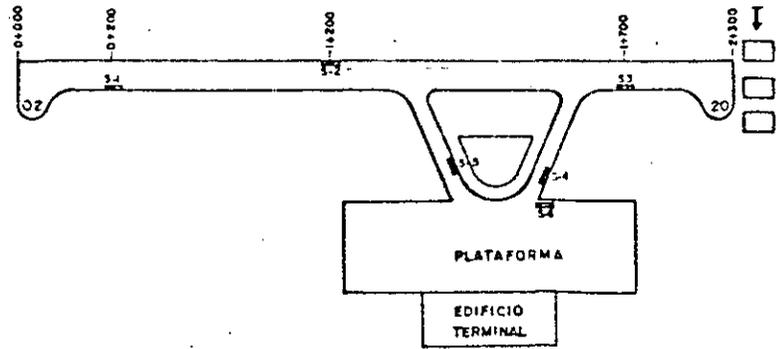
NOTA.  
COTAS EN Cm.  
CBR = VRS

- SIMBOLOGIA**
- EJE DERECHO
  - ◻ EJE CENTRAL DERECHO
  - ▲ EJE CENTRAL
  - ◻ EJE CENTRAL IZQUIERDO
  - ◻ EJE IZQUIERDO
  - ▨ CARPETA ASFALTICA
  - ◻ SUB-RASANTE
  - ◻ ARENA CON BOLEO
  - ◻ SUB BASE Y/O
  - ◻ BASE MECANICA
  - ◻ TERRENO NATURAL TAPOLLAS
  - ◻ ARCILLA CON BOLEOS
  - ↓ ESPECOR INDEFINIDO
  - VALORES DE INDICE DE PERFIL
  - MAYORES DE 60
  - ENTRE 40 Y 60
  - MEYORES DE 40

FIL.

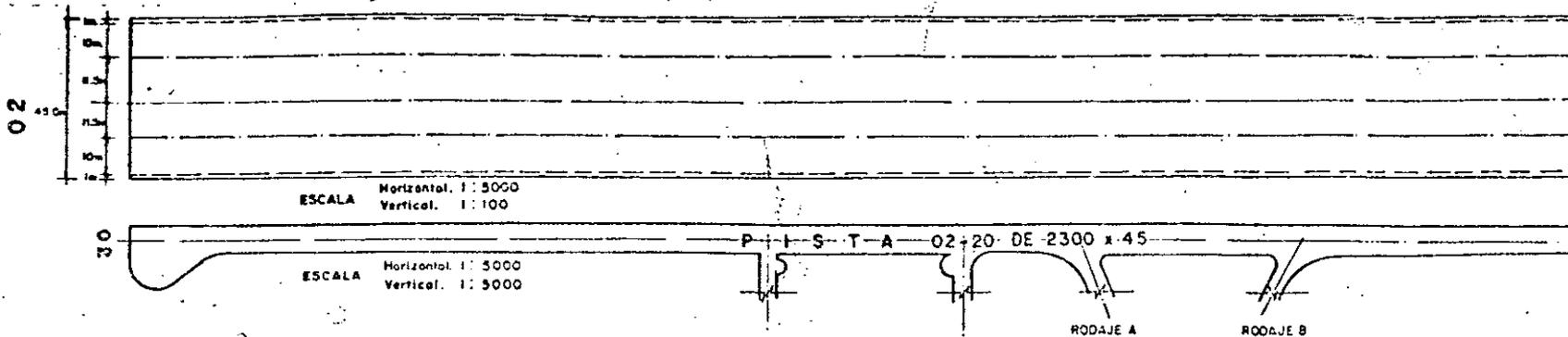
|       |       |       |       |       |       |       |   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
|       | 14620 | 17160 | 19400 | 21000 | 22250 | 23500 |   |
| 8.3   | 4     | 6.4   | 0     | 6.9   | 7     | 3.4   | 0 |
| 4.3   | 8     | 6.0   | 2     | 3.1   | 7     | 6.0   | 8 |
| 3.4   | 8     | 3.4   | 3     | 3.2   | 3     | 5.1   | 3 |
| 4.7   | 8     | 4.4   | 3     | 3.2   | 3     | 5.1   | 4 |
| 3.4   | 3     | 5.9   | 8     | 1.1   | 8     | 7.6   | 8 |
| 6.7   | 2     | 6.0   | 8     | 7.3   | 2     | 4.9   | 8 |
| 5.7   | 3     | 6.4   | 7     | 7.3   | 2     | 6.4   | 1 |
| 7.6   | 0     | 4.3   | 3     | 4.3   | 2     | 4.4   | 2 |
| 1.2   | 5     | 4.3   | 7     | 6.1   | 7     | 3.4   | 7 |
| 4.3   | 9     | 4.3   | 9     | 6.1   | 7     | 3.1   | 4 |
| 31.79 | 34.44 | 35.79 | 33.60 | 88.63 |       |       |   |

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**

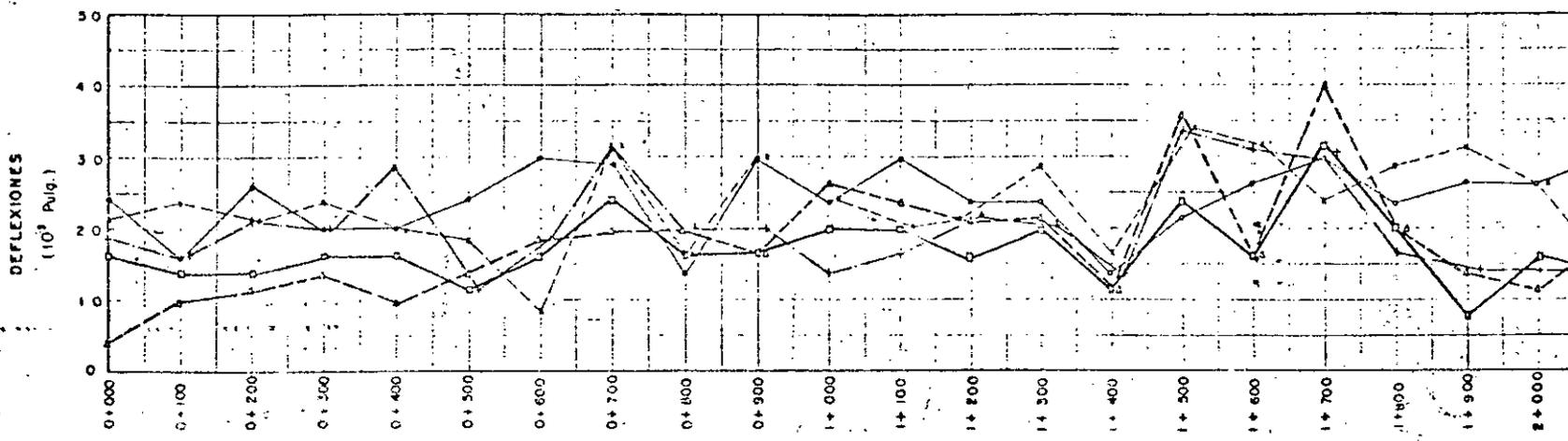


|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>SCT</b>  | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E - OPAVADOS |  |
|   | AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.<br>EVALUACION DE PAVIMENTOS<br>(Trabajos de Campo)   |  |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Manuel Cerro Diaz |   | EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez |
| PCFMDYDCLUD J. ANTONIO ZUAGA ORTIZ                                    |   | México, D.F. Febrero 1934      Plano No.   |

### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR

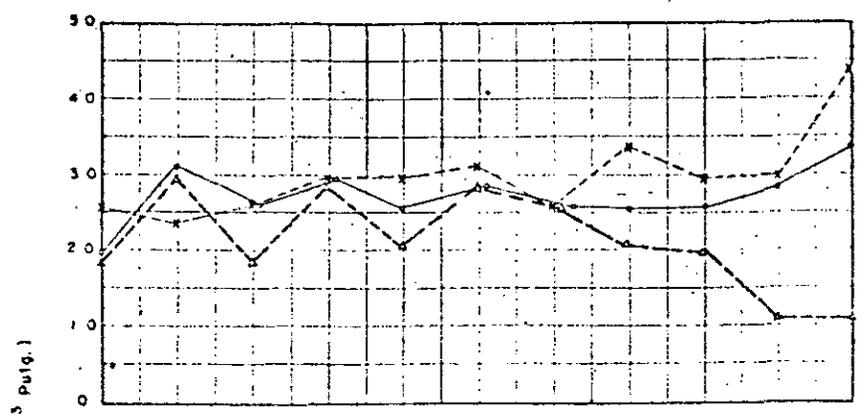


### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR

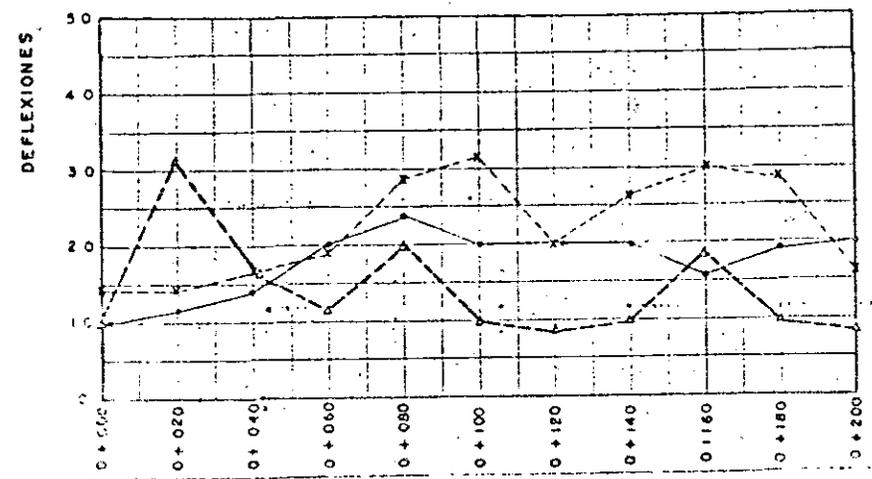


5-B

### RODAJE BRAVO

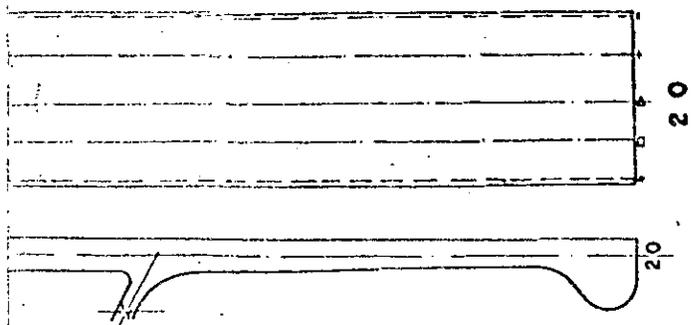


### RODAJE ALFA

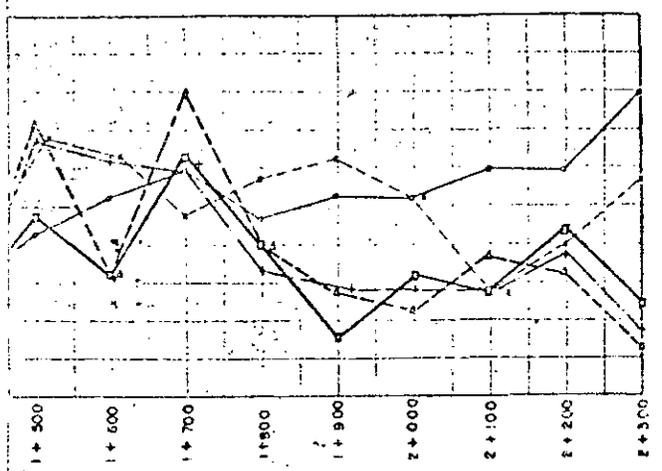


(ORIGEN: PISTON)

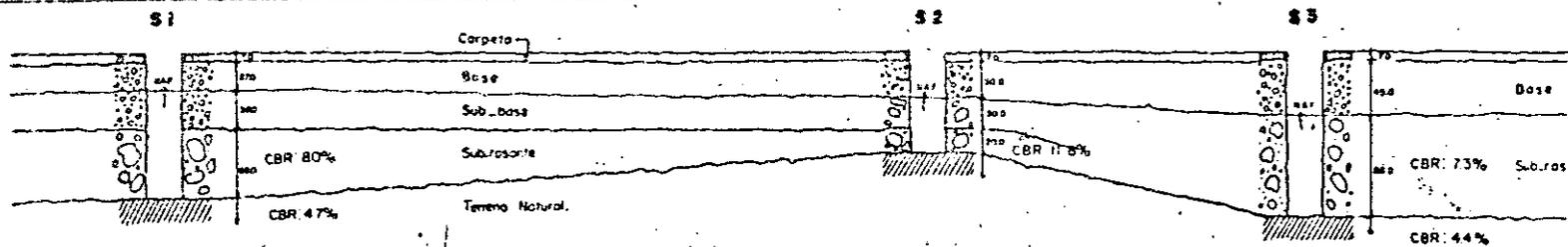
### STANDAR



### STANDAR



# PERFIL ESTRATIGRAFICO



NOT.

## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1984)

|               | 0+020 | 0+100  | 0+340  | 0+500  | 0+660  | 0+820  | 0+980  | 1+140  | 1+300  | 1+460  | 1+620  | 1+780  | 1+940 |
|---------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 2 8 9         | 3 2 8 | 1 4 3  | 1 9 7  | 3 4 8  | 4 0 3  | 4 7 3  | 5 1 8  | 5 2 2  | 6 5 4  | 6 4 0  | 8 8 7  | 5 4    |       |
| 4 5 1         | 2 1 2 | 4 8 2  | 3 1 1  | 4 0 8  | 3 0 8  | 3 0 0  | 2 7 2  | 2 4 5  | 4 3 8  | 6 0 2  | 2 1 2  | 6 0    |       |
| 2 8 8         | 2 5 7 | 1 9 3  | 3 0 2  | 3 3 7  | 2 3 8  | 2 1 9  | 2 2 4  | 2 8 7  | 3 4 8  | 3 4 3  | 5 8 3  | 3 1    |       |
| 3 9 8         | 3 4 8 | 3 0 9  | 3 4 3  | 4 4 3  | 3 2 3  | 6 4 3  | 1 8 2  | 3 3 1  | 4 7 9  | 4 4 3  | 3 2 3  | 3 1    |       |
| 2 0 8         | 2 2 3 | 1 8 9  | 2 2 0  | 4 3 5  | 2 3 4  | 2 8 3  | 3 9 1  | 4 7 2  | 3 4 5  | 3 8 8  | 3 8 8  | 7 8    |       |
| 7 6 9         | 5 3 4 | 4 7 7  | 6 9 7  | 6 0 9  | 6 4 9  | 6 3 4  | 3 1 1  | 4 7 1  | 6 7 2  | 6 0 1  | 7 1 2  | 4 7    |       |
| 5 8 3         | 4 1 3 | 3 8 9  | 3 7 8  | 2 3 4  | 4 8 2  | 3 2 8  | 4 4 5  | 3 2 3  | 5 2 3  | 6 4 8  | 7 3 3  | 6 4    |       |
| 2 1 3         | 1 9 1 | 3 1 1  | 4 6 9  | 8 1 1  | 4 0 0  | 4 0 3  | 2 9 0  | 3 2 4  | 7 6 0  | 4 9 0  | 4 1 2  | 4 4    |       |
| 2 4 1         | 2 7 8 | 3 4 8  | 1 8 3  | 3 2 4  | 1 1 9  | 1 8 8  | 2 4 3  | 2 6 1  | 3 0 6  | 4 0 7  | 6 1 2  | 5 4    |       |
| 1 9 2         | 1 4 9 | 2 5 1  | 2 3 8  | 3 6 7  | 3 1 1  | 3 3 0  | 3 6 1  | 3 6 3  | 4 3 9  | 4 3 8  | 6 1 7  | 3 1    |       |
| Promedio I.P. | 2 8.7 | 3 2.57 | 3 3.39 | 3 4.07 | 4 1.40 | 3 2.67 | 3 8.08 | 3 8.34 | 3 3.15 | 3 1.79 | 3 4.64 | 3 9.79 | 3 3.  |

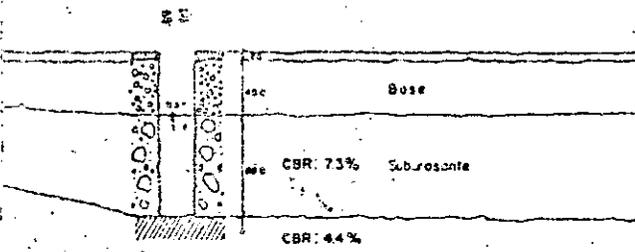
ESCALA Horizontal. 1 : 5000  
Vertical. 1 : 500

56

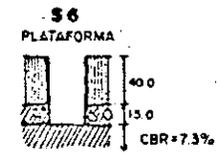
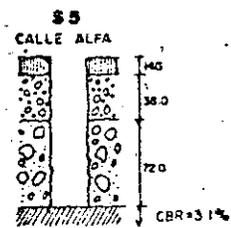
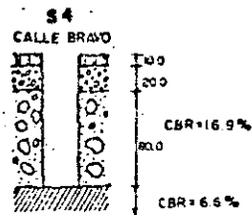
0.2

0007444444  
 1251597680  
 5273

5-5



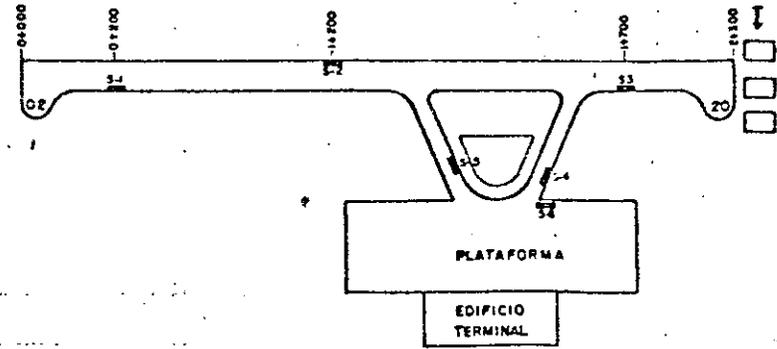
NOTA.  
COYAS EN Cm.  
CBR=VRS



**SIMBOLOGIA**

- ◊ EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- △ EJE CENTRAL
- ◊ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- ▨ CAPPETA ASFALTICA
- ▨ SUB-PASANTE
- ▨ APENA CON BOLEO
- ▨ SUB BASE Y/O
- ▨ BASE HIDRAULICA
- ▨ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- ▨ ARCILLA CON BOLEOS
- ↓ ESPESOR INDEFINIDO
- VALORES DE INDICE DE PERFIL
- MAYORES DE 60
- ENTRE 40 Y 60
- MENORES DE 40

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



|       |       |       |       |       |      |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 2200  | 2300  | 2400  | 2500  | 2600  | 2700 |
| 63.4  | 64.0  | 68.7  | 54.0  | 81.3  |      |
| 4.3   | 6.0   | 3.2   | 6.0   | 9.5   |      |
| 5.4   | 2.4   | 3.8   | 5.1   | 7.4   |      |
| 4.7   | 4.4   | 2.3   | 3.1   | 7.3   |      |
| 3.4   | 3.9   | 3.8   | 7.6   | 8.4   |      |
| 6.7   | 6.0   | 7.1   | 4.7   | 6.5   |      |
| 5.7   | 6.4   | 7.3   | 8.4   | 6.9   |      |
| 7.8   | 4.3   | 4.1   | 4.4   | 5.0   |      |
| 7.0   | 4.0   | 6.1   | 5.4   | 7.4   |      |
| 4.3   | 4.3   | 8.1   | 3.1   | 4.3   |      |
| 51.78 | 54.64 | 58.79 | 53.60 | 68.63 |      |

**SCT** DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES  
OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS

**AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.**  
**EVALUACION DE PAVIMENTOS**  
(Trabajos de Camas)

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO  
Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez

México, D.F. Febrero 1984

**ELABORACION**

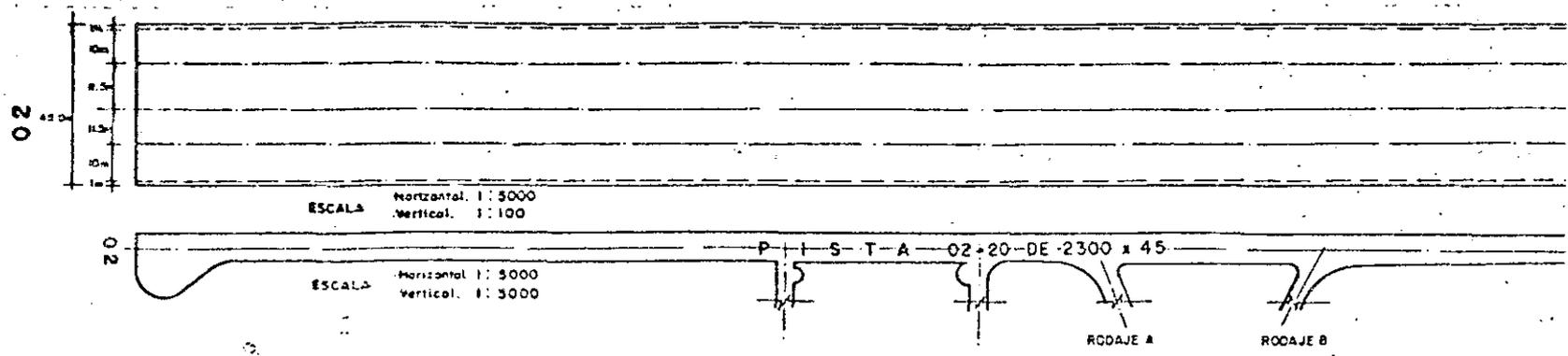
EL JEFE DE LA OFICINA  
Ing. Manuel Cerro Díaz

EL JEFE DE LA SECCION  
Ing. Trinidad Delgado Briseño

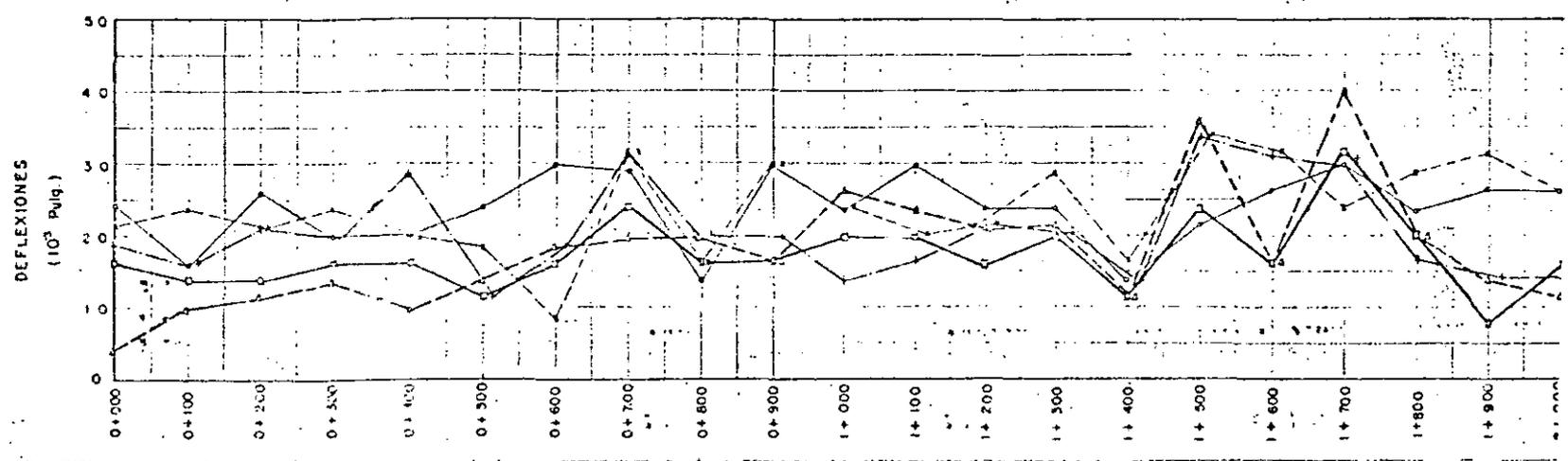
RAMON DIAZ, J. ANTONIO ZUAGA ORTIZ

6-A

### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR

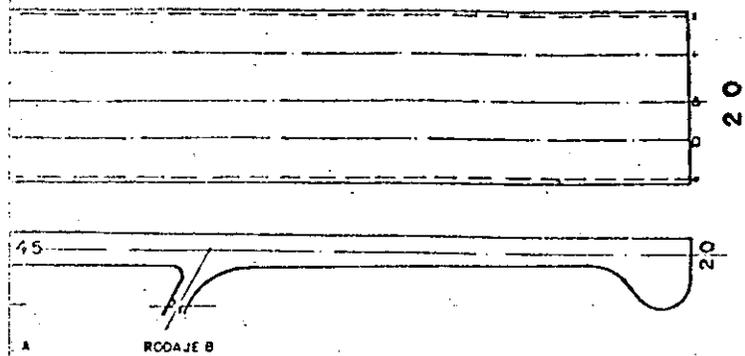


### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR

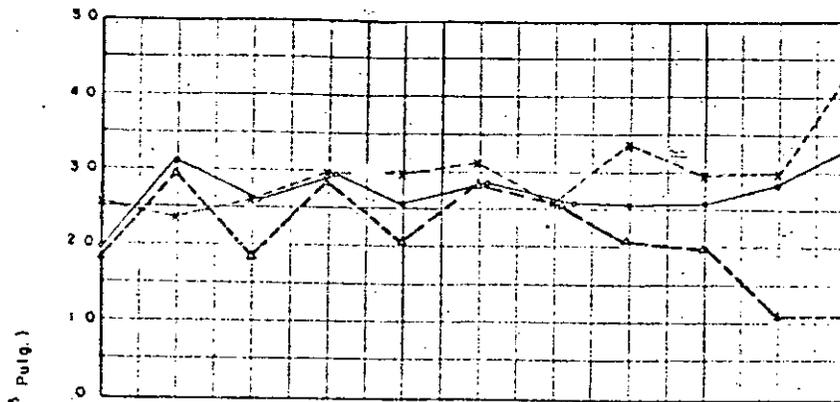


6-B

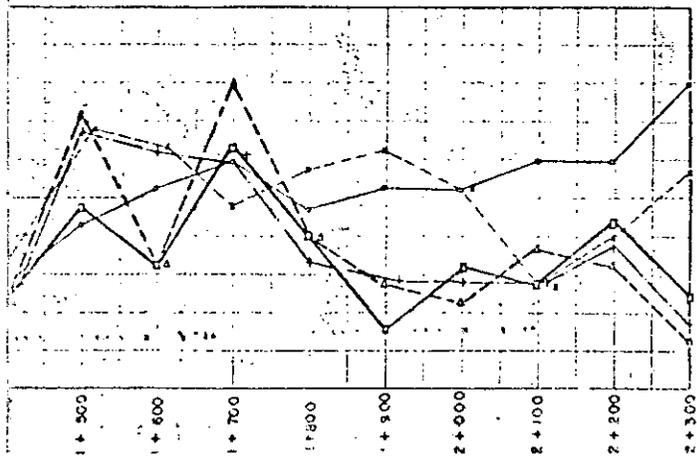
N ESTANDAR



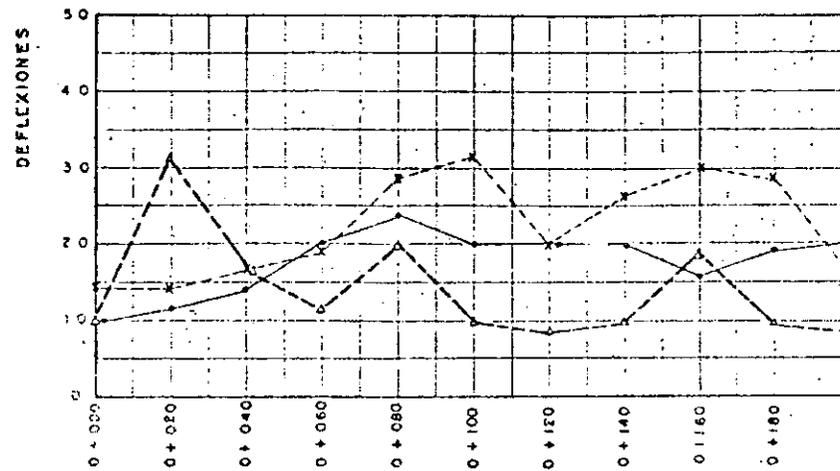
RODAJE BRAVO



N ESTANDAR

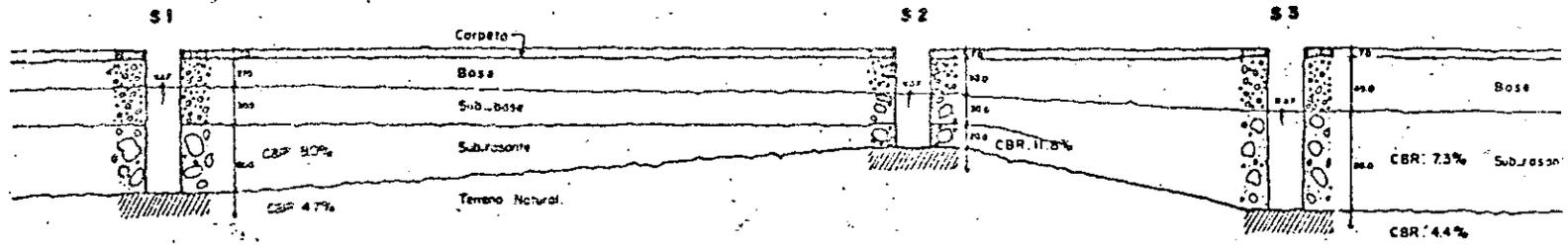


RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA I)

PERFIL ESTRATIGRAFICO



NOTA  
C

ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL  
(Diciembre 1964)

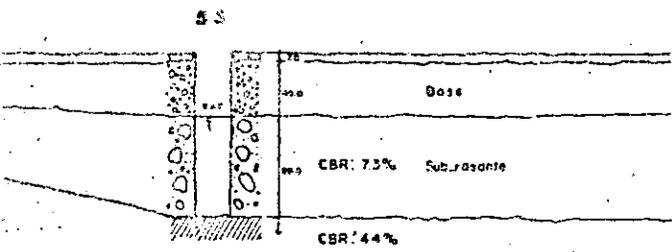
|               | 0+000 | 0+020 | 0+180 | 0+340 | 0+500 | 0+660 | 0+820 | 0+980 | 1+140 | 1+300 | 1+460 | 1+620 | 1+780 | 1+940 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 28.5          | 32.4  | 34.3  | 39.7  | 44.8  | 49.9  | 55.0  | 60.1  | 65.2  | 70.3  | 75.4  | 80.5  | 85.6  | 90.7  | 95.8  |
| 24.5          | 21.2  | 18.9  | 16.6  | 14.3  | 12.0  | 9.7   | 7.4   | 5.1   | 2.8   | 0.5   | 1.8   | 3.1   | 4.4   | 5.7   |
| 28.9          | 25.7  | 22.5  | 19.3  | 16.1  | 12.9  | 9.7   | 6.5   | 3.3   | 0.1   | 3.2   | 6.4   | 9.6   | 12.8  | 16.0  |
| 39.8          | 34.8  | 30.3  | 25.8  | 21.3  | 16.8  | 12.3  | 7.8   | 3.3   | 1.2   | 3.8   | 7.2   | 10.6  | 14.0  | 17.4  |
| 20.8          | 22.9  | 14.8  | 17.9  | 22.0  | 43.5  | 23.4  | 28.5  | 33.6  | 38.7  | 43.8  | 48.9  | 54.0  | 59.1  | 64.2  |
| 26.9          | 33.7  | 47.7  | 47.7  | 47.7  | 47.7  | 47.7  | 47.7  | 47.7  | 47.7  | 47.7  | 47.7  | 47.7  | 47.7  | 47.7  |
| 21.3          | 43.3  | 34.9  | 37.8  | 21.4  | 26.2  | 31.0  | 35.8  | 40.6  | 45.4  | 50.2  | 55.0  | 59.8  | 64.6  | 69.4  |
| 21.1          | 19.1  | 21.7  | 24.3  | 26.9  | 29.5  | 32.1  | 34.7  | 37.3  | 39.9  | 42.5  | 45.1  | 47.7  | 50.3  | 52.9  |
| 24.1          | 27.6  | 34.8  | 42.0  | 49.2  | 56.4  | 63.6  | 70.8  | 78.0  | 85.2  | 92.4  | 99.6  | 106.8 | 114.0 | 121.2 |
| 13.0          | 14.9  | 16.8  | 18.7  | 20.6  | 22.5  | 24.4  | 26.3  | 28.2  | 30.1  | 32.0  | 33.9  | 35.8  | 37.7  | 39.6  |
| Promedio L.P. |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|               | 28.7  | 32.97 | 35.38 | 34.07 | 41.00 | 32.67 | 38.08 | 38.36 | 35.19 | 51.79 | 54.84 | 59.79 | 53.60 | 53.60 |

ESCALA Horizontal. 1:5000  
Vertical. 1:500

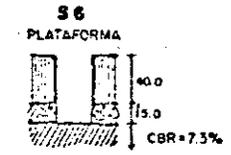
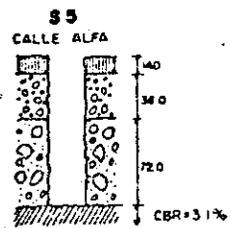
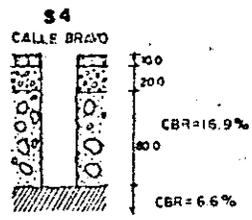
02

EJES  
0257654321  
000000000000

6-2



NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS



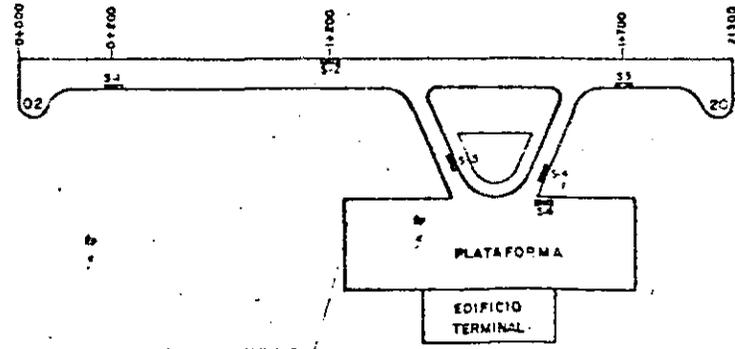
**SIMBOLOGIA**

- EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◐ EJE CENTRAL (IZQUIERDO)
- × EJE IZQUIERDO
- ▨ CARPETA ASFALTICA
- ▧ SUB-RASANTE
- ◉ ARENA CON BOLEO
- ▩ SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- ◻ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- ◉ ARCILLA CON BOLEO
- ↓ ESPESOR INDEFINIDO
- ▭ VALORES DE INDICE DE PERFIL MAYORES DE 60
- ▭ ENTRE 40 Y 60
- ▭ MENORES DE 40

**PERFIL**

|       |       |       |       |       |      |      |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 1460  | 1560  | 1780  | 1940  | 2100  | 2280 | 2300 |
| 6.3   | 6.4   | 5.8   | 5.4   | 6.1   | 6.2  | 6.3  |
| 4.2   | 4.0   | 3.1   | 4.0   | 4.2   | 4.3  | 4.4  |
| 3.4   | 3.3   | 2.4   | 3.1   | 3.2   | 3.3  | 3.4  |
| 2.1   | 2.0   | 1.4   | 2.0   | 2.1   | 2.2  | 2.3  |
| 1.1   | 1.0   | 0.8   | 1.0   | 1.1   | 1.2  | 1.3  |
| 0.7   | 0.7   | 0.5   | 0.7   | 0.8   | 0.9  | 1.0  |
| 0.5   | 0.5   | 0.4   | 0.5   | 0.6   | 0.7  | 0.8  |
| 0.3   | 0.3   | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5  | 0.6  |
| 0.2   | 0.2   | 0.1   | 0.2   | 0.3   | 0.4  | 0.5  |
| 0.1   | 0.1   | 0.1   | 0.1   | 0.2   | 0.3  | 0.4  |
| 0.1   | 0.1   | 0.1   | 0.1   | 0.1   | 0.2  | 0.3  |
| 51.78 | 54.64 | 58.78 | 63.40 | 68.63 |      |      |

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



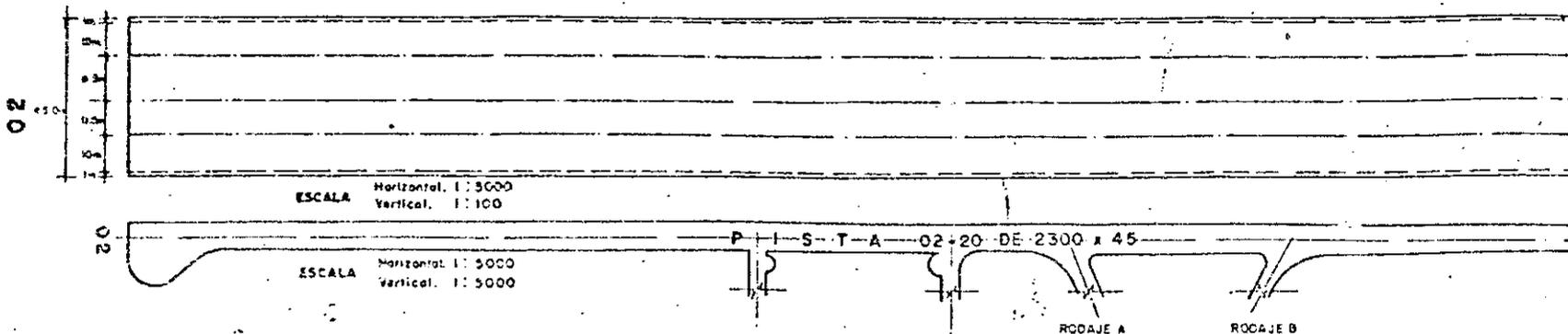
20

**SCT** DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES  
ORIGEN DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS

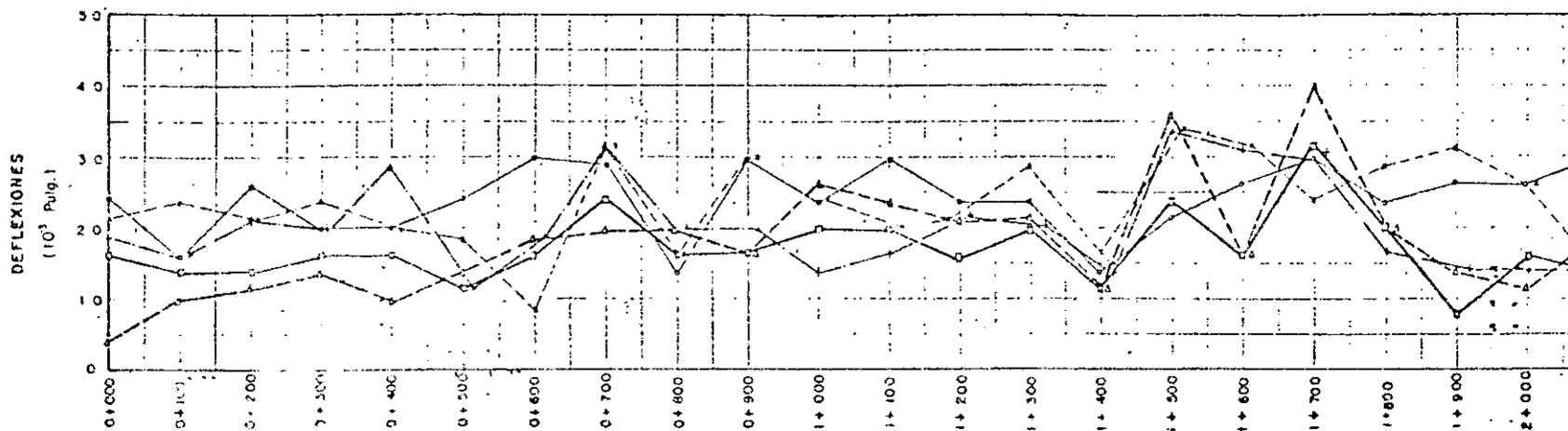
**ELABORACION**  
EL JEFE DE LA OFICINA  
*[Signature]*  
Ing. Manuel Cerro Diaz  
EL JEFE DE LA SECCION  
*[Signature]*  
Ing. Trinidad Delgado Briseño  
FORMO Y DISEÑO: J. ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ

**AEROPUERTO DE CULIACAN, SIM.**  
**EVALUACION DE PAVIMENTOS**  
(Trabajos de Campo)  
EL JEFE DEL DEPARTAMENTO  
*[Signature]*  
Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez  
MEXICO, D.F. Febrero 1984 | Plana No.

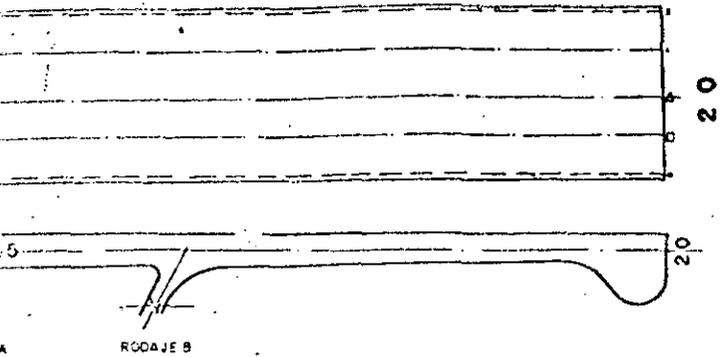
### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



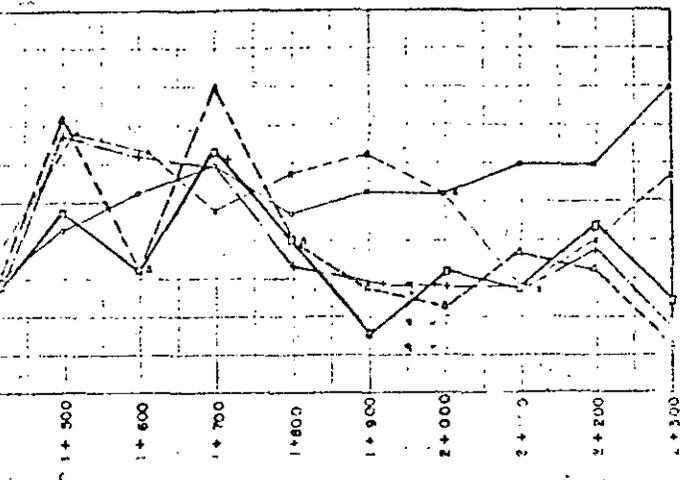
### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



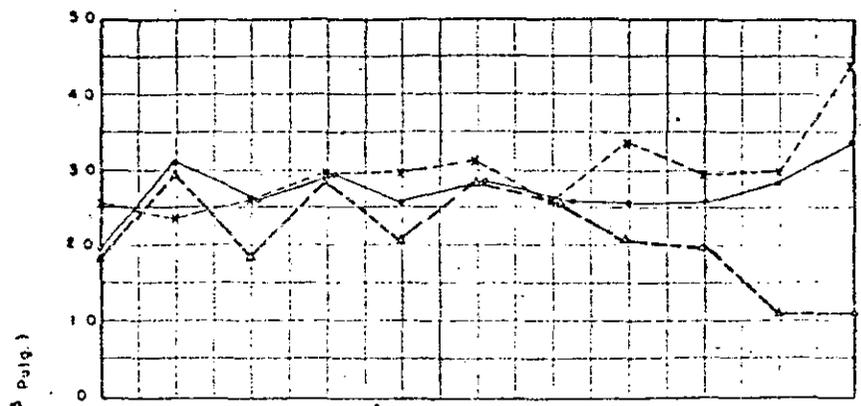
ESTANDAR



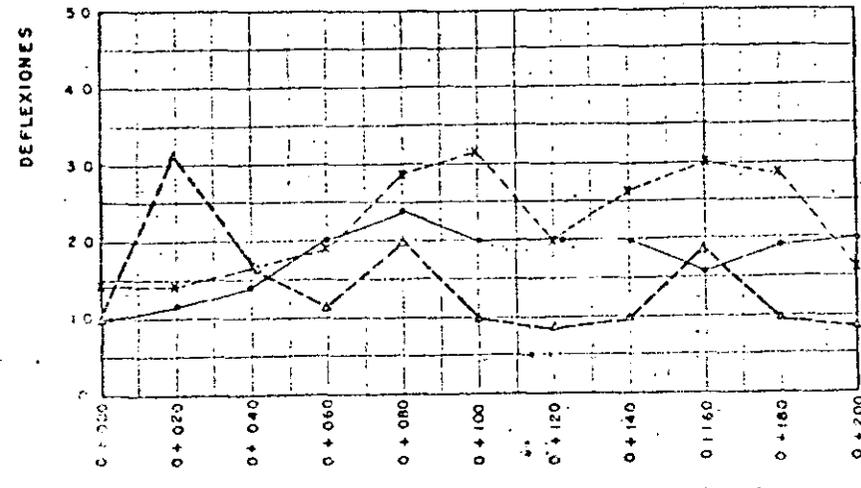
ESTANDAR



RODAJE BRAVO



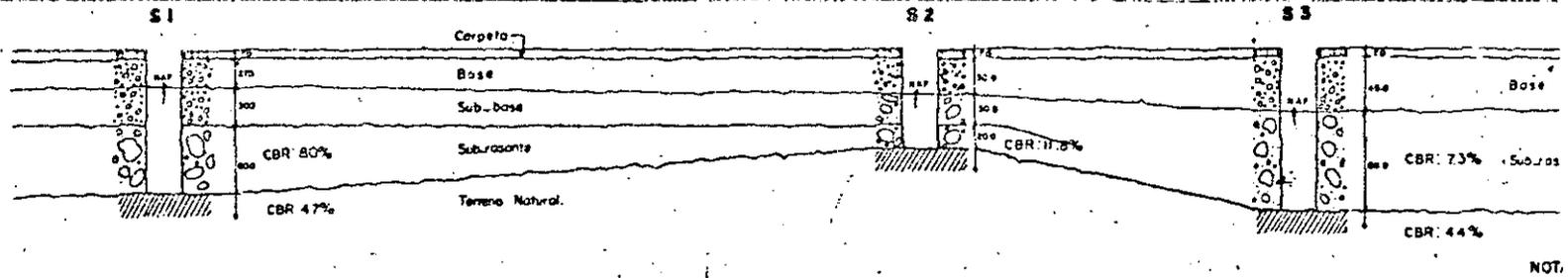
RODAJE ALFA



(ORIGEN PISTA)

7B

# PERFIL ESTRATIGRAFICO



## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1984)

|               | 0+000 | 0+020  | 0+180  | 0+340  | 0+500  | 0+660  | 0+820  | 0+980  | 1+140  | 1+300  | 1+460  | 1+620  | 1+780 | 1+940 |
|---------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 2 8 9         | 3 2 8 | 1 4 3  | 1 9 7  | 3 4 8  | 4 0 5  | 4 7 5  | 5 1 8  | 5 2 2  | 6 3 4  | 6 4 9  | 6 8 7  | 3 4    |       |       |
| 4 3 1         | 3 1 2 | 4 8 2  | 3 1 7  | 4 0 8  | 3 0 8  | 3 0 0  | 2 7 2  | 2 4 5  | 4 5 8  | 6 0 2  | 5 1 2  | 4 0    |       |       |
| 2 8 9         | 2 5 7 | 1 5 5  | 3 0 2  | 3 2 7  | 2 2 8  | 2 1 9  | 2 2 4  | 2 1 7  | 3 4 8  | 3 6 3  | 5 8 5  | 5 1    |       |       |
| 3 9 8         | 3 4 9 | 3 0 9  | 3 4 3  | 4 4 9  | 3 2 5  | 4 4 2  | 2 8 2  | 3 2 1  | 4 4 3  | 5 2 3  | 5 2 3  | 3 1    |       |       |
| 2 0 8         | 2 2 9 | 1 8 8  | 2 2 0  | 4 3 3  | 2 3 4  | 2 8 3  | 3 9 1  | 4 7 2  | 3 4 3  | 5 9 8  | 3 8 8  | 2 8    |       |       |
| 2 8 9         | 5 3 4 | 4 7 7  | 4 5 7  | 6 0 9  | 6 4 9  | 6 2 4  | 3 1 1  | 4 7 1  | 6 7 2  | 6 0 1  | 7 1 2  | 4 7    |       |       |
| 2 8 3         | 4 3 3 | 3 4 9  | 3 2 8  | 2 2 1  | 2 8 2  | 3 2 6  | 4 4 6  | 3 2 3  | 5 2 3  | 6 4 8  | 7 3 3  | 6 4    |       |       |
| 2 1 3         | 1 3 1 | 3 1 1  | 4 8 9  | 6 1 1  | 4 0 0  | 4 0 3  | 2 9 0  | 3 2 4  | 3 5 0  | 4 9 0  | 4 1 2  | 4 4    |       |       |
| 2 8 1         | 2 7 8 | 1 4 8  | 1 8 1  | 3 2 4  | 1 1 3  | 1 4 9  | 2 4 3  | 2 6 1  | 3 5 8  | 4 0 8  | 4 1 2  | 5 4    |       |       |
| 1 3 0         | 1 4 9 | 1 6 1  | 2 3 8  | 3 4 7  | 3 1 1  | 3 1 0  | 3 6 1  | 2 6 3  | 4 3 9  | 4 4 1  | 4 1 7  | 3 1    |       |       |
| Promedio I.P. | 2 8.7 | 3 2.57 | 3 3.39 | 3 4.07 | 4 1.40 | 3 2.47 | 3 8.08 | 3 8.36 | 3 5.18 | 5 1.78 | 5 4.64 | 3 8.78 | 3 3.  |       |

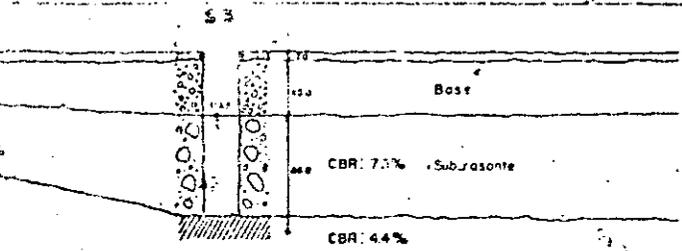
ESCALA Horizontal. 1 : 5000  
Vertical. 1 : 500

EJES  
0+000  
0+020  
0+180  
0+340  
0+500  
0+660  
0+820  
0+980  
1+140  
1+300  
1+460  
1+620  
1+780  
1+940

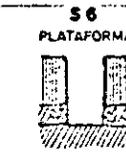
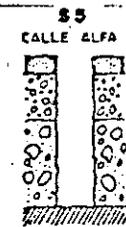
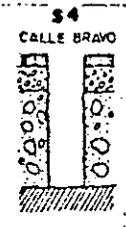
0 2

7 0

CO



NOTA  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

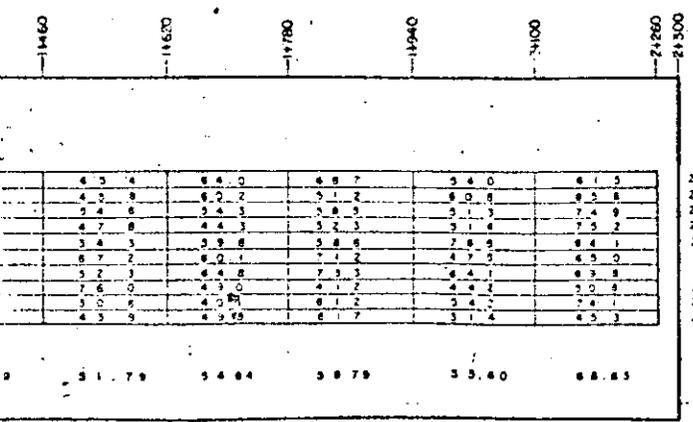


**SIMBOLOGIA**

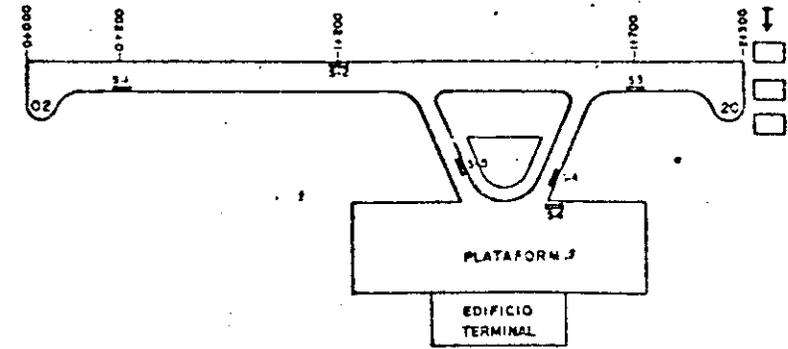
- EJE DERECHO
- D EJE CENTRAL DERECHO
- & EJE CENTRAL
- + EJE CENTRAL IZQUIERDO
- X EJE IZQUIERDO
- [Pattern] CARPETA ASFALTICA
- [Pattern] SUB-RASANTE
- [Pattern] ARENA CON BOLEO
- [Pattern] SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- [Pattern] TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- [Pattern] ARCILLA CON BOLEOS
- ESPECOR INDEFINIDO
- VALORES DE INDICE DE PERFIL
- MATCHES DE 60
- ENTRE 40 Y 60
- MEÑORES DE 40

7-0

**PERFIL**



**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



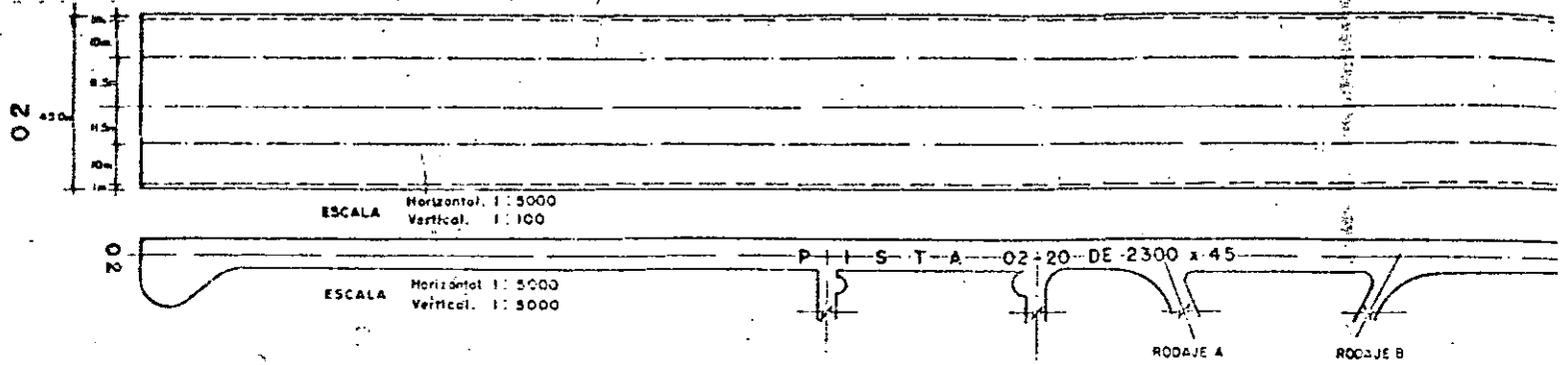
**SCT** DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES  
OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS

**ELABORACION**  
EL JEFE DE LA OFICINA  
*[Signature]*  
Ing. Manuel Cerra Díaz  
EL JEFE DE LA SECCION  
*[Signature]*  
Ing. Trinidad Delgado Briseño  
FORMOYDIBUO: J. ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ

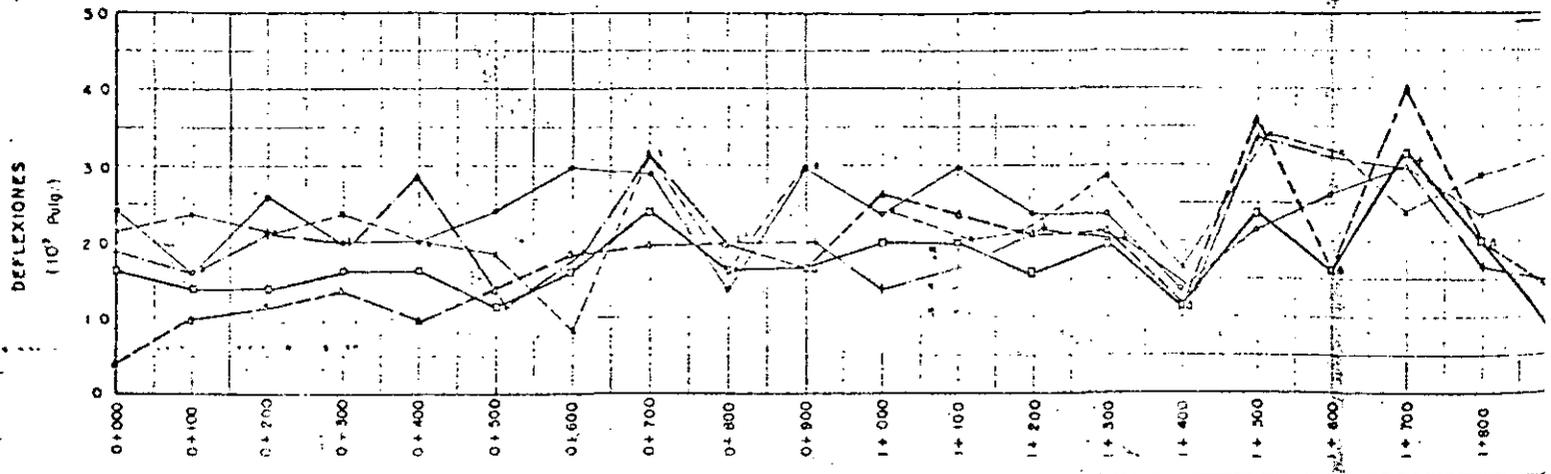
**AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.**  
**EVALUACION DE PAVIMENTOS**  
(Trabajos de Campo)  
EL JEFE DEL DEPARTAMENTO  
*[Signature]*  
Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez  
México, D.F. Febrero 1964

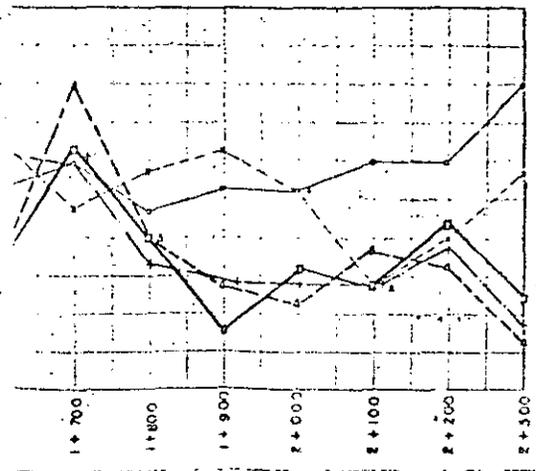
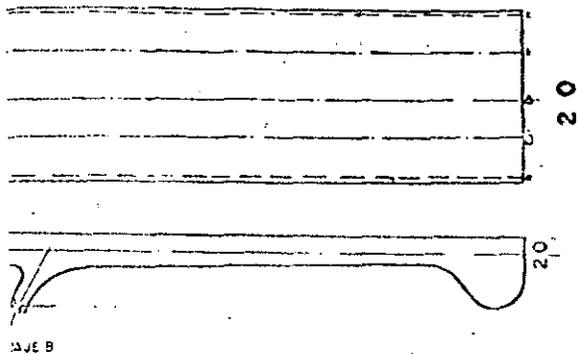
8-A

### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR

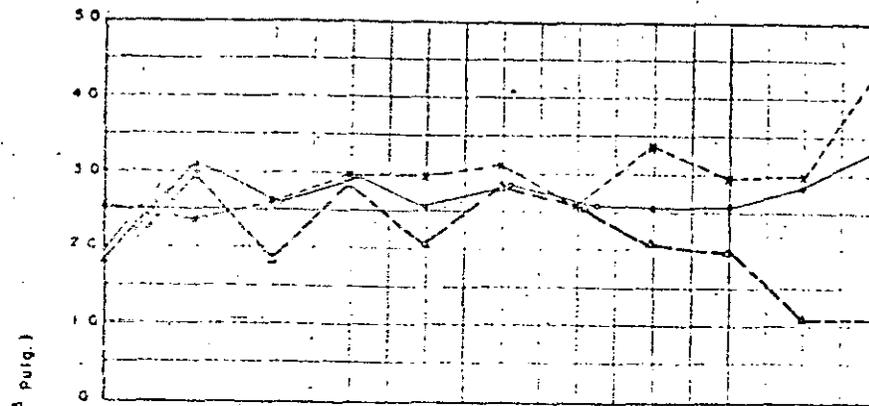


### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR

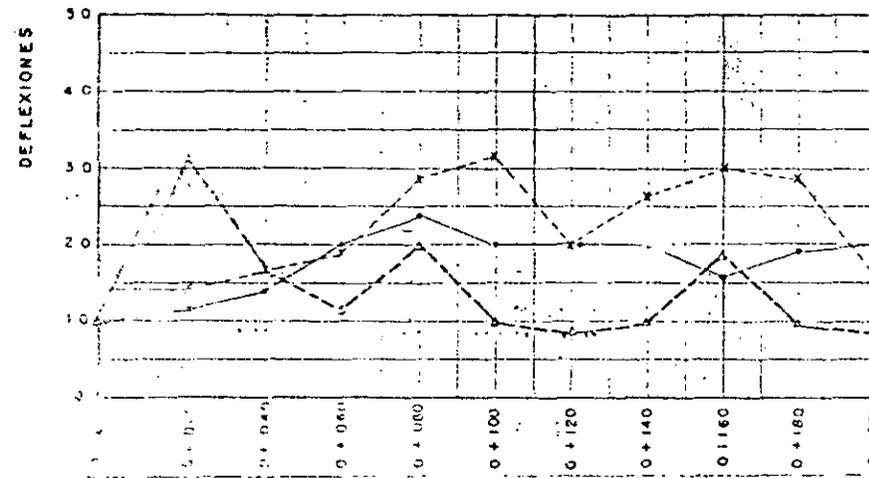




### RODAJE BRAVO



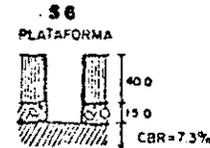
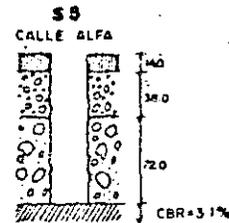
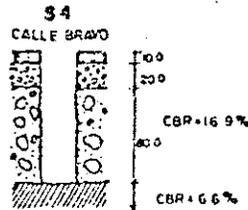
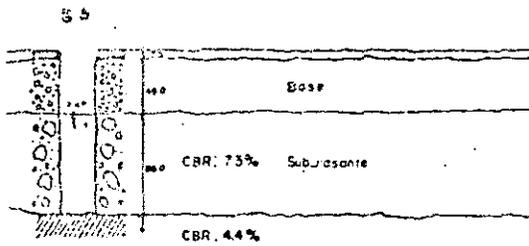
### RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA)

8-B





NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

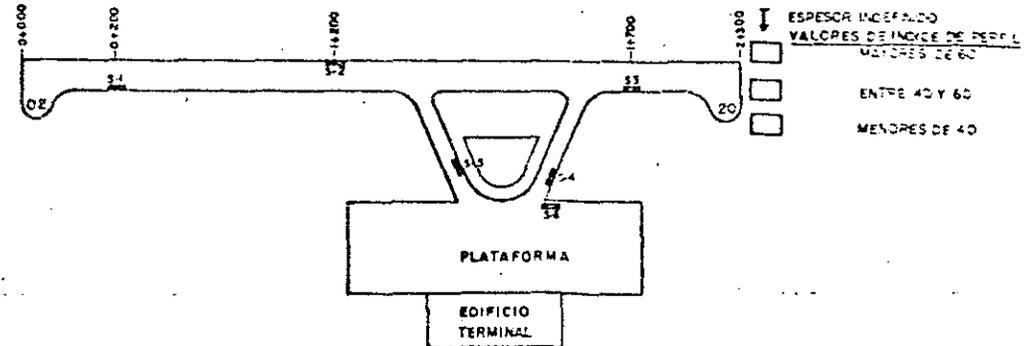
**SIMBOLOGIA**

- EJE DERECHO
- D EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◄ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- [Asfalto] CARPETA ASFALTICA
- [Subrasante] SUB-RASANTE
- [Arena con boleo] ARENA CON BOLEO
- [Sub base y/o base mecanica] SUB BASE Y/O BASE MECANICA
- [Terreno natural] TERRENO NATURAL (CAPOTIA)
- [Arcilla con boleos] ARCILLA CON BOLEOS
- [Espesor indefinido] ESPESOR INDEFINIDO
- [Valores de indice de perfil mayores de 60] VALORES DE INDICE DE PERFIL MAYORES DE 60
- [Entre 40 y 60] ENTRE 40 Y 60
- [Menores de 40] MENORES DE 40

|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 11020 | 14741 | 11040 | 10112 | 10112 | 20.00 |
| 6.9 0 | 8.5 7 | 5.4 0 | 9.1 3 |       | 20.00 |
| 1.0 2 | 3.1 7 | 8.0 8 | 8.3 6 |       | 20.00 |
| 3.4 3 | 5.8 3 | 3.1 3 | 7.4 8 |       | 20.00 |
| 4.1 1 | 5.2 3 | 5.1 4 | 7.5 7 |       | 20.00 |
| 3.9 8 | 3.9 6 | 7.8 8 | 8.4 1 |       | 20.00 |
| 6.0 1 | 7.1 2 | 4.7 8 | 4.7 0 |       | 20.00 |
| 8.4 1 | 7.3 3 | 6.4 1 | 8.3 8 |       | 20.00 |
| 8.3 0 | 4.1 2 | 4.4 2 | 5.0 9 |       | 20.00 |
| 4.0 1 | 8.1 2 | 5.4 2 | 7.4 1 |       | 20.00 |
| 4.9 8 | 8.1 7 | 3.1 4 | 6.5 3 |       | 20.00 |
| 3.4 4 | 3.8 9 | 3.3 0 | 6.8 3 |       | 43.00 |

20

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**

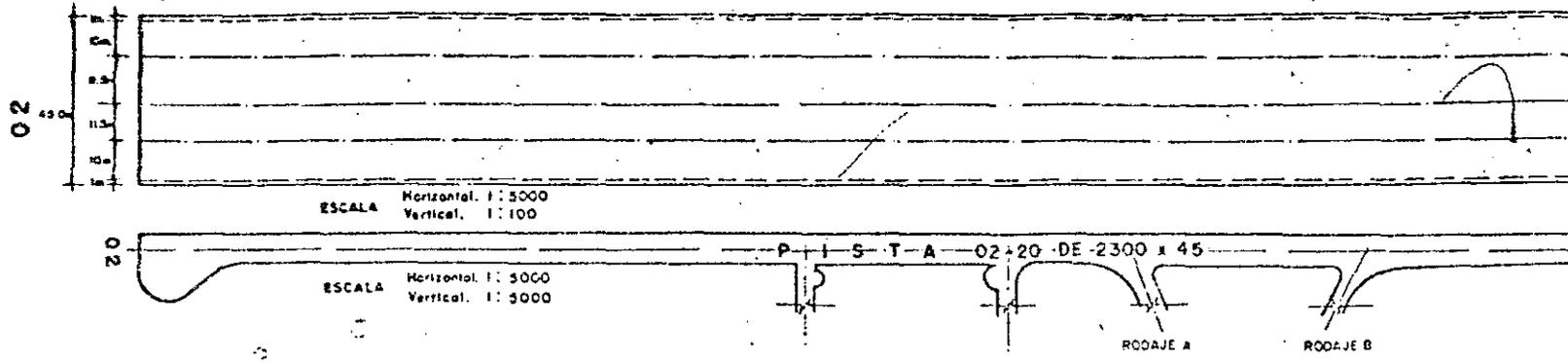


|   |  |
|---|--|
| <b>SCT</b>  | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS |
|   | <b>AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.<br/>EVALUACION DE PAVIMENTOS<br/>(Trabajos de Campo)</b>                                 |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Manuel Cerro Diaz         | EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez   |
| EL JEFE DE LA SECCION<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Trinidad Celis de Briseño | Mexico, D.F. Febrero 1984      Plano No  |

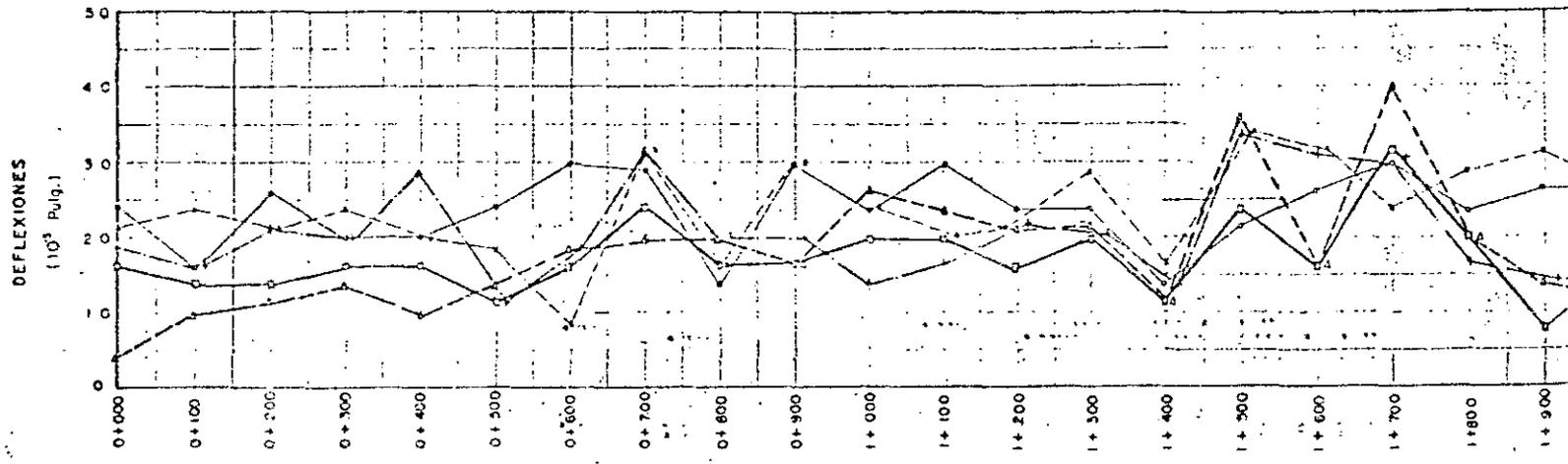
|   |
|---|
| ELABORACION   |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Manuel Cerro Diaz         |
| EL JEFE DE LA SECCION<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Trinidad Celis de Briseño |
| PEDRO FORERO, J. ANTONIO LUJANA ORTIZ   |

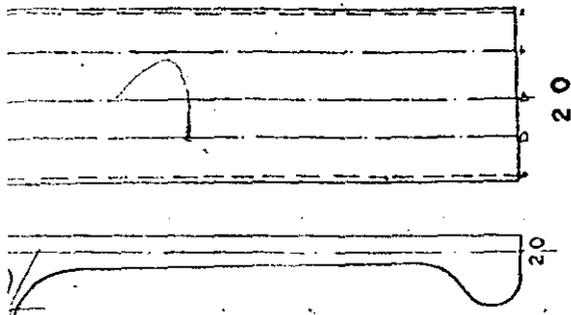
1955-56, Justamente

### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR

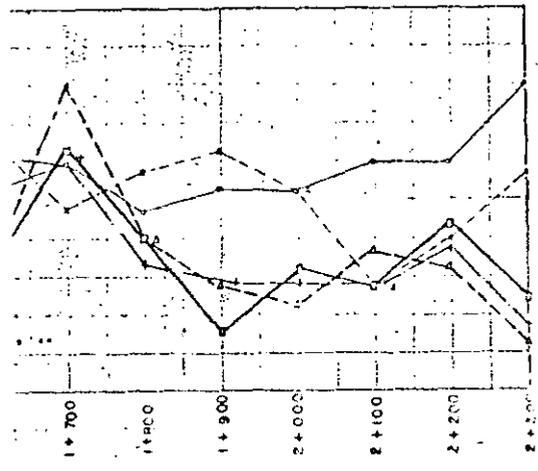


### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR

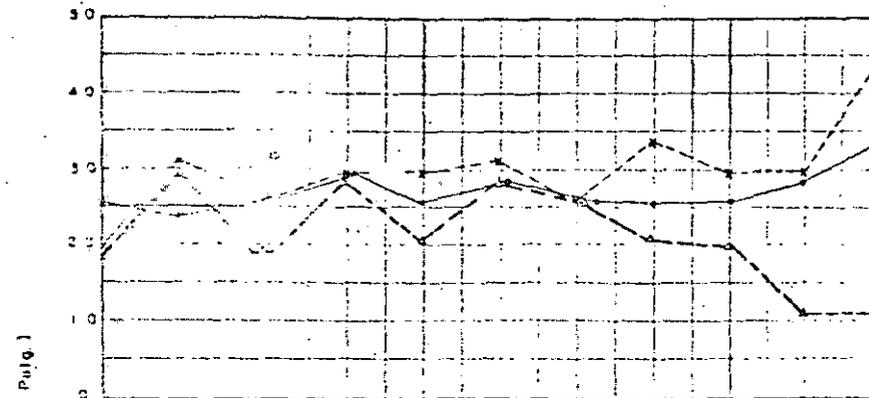




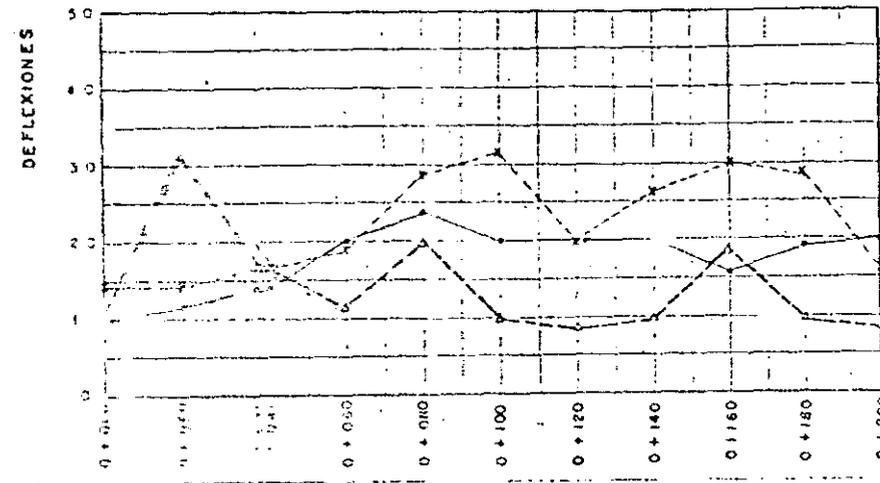
HEB



RODAJE BRAVO



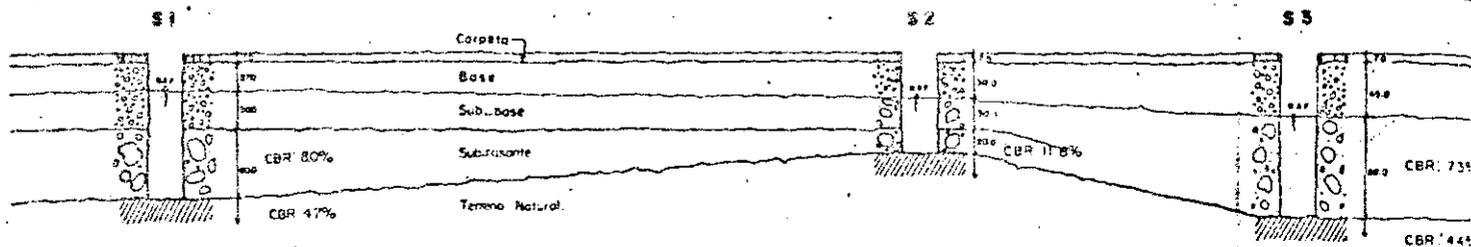
RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA)

9-6

# PERFIL ESTRATIGRAFICO



## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL

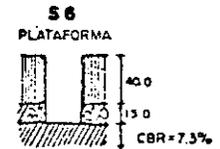
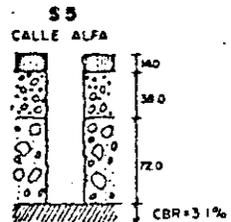
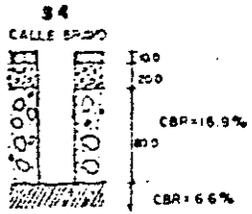
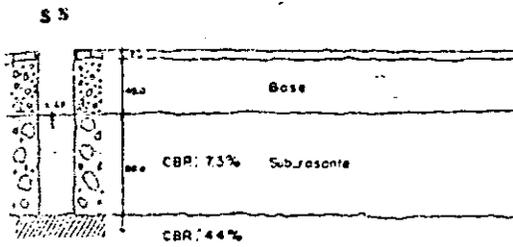
(Diciembre 1984)

|               | 0+000 | 0+100 | 0+200 | 0+300 | 0+400 | 0+500 | 0+600 | 0+700 | 0+800 | 0+900 | 1+000 | 1+100 | 1+200 | 1+300 | 1+400 | 1+500 | 1+600 | 1+700 | 1+800 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1             | 2.09  | 1.29  | 1.43  | 1.7   | 3.48  | 4.03  | 4.73  | 3.18  | 3.22  | 6.38  | 6.40  | 6.87  | 6.87  | 6.87  | 6.87  | 6.87  | 6.87  | 6.87  | 6.87  |
| 2             | 1.81  | 2.07  | 1.87  | 1.3   | 4.37  | 3.29  | 3.00  | 2.74  | 2.45  | 5.28  | 5.02  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  |
| 3             | 1.89  | 2.07  | 1.93  | 1.3   | 4.47  | 3.29  | 3.00  | 2.82  | 2.51  | 5.28  | 5.02  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  |
| 4             | 2.08  | 2.49  | 1.88  | 1.7   | 4.33  | 3.29  | 3.00  | 2.82  | 2.51  | 5.28  | 5.02  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  |
| 5             | 2.43  | 3.39  | 1.77  | 1.7   | 4.33  | 3.29  | 3.00  | 2.82  | 2.51  | 5.28  | 5.02  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  | 5.12  |
| 6             | 1.15  | 1.37  | 1.49  | 1.24  | 3.34  | 4.03  | 4.73  | 4.48  | 4.23  | 4.48  | 4.23  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  |
| 7             | 2.13  | 1.96  | 1.1   | 1.88  | 6.11  | 4.03  | 4.73  | 4.48  | 4.23  | 4.48  | 4.23  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  |
| 8             | 2.4   | 1.76  | 1.48  | 1.8   | 3.24  | 4.03  | 4.73  | 2.43  | 2.61  | 5.04  | 4.01  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  | 4.12  |
| 9             | 1.30  | 1.43  | 1.2   | 2.58  | 3.87  | 3.17  | 3.3   | 3.61  | 2.63  | 4.19  | 4.18  | 4.17  | 4.17  | 4.17  | 4.17  | 4.17  | 4.17  | 4.17  | 4.17  |
| Promedio L.P. | 2.97  | 3.257 | 3.33  | 3.407 | 4.140 | 3.267 | 3.808 | 3.836 | 3.519 | 5.178 | 3.484 | 3.976 | 3.976 | 3.976 | 3.976 | 3.976 | 3.976 | 3.976 | 3.976 |

ESCALA Horizontal. 1:5000  
Vertical. 1:500

0.2

123456789  
 101112131415161718192021222324252627282930313233343536373839404142434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384858687888990919293949596979899100



NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

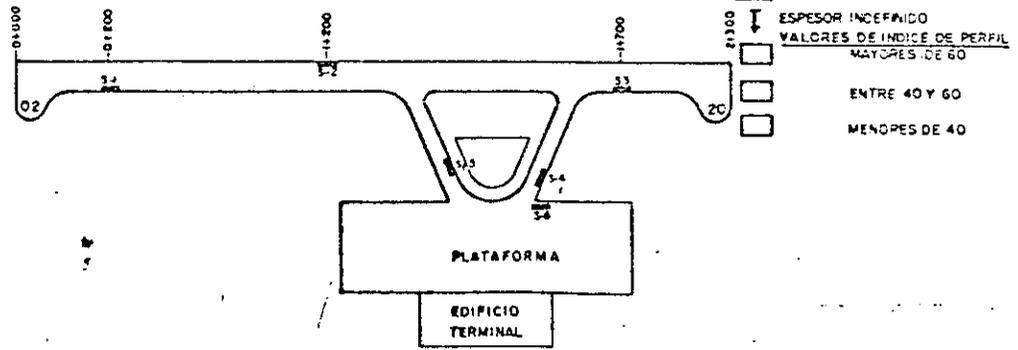
**SIMBOLOGIA**

- EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◆ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- ▨ CARPETA ASFALTICA
- ▧ SUB-RASANTE
- ◉ ARENA CON BOLEO
- ▩ SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- ◻ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- ▨ ARCILLA CON BOLEOS
- ↓ ESPESOR INDEFINIDO
- VALORES DE INDICE DE PERFIL
- MAYORES DE 60
- ENTRE 40 Y 60
- MENORES DE 40

90

|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 19785 | 19940 | 21100 | 24200 | 24500 |
| 64.0  | 68.7  | 54.0  | 61.5  |       |       |
| 60.7  | 51.7  | 60.8  | 63.6  |       |       |
| 54.5  | 58.5  | 51.3  | 74.8  |       |       |
| 44.1  | 52.3  | 51.4  | 75.7  |       |       |
| 39.9  | 38.4  | 7.8   | 84.1  |       |       |
| 62.1  | 71.5  | 67.5  | 45.0  |       |       |
| 64.8  | 73.3  | 64.1  | 89.8  |       |       |
| 49.0  | 41.2  | 44.2  | 50.8  |       |       |
| 40.1  | 81.2  | 54.2  | 74.1  |       |       |
| 49.8  | 61.7  | 51.4  | 45.3  |       |       |
| 54.84 | 53.79 | 53.60 | 68.63 |       |       |

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



|  |  |
|--|--|
| <b>SCT</b>   | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS |
|  | <b>AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.</b><br><b>EVALUACION DE PAVIMENTOS</b><br>(Trabajos de Campo)                            |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Manuel Cerro Ojeda       | EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez   |
| EL JEFE DE LA SECCION<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Trinidad Delgado Briseño | México, D.F. Febrero 1934   Plano No.  |

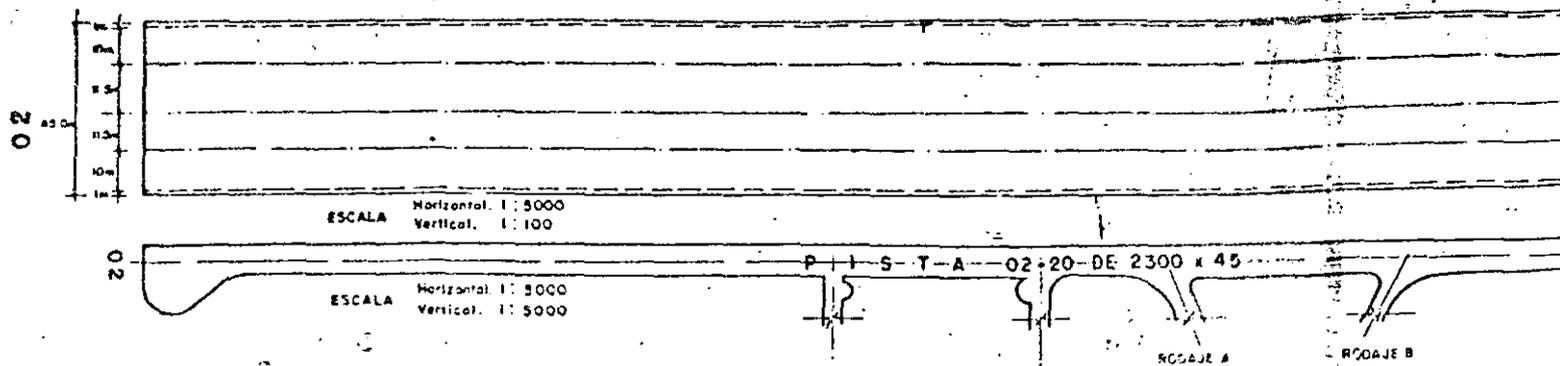
**ELABORACION**

EL JEFE DE LA OFICINA  
*[Signature]*  
Ing. Manuel Cerro Ojeda

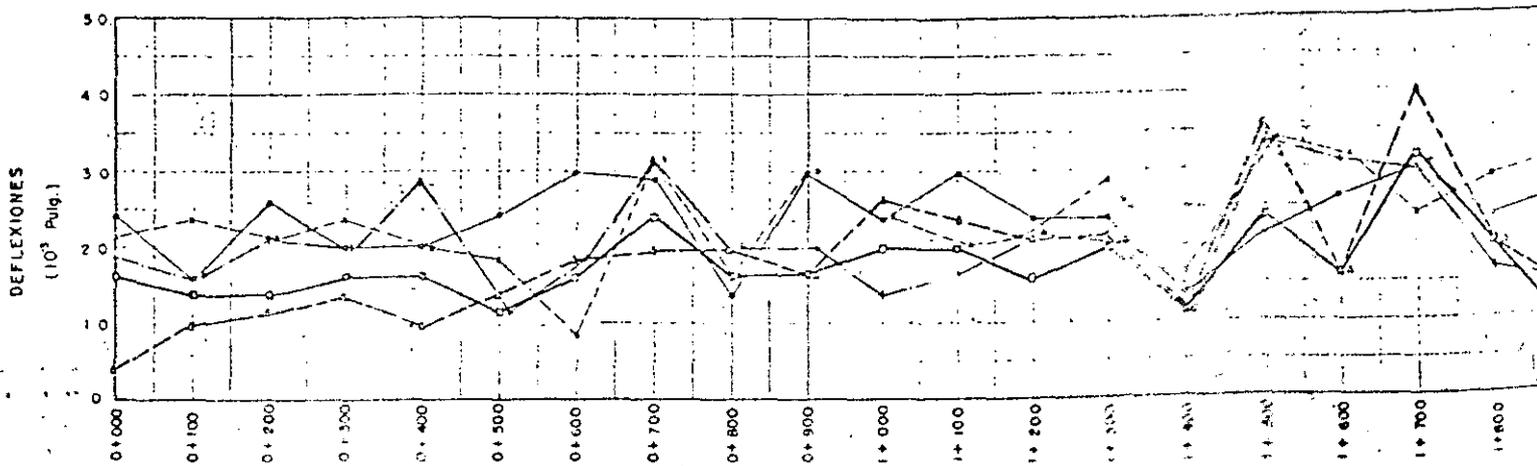
EL JEFE DE LA SECCION  
*[Signature]*  
Ing. Trinidad Delgado Briseño

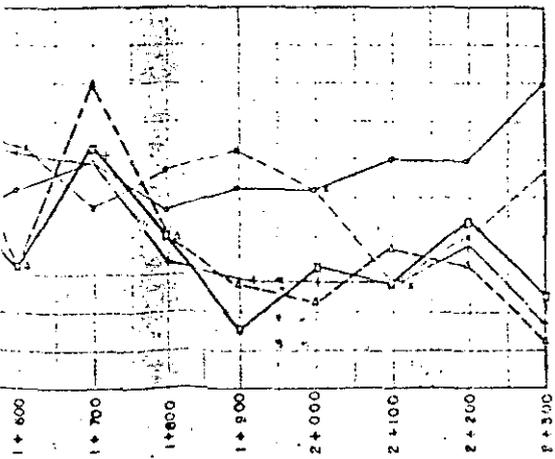
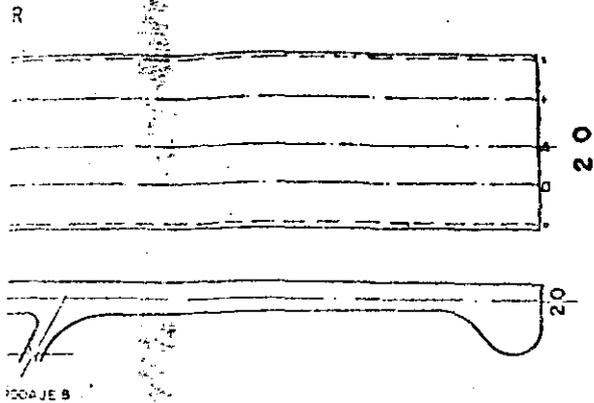
PCRVYDIAUO J ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ

EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR

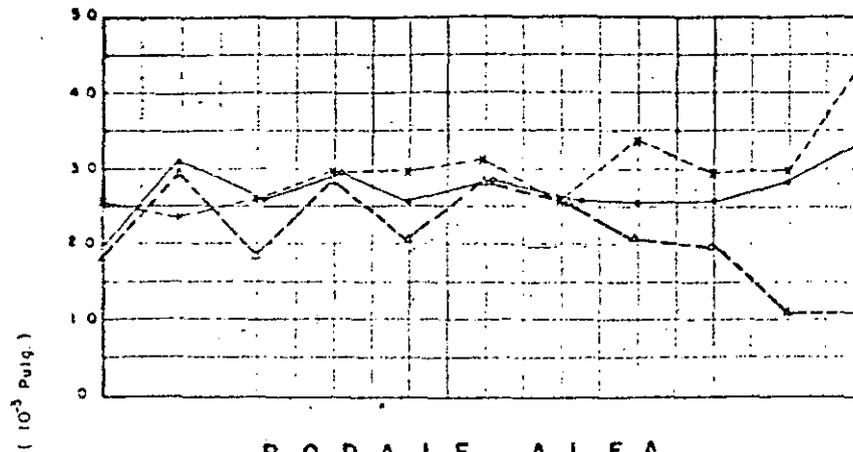


DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR

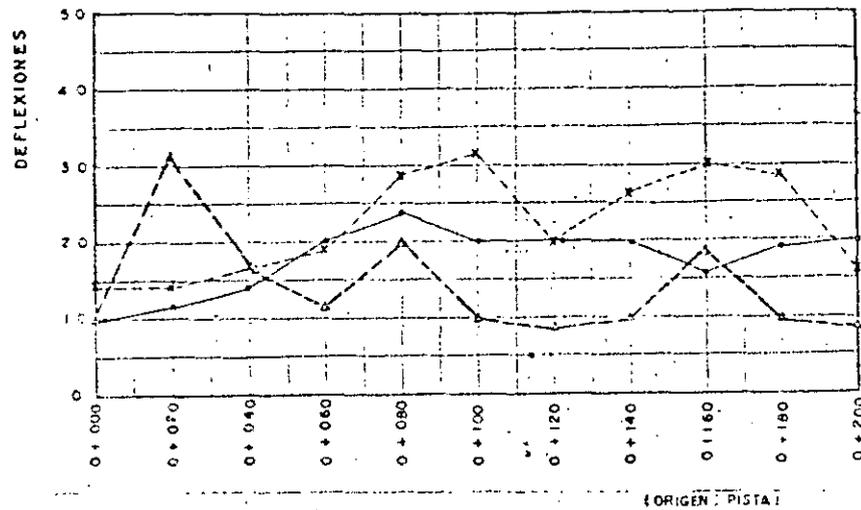




### RODAJE BRAVO

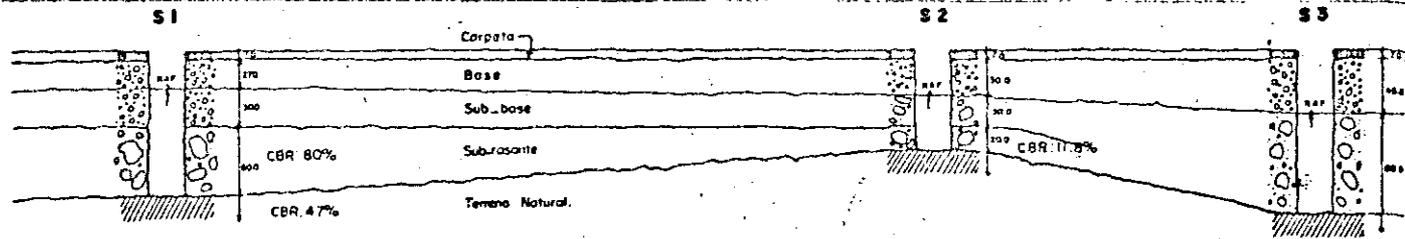


### RODAJE ALFA



10-B

# PERFIL ESTRATIGRAFICO



10-c

## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL

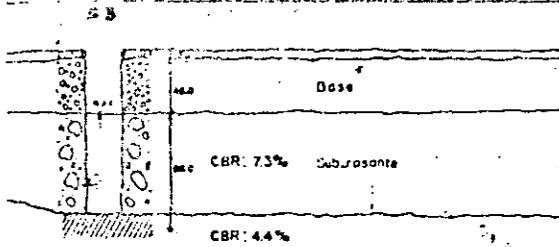
(Diciembre 1964)

|               | 0+000 | 0+100   | 0+340   | 0+500   | 0+660   | 0+820   | 0+980   | 1+140   | 1+300   | 1+460   | 1+620   | 1+780 |
|---------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 2 8 9         | 3 2 8 | 1 4 3   | 1 9 7   | 3 4 6   | 1 4 5   | 4 7 5   | 5 1 6   | 5 2 2   | 6 5 4   | 8 4 0   |         |       |
| 4 3 1         | 3 1 2 | 4 6 2   | 3 1 1   | 5 0 8   | 1 2 8   | 3 0 0   | 2 7 2   | 2 4 5   | 4 3 8   | 4 9 2   |         |       |
| 2 9 8         | 2 5 7 | 1 9 3   | 3 0 7   | 2 5 7   | 2 5 8   | 2 1 9   | 2 2 4   | 2 8 7   | 5 4 6   | 5 4 7   |         |       |
| 2 9 8         | 3 4 8 | 3 0 8   | 1 4 5   | 4 5 3   | 7 7 7   | 6 4 3   | 3 8 2   | 3 2 1   | 4 7 5   | 4 4 5   |         |       |
| 2 0 8         | 2 2 9 | 1 8 8   | 2 2 0   | 4 3 3   | 7 7 7   | 2 8 7   | 3 9 1   | 4 7 2   | 3 4 3   | 3 5 8   |         |       |
| 2 8 9         | 5 1 4 | 4 7 7   | 4 5 7   | 8 0 9   | 1 5 7   | 6 3 4   | 5 1 1   | 4 7 1   | 6 7 5   | 6 0 4   |         |       |
| 3 8 3         | 4 3 3 | 3 4 9   | 3 2 8   | 2 1 4   | 7 7 7   | 4 2 6   | 4 4 8   | 3 2 3   | 9 7 5   | 6 5 6   |         |       |
| 2 4 1         | 1 9 1 | 3 1 1   | 4 4 8   | 6 1 1   | 7 7 7   | 4 0 8   | 2 8 0   | 3 2 4   | 7 6 0   | 4 3 0   |         |       |
| 1 3 0         | 2 7 6 | 3 4 8   | 1 8 3   | 3 2 4   | 7 7 7   | 1 8 8   | 2 4 3   | 2 6 1   | 3 0 8   | 4 0 1   |         |       |
| 1 3 0         | 1 4 4 | 2 6 1   | 2 2 8   | 3 6 7   | 7 7 7   | 3 3 0   | 3 8 7   | 2 6 3   | 4 3 9   | 4 9 9   |         |       |
| Promedio L.P. | 2 8 7 | 3 2 5 7 | 3 5 5 8 | 3 4 0 7 | 4 1 4 0 | 3 1 6 7 | 3 8 0 8 | 3 8 5 6 | 3 5 1 8 | 3 1 7 9 | 3 4 8 4 |       |

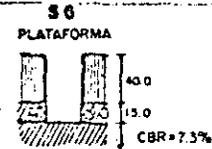
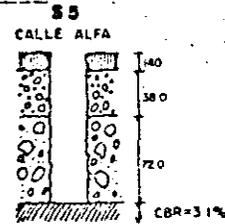
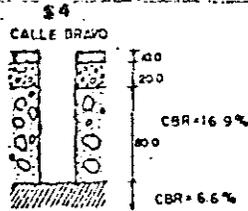
0 2

0 2  
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
 S I J A

ESCALA  
 Horizontal. 1 : 5000  
 Vertical. 1 : 500



NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

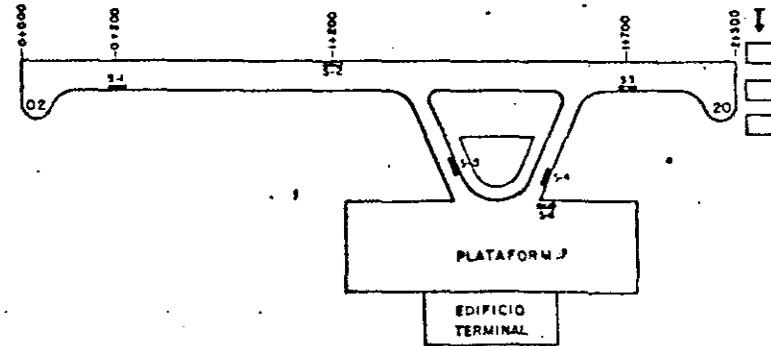


**SIMBOLOGIA** 10-D

- EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◊ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- ▨ CARRETA ASFALTICA
- ▧ SUB-RASANTE
- ◉ ARENA CON BOLEO
- ◌ SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- ◻ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- ◌ ARCILLA CON BOLEOS
- ↓ ESPESOR INDEFINIDO
- VALORES DE INDICE DE PERFIL
- ◻ MAYORES DE 60
- ◻ ENTRE 40 Y 60
- ◻ MENORES DE 40

|    |       |       |       |       |       |       |        |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|    | 11620 | 11700 | 11840 | 11900 | 11940 | 12000 | 121300 |
| 4  | 64.0  | 88.7  | 34.0  | 81.5  |       |       |        |
| 5  | 60.2  | 31.2  | 80.8  | 82.8  |       |       |        |
| 6  | 34.3  | 38.3  | 31.3  | 74.8  |       |       |        |
| 8  | 44.3  | 52.3  | 21.4  | 73.2  |       |       |        |
| 7  | 39.8  | 38.8  | 79.8  | 84.1  |       |       |        |
| 7  | 80.1  | 71.2  | 47.8  | 63.0  |       |       |        |
| 3  | 84.8  | 71.3  | 64.1  | 83.8  |       |       |        |
| 0  | 49.0  | 41.2  | 44.2  | 30.8  |       |       |        |
| 6  | 40.1  | 81.2  | 34.2  | 74.1  |       |       |        |
| 5  | 49.8  | 61.7  | 31.4  | 43.3  |       |       |        |
| 23 | 54.64 | 58.78 | 33.80 | 88.63 |       |       |        |

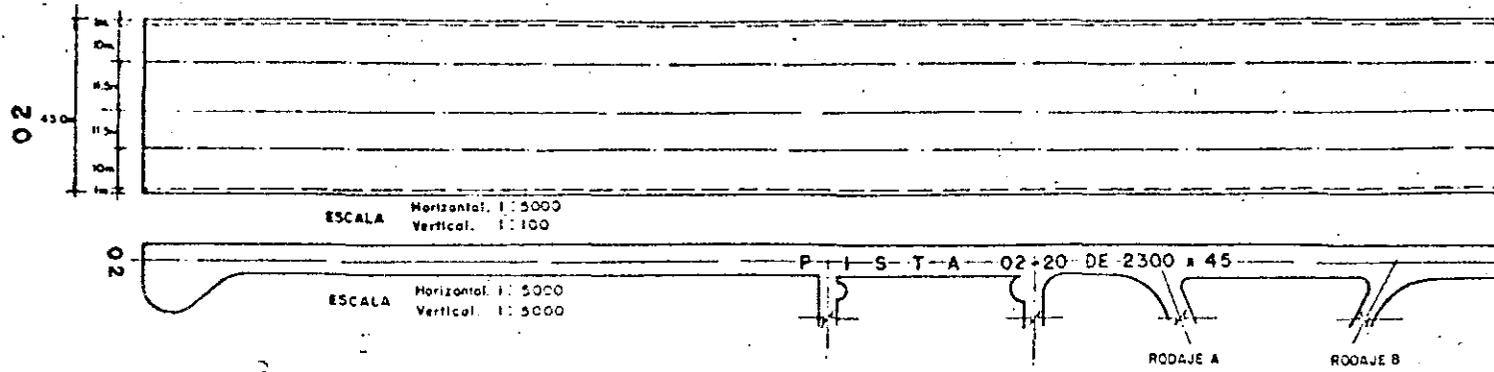
**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



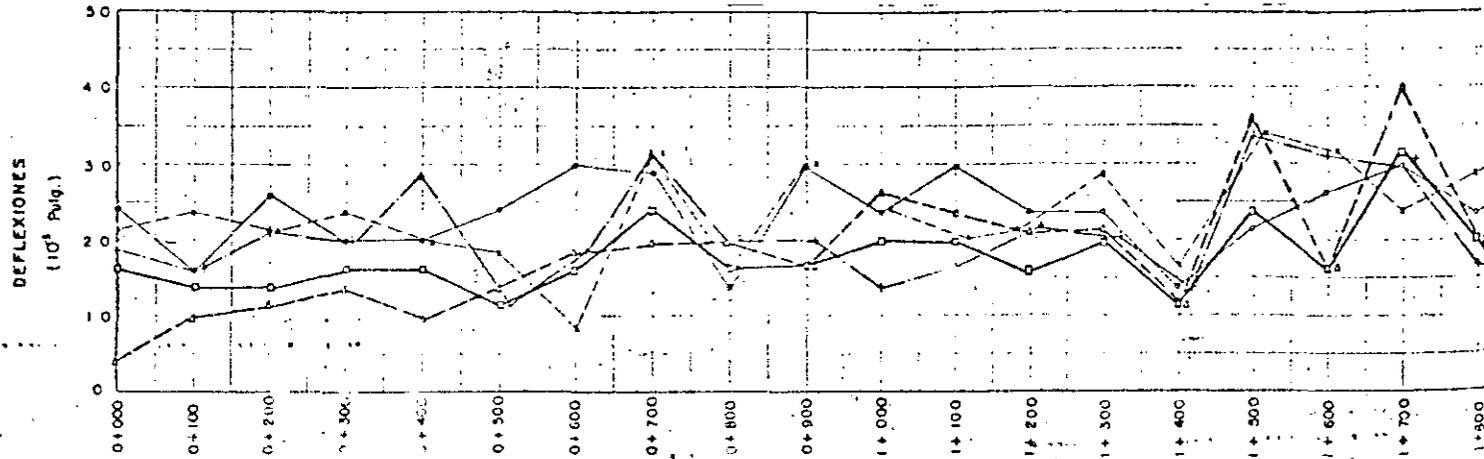
|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>SCT</b>   | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS |  |
|  | <b>AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.<br/>EVALUACION DE PAVIMENTOS<br/>(Trabajos de Campo)</b>                                 |  |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Manuel Cerra Gidez       |  | EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez |
| EL JEFE DE LA SECCION<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Trinidad Delgado Briseño |  | MEXICO, D.F. Febrero 1984  |
| FORMOYDINAMICO, J. ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ                                      |  | Plano No.  |

11-A

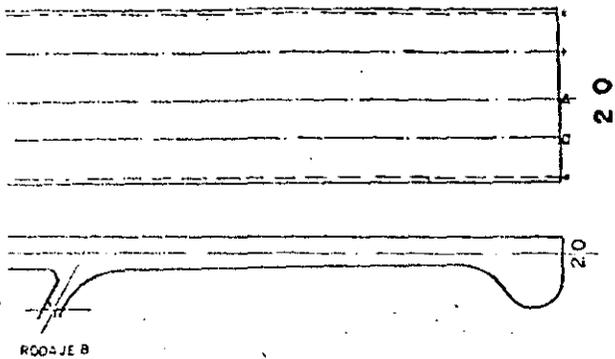
EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



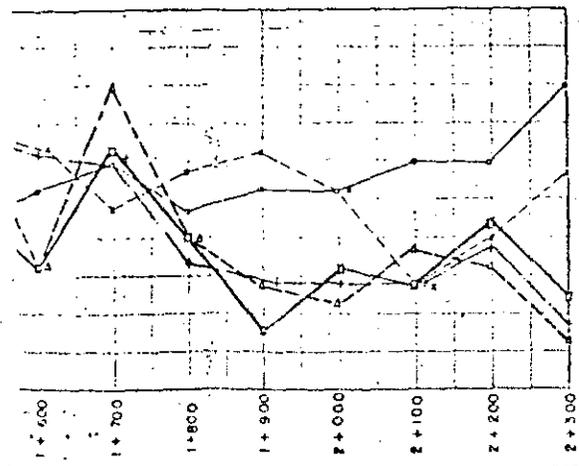
DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



VAR

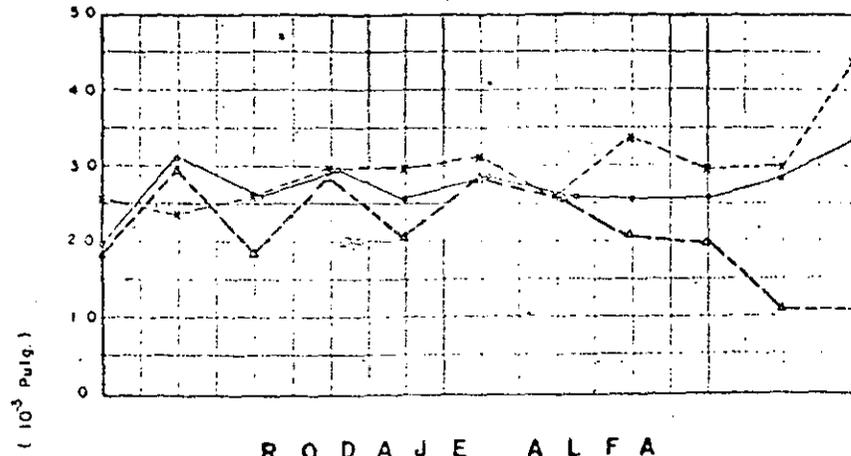


IR

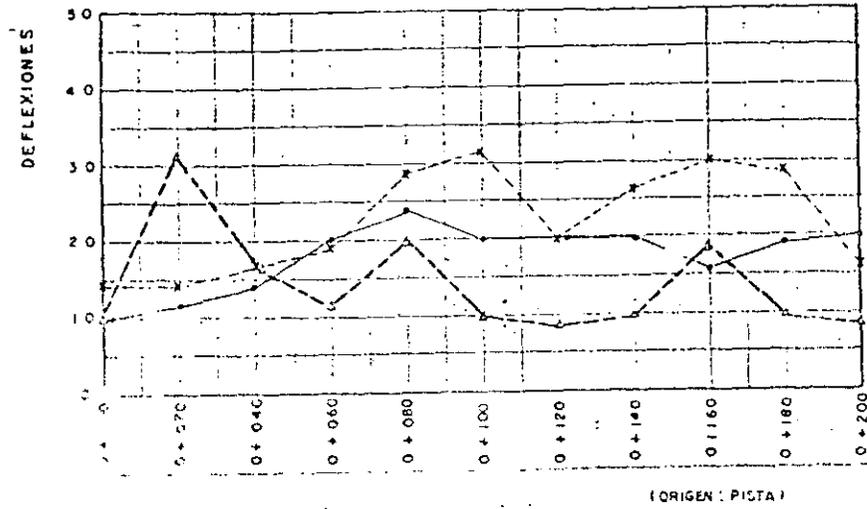


RODAJE BRAVO

11-B

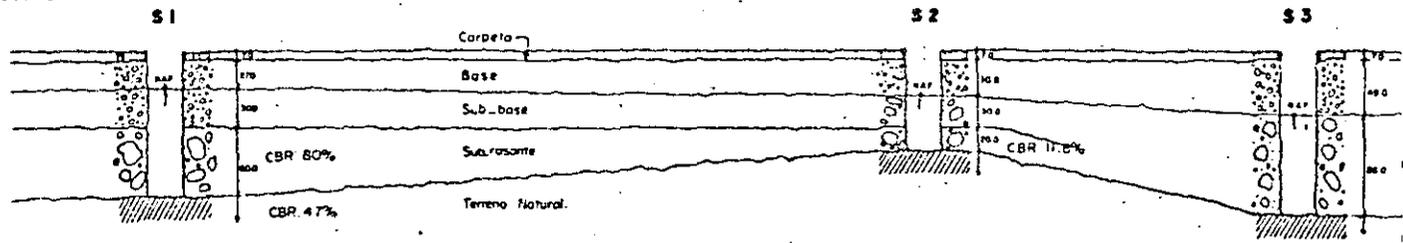


RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA)

# PERFIL ESTRATIGRAFICO



## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1964)

|      | 0+100 | 0+180 | 0+340 | 0+500 | 0+660 | 0+820 | 0+980 | 1+140 | 1+300 | 1+460 | 1+620 | 1+780 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 28.9 | 32.6  | 14.3  | 19.7  | 14.6  | 40.5  | 47.5  | 51.8  | 32.2  | 45.4  | 44.0  | 46.0  | 46    |
| 42.1 | 21.2  | 48.4  | 31.1  | 40.8  | 10.9  | 30.0  | 27.2  | 14.9  | 42.9  | 30.2  | 30.2  | 1.7   |
| 26.9 | 25.7  | 19.3  | 30.2  | 32.7  | 12.9  | 21.3  | 22.4  | 28.7  | 34.8  | 24.3  | 24.3  | 9.9   |
| 39.4 | 34.8  | 30.9  | 25.0  | 44.3  | 12.5  | 44.5  | 18.2  | 33.2  | 14.2  | 42.2  | 42.2  | 5.7   |
| 22.8 | 22.4  | 18.5  | 22.0  | 43.5  | 23.4  | 28.5  | 29.1  | 42.2  | 24.3  | 32.3  | 32.3  | 7.7   |
| 26.9 | 25.4  | 47.7  | 49.7  | 40.9  | 24.9  | 22.4  | 31.1  | 47.7  | 67.2  | 67.2  | 67.2  | 4.7   |
| 34.3 | 43.3  | 34.9  | 32.8  | 23.4  | 24.2  | 12.6  | 44.4  | 32.3  | 32.3  | 32.3  | 32.3  | 7.7   |
| 21.3 | 19.1  | 51.1  | 48.8  | 41.1  | 40.0  | 40.0  | 29.0  | 32.4  | 76.0  | 43.0  | 43.0  | 4.4   |
| 24.1 | 27.4  | 34.4  | 18.3  | 31.4  | 11.9  | 18.9  | 24.3  | 24.3  | 30.8  | 40.7  | 40.7  | 6.6   |
| 13.0 | 14.9  | 25.1  | 23.4  | 24.7  | 31.7  | 31.0  | 34.1  | 24.3  | 43.2  | 43.2  | 43.2  | 8.6   |
|      | 287   | 32.97 | 39.39 | 34.07 | 41.40 | 32.67 | 38.03 | 36.38 | 33.19 | 51.79 | 54.84 | 51    |

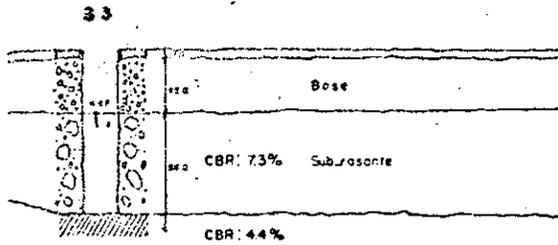
Horizontal. 1 : 5000  
ESCALA Vertical. 1 : 500

11-c

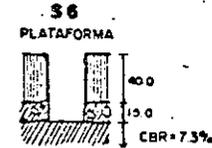
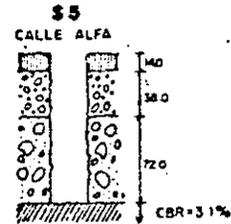
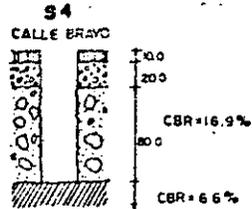
02

10987532  
 25998977  
 S J S E

Proyecto L.P.



NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

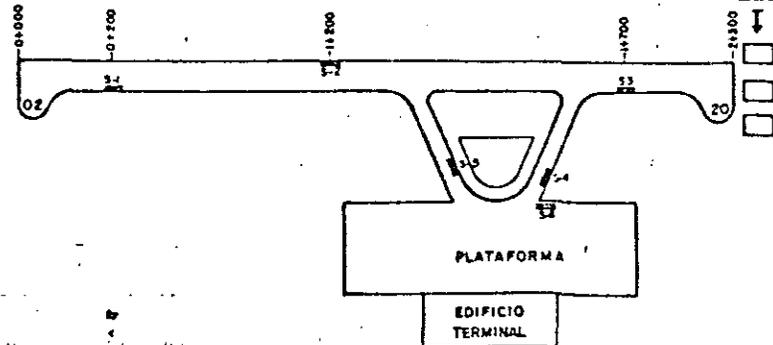


**SIMBOLOGIA**

- EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◄ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- ✕ EJE IZQUIERDO
- ▨ CARPETA ASFALTICA
- ◻ SUB-RASANTE
- ◻ ARENA CON BOLEO
- ◻ SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- ◻ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- ◻ ARCILLA CON BOLEOS
- ↓ ESPESOR INDEFINIDO
- VALORES DE INDICE DE PERFIL MAYORES DE 60
- ◻ ENTRE 40 Y 60
- ◻ MENORES DE 40

|   |       |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 11620 | 12771 | 13641 | 14400 | 15260 | 16300 |
| 4 | 84.0  | 88.7  | 54.0  | 81.3  |       |       |
| 6 | 80.2  | 71.2  | 60.8  | 63.8  |       |       |
| 8 | 54.3  | 58.3  | 51.3  | 74.9  |       |       |
| 6 | 44.3  | 32.3  | 31.4  | 75.2  |       |       |
| 3 | 33.8  | 38.6  | 78.8  | 84.1  |       |       |
| 3 | 60.1  | 71.2  | 47.9  | 65.0  |       |       |
| 3 | 64.3  | 73.3  | 84.1  | 89.8  |       |       |
| 2 | 49.0  | 41.2  | 44.2  | 50.8  |       |       |
| 6 | 40.1  | 61.2  | 34.2  | 74.1  |       |       |
| 3 | 49.4  | 61.9  | 31.4  | 43.3  |       |       |
|   | 54.84 | 38.78 | 33.60 | 68.83 |       |       |

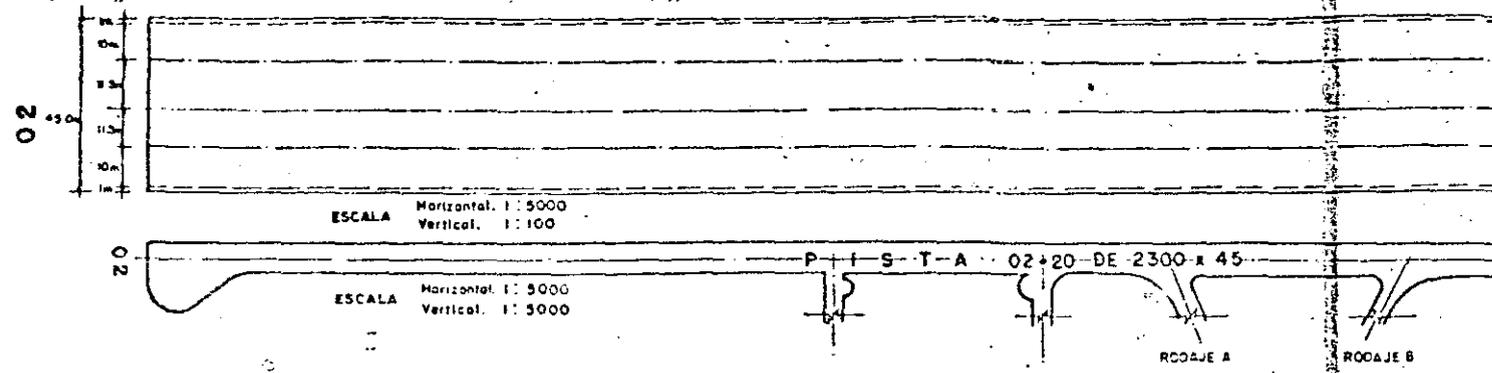
**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



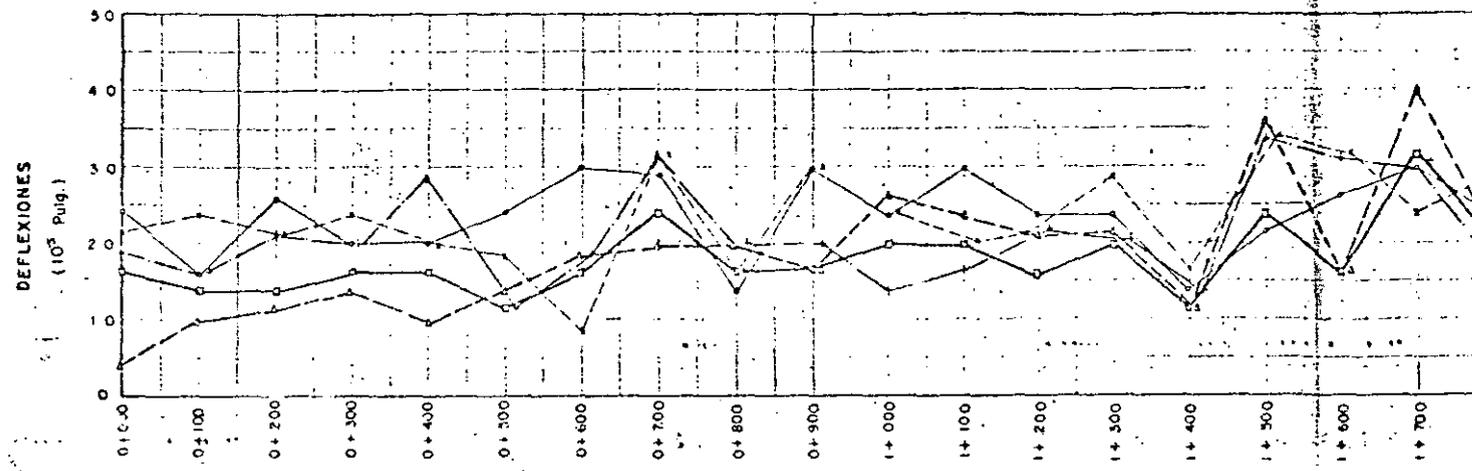
|  |  |                         |
|--|--|-------------------------|
| <b>SCT</b>   | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS |                         |
|  | <b>AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.<br/>EVALUACION DE PAVIMENTOS</b><br>(Trabajos de Campo)                                  |                         |
|  | EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br><br>Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez   |                         |
| ELABORACION  |  | México, DF Febrero 1984 |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><br>Ing. Manuel Cerro Diaz        |  | Página No               |
| EL JEFE DE LA SECCION<br><br>Ing. Trinidad Delgado Briseño |  |                         |
| FRANCISCO J. ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ                          |  |                         |

12-A

EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR

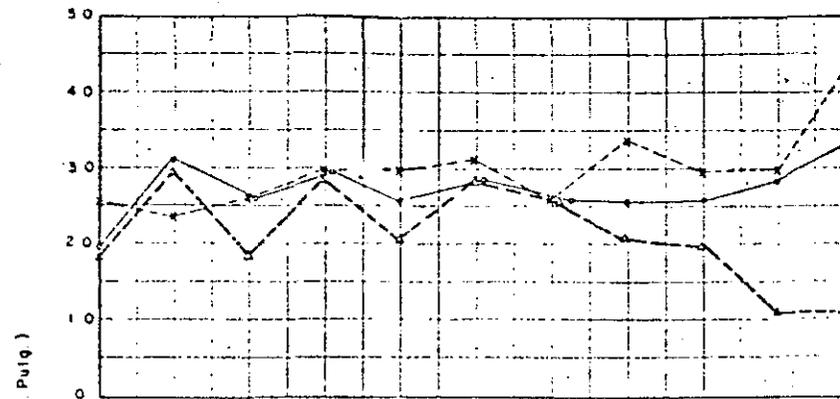


DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR

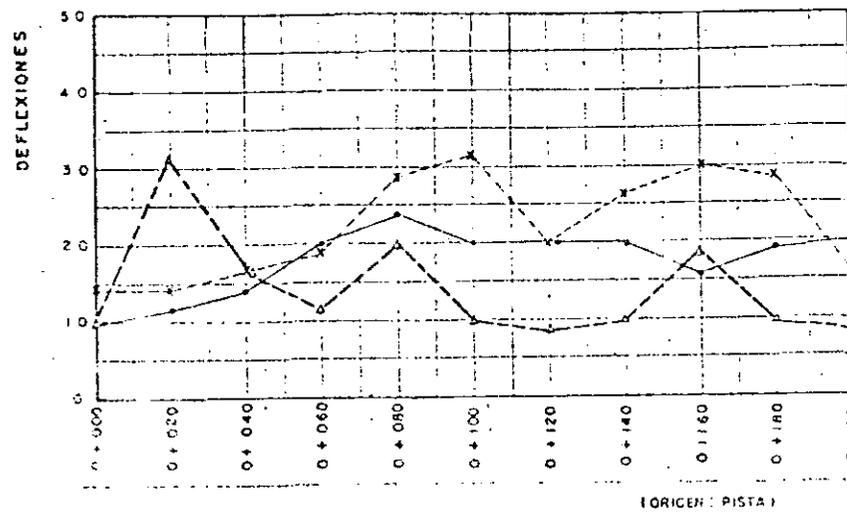


12-5

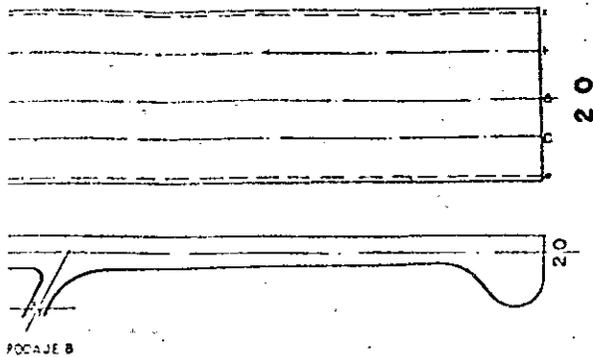
### RODAJE BRAVO



### RODAJE ALFA

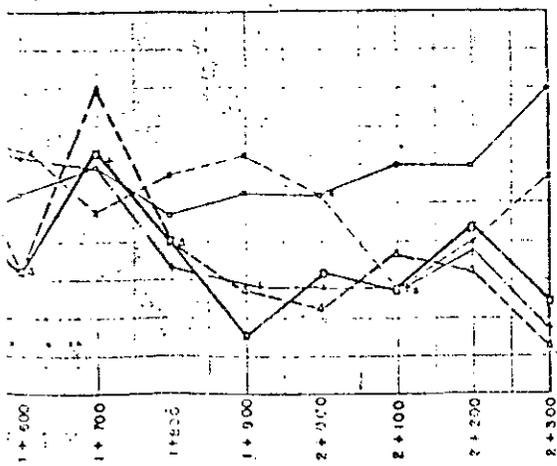


R

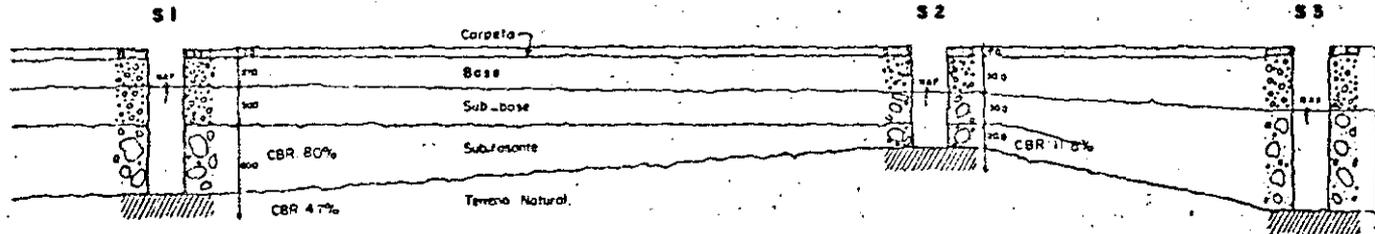


POCAJE B

R



# PERFIL ESTRATIGRAFICO



## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1984)

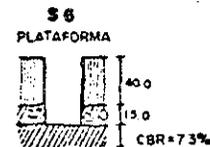
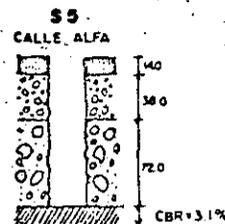
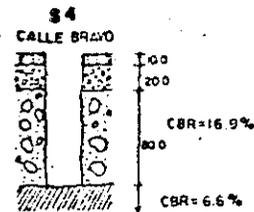
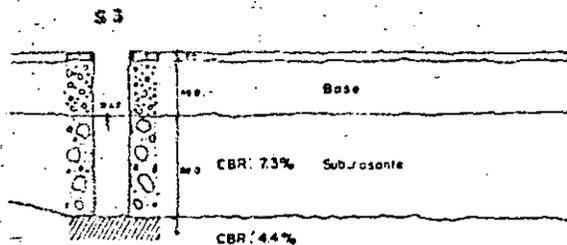
|               | 0+100 | 0+180 | 0+340 | 0+500 | 0+660 | 0+820 | 0+980 | 1+140 | 1+300 | 1+460 | 1+620 | 1+780 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 28.9          | 32.8  | 14.3  | 19.7  | 34.8  | 40.5  | 47.5  | 51.8  | 52.2  | 63.4  | 64.0  |       |       |
| 28.3          | 23.2  | 48.9  | 31.1  | 43.9  | 30.8  | 30.9  | 27.2  | 24.5  | 53.8  | 40.7  |       |       |
| 28.9          | 23.7  | 19.5  | 32.2  | 32.7  | 32.8  | 21.9  | 22.4  | 28.7  | 54.8  | 34.3  |       |       |
| 39.8          | 34.8  | 30.9  | 26.5  | 44.9  | 44.9  | 44.9  | 38.2  | 33.1  | 47.8  | 44.1  |       |       |
| 20.8          | 22.8  | 18.8  | 22.0  | 43.5  | 23.4  | 28.1  | 29.1  | 47.2  | 38.5  | 58.8  |       |       |
| 28.9          | 31.4  | 47.7  | 43.7  | 40.9  | 44.2  | 41.3  | 31.1  | 47.1  | 47.2  | 40.1  |       |       |
| 38.3          | 43.3  | 34.9  | 32.8  | 23.4  | 26.2  | 32.4  | 44.6  | 32.3  | 32.5  | 44.8  |       |       |
| 21.3          | 1.9   | 31.1  | 48.8  | 81.1  | 40.0  | 43.1  | 29.0  | 32.4  | 27.8  | 49.0  |       |       |
| 24.1          | 27.8  | 34.8  | 18.3  | 32.4  | 11.5  | 18.7  | 24.3  | 26.1  | 30.8  | 40.1  |       |       |
| 17.0          | 14.9  | 26.1  | 23.8  | 38.7  | 31.1  | 35.0  | 36.1  | 28.3  | 43.9  | 44.8  |       |       |
| Promedio I.P. | 28.7  | 32.97 | 35.39 | 34.07 | 41.40 | 32.87 | 38.08 | 38.36 | 35.19 | 31.75 | 34.84 |       |

ESCALA Horizontal. 1 : 5000  
Vertical. 1 : 500

12-0

02

SE 1 E  
1038761321  
1234591880



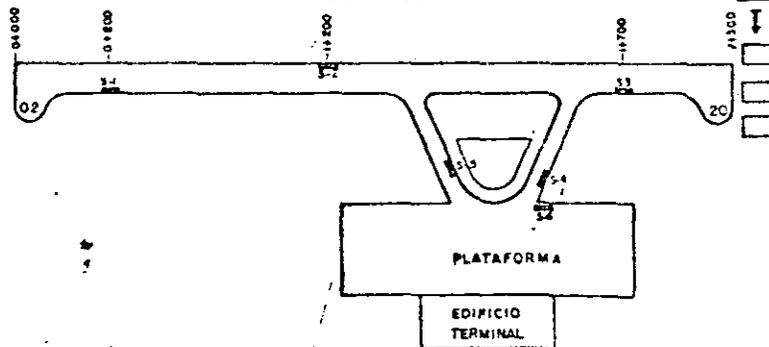
NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

- ### SIMBOLOGIA
- EJE DERECHO
  - ◻ EJE CENTRAL DERECHO
  - ▲ EJE CENTRAL
  - ◊ EJE CENTRAL IZQUIERDO
  - × EJE IZQUIERDO
- CARPETA ASFALTICA
  - SUB-RASANTE
  - ARENA CON BOLEO
  - SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
  - TERRENO NATURAL (ARCILLA)
  - ARCILLA CON BOLEOS
- ↓ ESPESOR INDEFINIDO  
VALORES DE INDICE DE PERFIL
- MAYORES DE 60
  - ENTRE 40 Y 60
  - MENORES DE 40

12 D

|    |       |       |       |       |       |       |     |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
|    | 11570 | 11780 | 11940 | 12100 | 12260 | 12300 |     |
| 4  | 8.40  | 8.87  | 9.40  | 8.13  |       |       | 200 |
| 5  | 8.07  | 8.12  | 8.09  | 8.09  |       |       | 100 |
| 6  | 5.43  | 9.83  | 7.15  | 7.49  |       |       | 70  |
| 7  | 4.43  | 7.23  | 3.48  | 7.37  |       |       | 50  |
| 8  | 9.99  | 9.88  | 7.68  | 8.41  |       |       | 30  |
| 9  | 8.37  | 7.13  | 4.78  | 6.50  |       |       | 20  |
| 1  | 6.48  | 7.13  | 8.47  | 4.78  |       |       | 10  |
| 2  | 4.90  | 4.12  | 4.47  | 3.58  |       |       | 5   |
| 3  | 4.07  | 6.12  | 5.42  | 7.41  |       |       | 2.5 |
| 4  | 4.98  | 6.17  | 3.14  | 4.33  |       |       | 2.0 |
| TS | 54.64 | 99.79 | 93.60 | 88.63 |       |       |     |

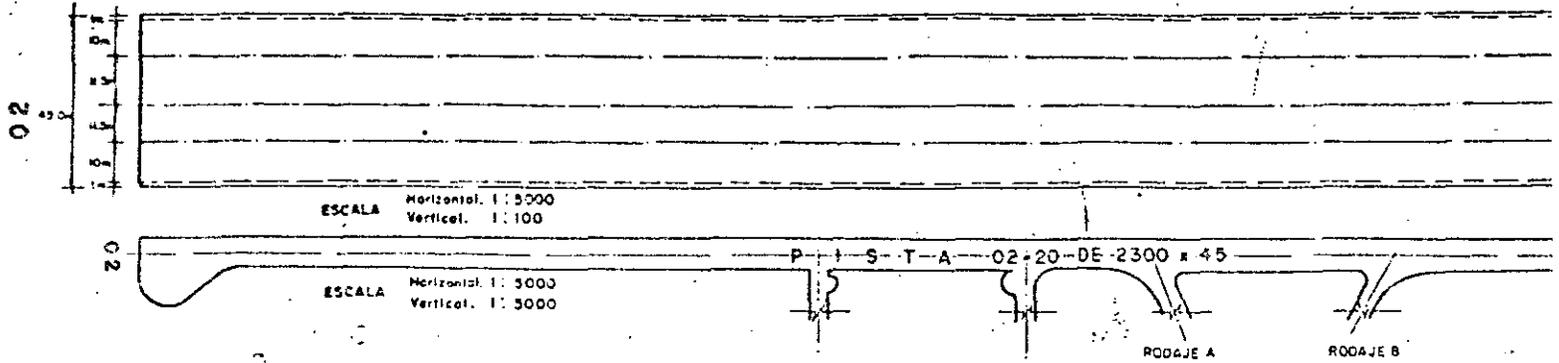
### CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS



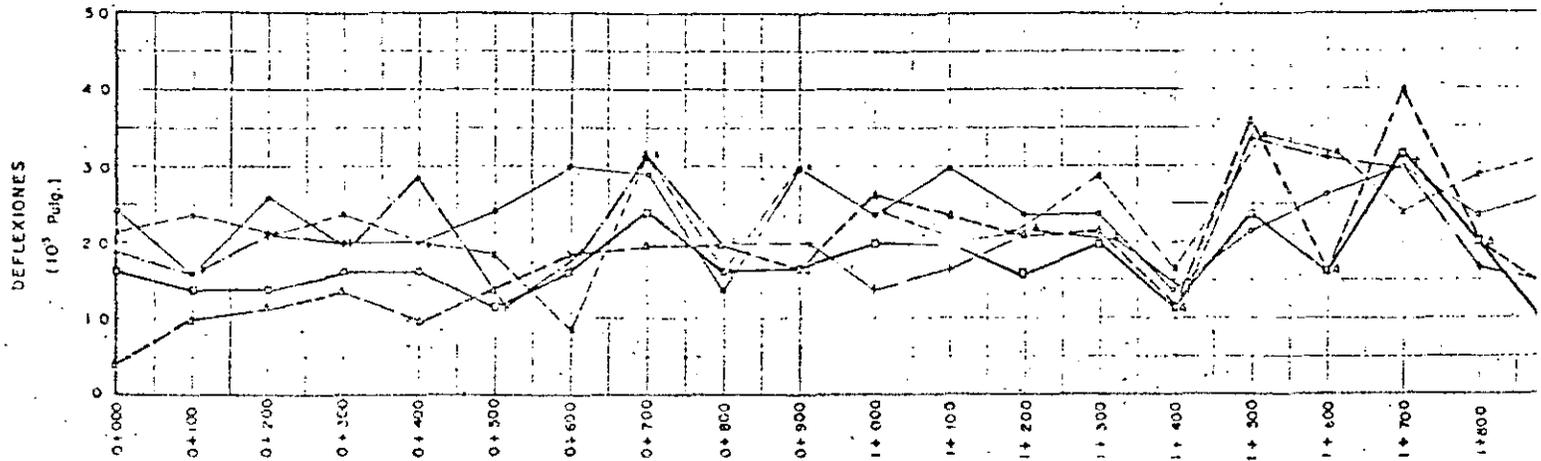
|  |  |
|--|--|
| <b>SCT</b>   | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS |
|  | <b>AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.<br/>EVALUACION DE PAVIMENTOS</b><br>(Trabajos de Campo)                                  |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><br>Ing. Manuel Cerro Diaz        | EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br><br>Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez   |
| EL JEFE DE LA SECCION<br><br>Ing. Trinidad Delgado Brizola | México, D.F. Febrero 1934   Plano No.  |
| POR FAVOR DIRIJASE AL Sr. ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ             |  |

12-A

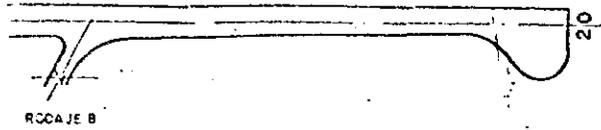
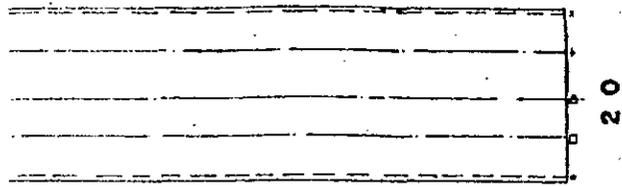
EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



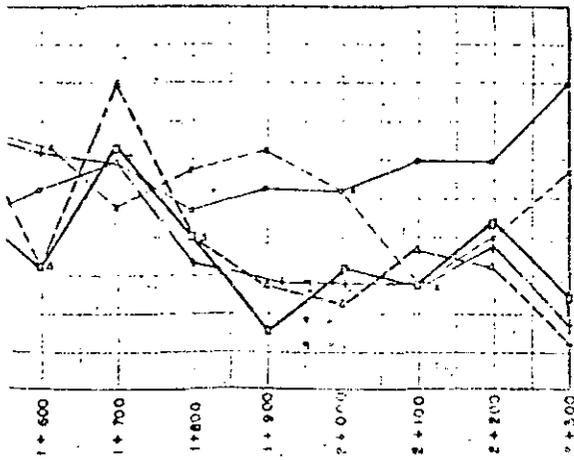
DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



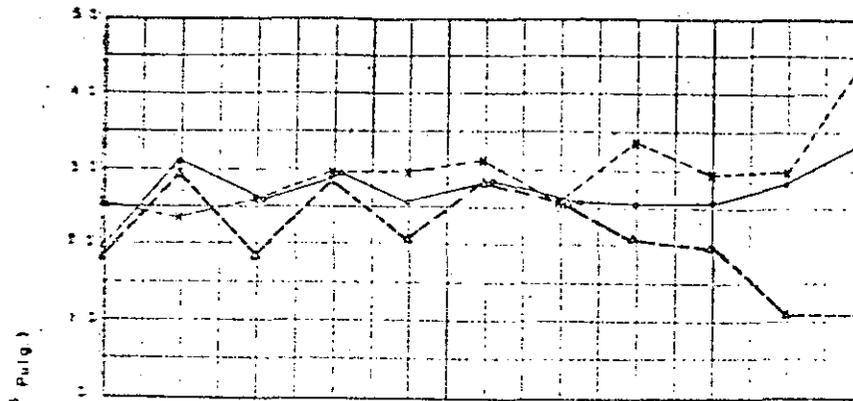
BAR



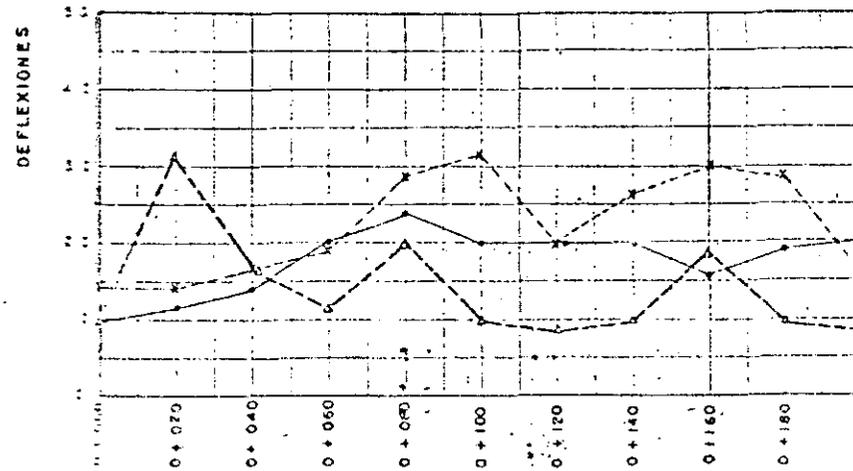
BAR



### RODAJE BRAVO



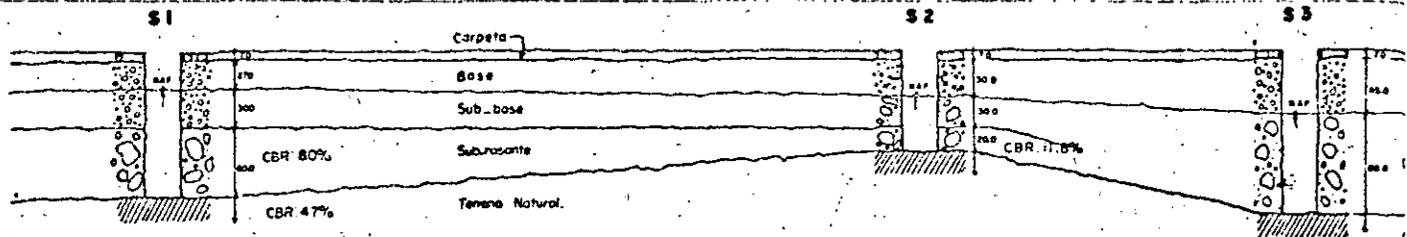
### RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA)

13-B

# PERFIL ESTRATIGRAFICO



## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1984)

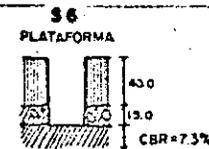
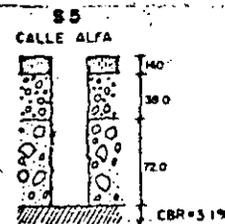
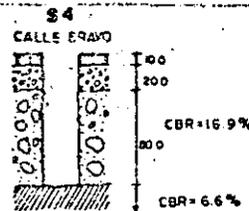
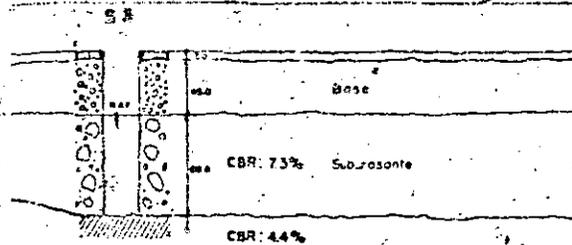
|          | 0+000 | 0+100 | 0+340 | 0+500 | 0+660 | 0+820 | 0+980 | 1+140 | 1+300 | 1+460 | 1+620 | 1+780 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2        | 28.9  | 32.8  | 14.3  | 19.7  | 34.6  | 40.5  | 47.5  | 51.8  | 32.2  | 43.4  | 64.0  | 6     |
| 4        | 33.1  | 31.8  | 48.2  | 31.1  | 40.9  | 30.8  | 30.0  | 27.3  | 24.5  | 42.8  | 40.2  | 3     |
| 5        | 39.3  | 45.7  | 15.3  | 30.2  | 35.7  | 32.8  | 21.9  | 22.4  | 28.7  | 54.8  | 35.1  | 3     |
| 6        | 30.8  | 34.8  | 30.3  | 14.3  | 44.8  | 32.5  | 44.1  | 18.2  | 15.1  | 47.8  | 44.1  | 3     |
| 7        | 20.8  | 27.9  | 14.8  | 22.0  | 43.3  | 23.4  | 28.1  | 19.1  | 47.2  | 34.3  | 38.8  | 1     |
| 8        | 24.3  | 31.4  | 47.7  | 49.7  | 40.9  | 44.9  | 45.4  | 21.1  | 47.1  | 47.2  | 40.1  | 1     |
| 9        | 38.3  | 43.3  | 34.3  | 32.8  | 23.4  | 24.2  | 32.8  | 44.8  | 32.3  | 32.1  | 44.8  | 7     |
| 10       | 21.3  | 19.1  | 31.1  | 48.8  | 41.1  | 40.0  | 40.5  | 28.0  | 32.4  | 78.0  | 49.0  | 4     |
| 11       | 24.1  | 27.6  | 34.6  | 18.3  | 32.4  | 11.5  | 18.9  | 24.3  | 26.1  | 30.6  | 40.1  | 6     |
| 12       | 13.0  | 14.2  | 38.1  | 35.8  | 36.7  | 31.1  | 35.0  | 36.1  | 28.3  | 45.9  | 45.8  | 6     |
| Promedio | 38.7  | 32.97 | 35.38 | 34.07 | 41.40 | 32.87 | 38.08 | 38.34 | 35.18 | 51.73 | 54.84 | 3     |

ESCALA Horizontal: 1 : 5000  
Vertical: 1 : 500

13-c

02

131597880



NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

**SIMBOLOGIA**

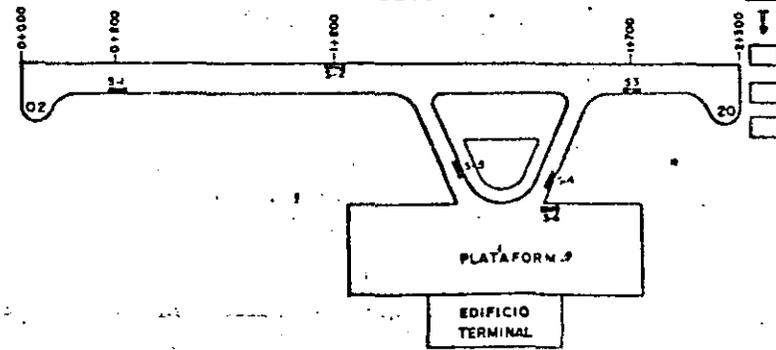
- EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◻ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- ▨ CARPETA ASFALTICA
- ▨ SUB-RASANTE
- ▨ ARENA CON BOLEO
- ▨ SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- ▨ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- ▨ ARCILLA CON BOLEOS
- ↓ ESPESOR INDEFINIDO
- VALORES DE INDICE DE PERFIL MAYORES DE 60
- ◻ ENTRE 40 Y 60
- ◻ MENORES DE 40

13-0

|    |       |       |       |       |       |       |      |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|    | 11620 | 11700 | 11840 | 24100 | 24280 | 24300 |      |
| 4  | 64.0  | 68.7  | 54.0  | 61.5  |       |       | 2.00 |
| 8  | 62.2  | 51.2  | 60.8  | 63.8  |       |       | 2.50 |
| 9  | 54.3  | 59.9  | 51.3  | 74.9  |       |       | 2.50 |
| 8  | 44.3  | 57.2  | 51.4  | 73.2  |       |       | 2.50 |
| 1  | 59.8  | 58.6  | 78.8  | 64.1  |       |       | 2.50 |
| 2  | 60.1  | 71.2  | 77.6  | 63.0  |       |       | 2.50 |
| 3  | 64.8  | 73.3  | 64.1  | 69.8  |       |       | 2.50 |
| 0  | 49.0  | 41.2  | 44.2  | 50.8  |       |       | 2.50 |
| 8  | 40.1  | 61.2  | 54.2  | 74.1  |       |       | 2.50 |
| 9  | 49.8  | 61.7  | 11.4  | 43.3  |       |       | 2.50 |
| 76 | 5444  | 5878  | 5360  | 4883  |       |       |      |

2.0

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



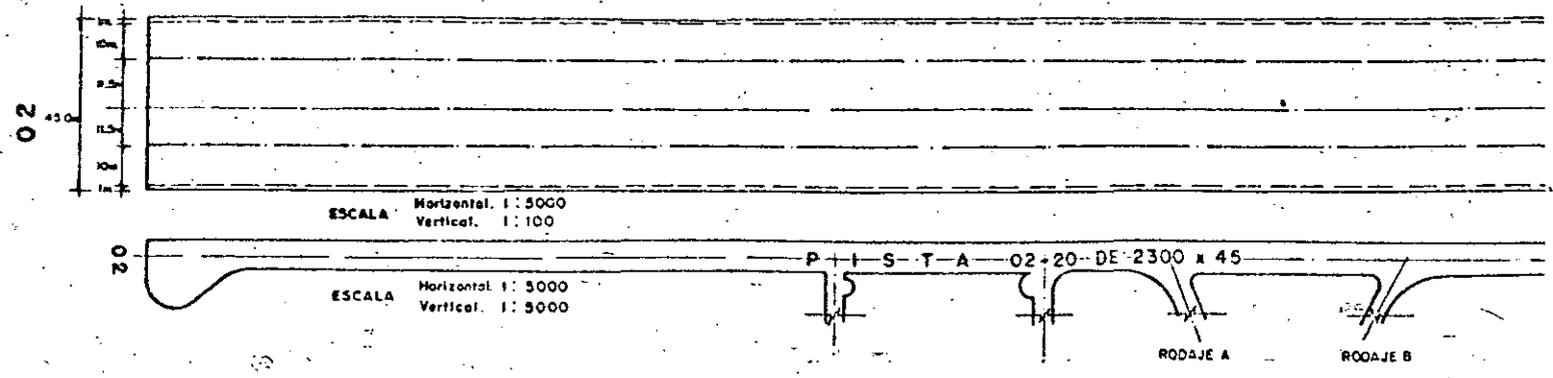
**SCT** DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES  
OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS

**ELABORACION**  
EL JEFE DE LA OFICINA  
*[Signature]*  
Ing. Manuel Cerro Ortiz  
EL JEFE DE LA SECCION  
*[Signature]*  
Ing. Trinidad Delgado Briseño

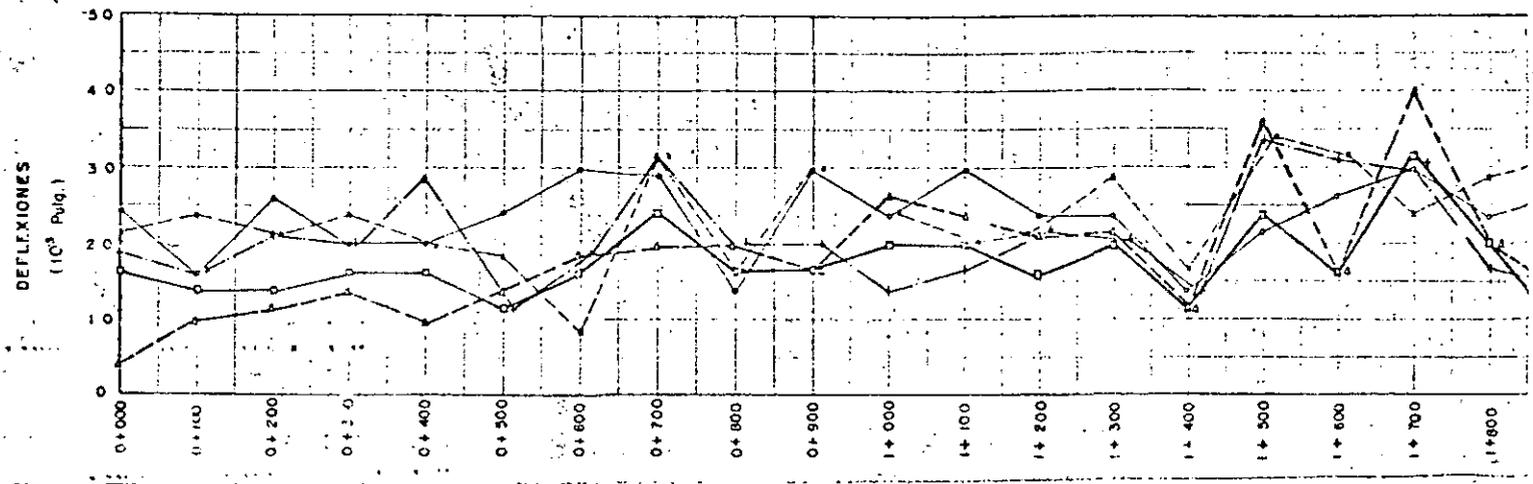
**AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.**  
**EVALUACION DE PAVIMENTOS**  
(Trabajos de Campo)  
EL JEFE DEL DEPARTAMENTO  
*[Signature]*  
Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez

### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR

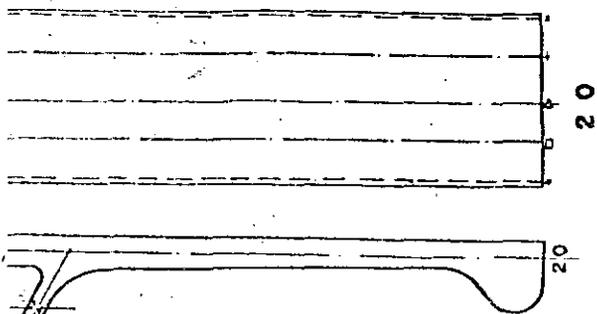
14-A



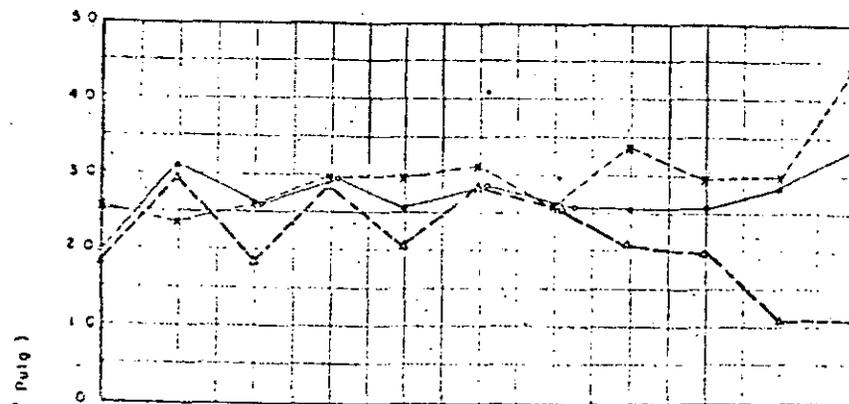
### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



IR

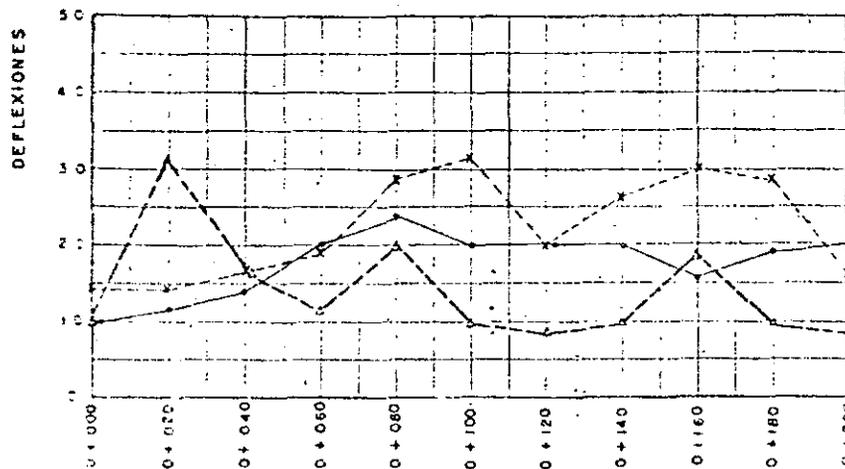


### RODAJE BRAVO

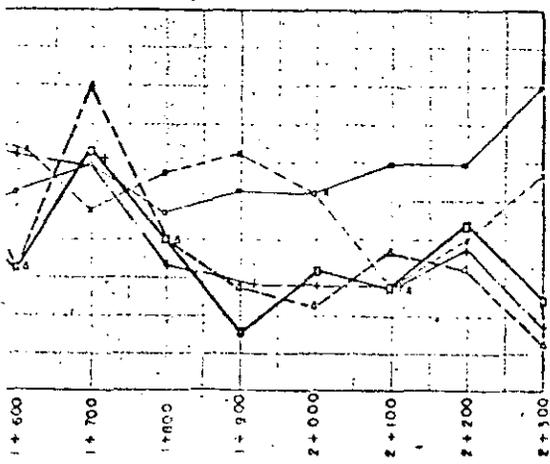


14-B

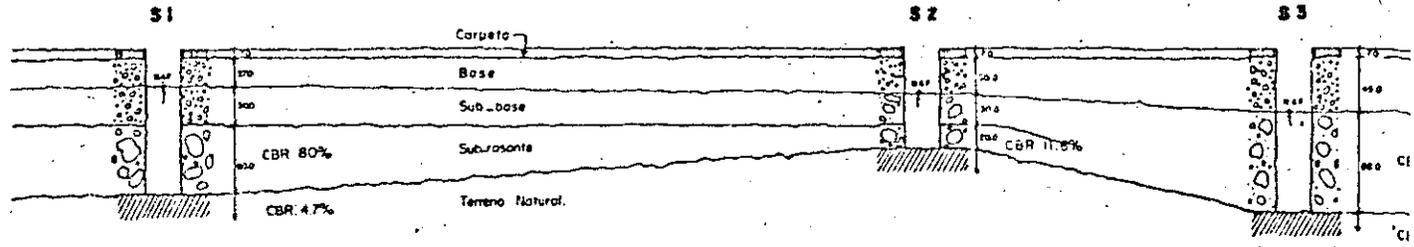
### RODAJE ALFA



LABORATORIO DE INVESTIGACIONES



PERFIL ESTRATIGRAFICO



ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL  
(Diciembre 1984)

| 0+000 | 0+100 | 0+340 | 0+500 | 0+660 | 0+820 | 0+980 | 1+140 | 1+300 | 1+460 | 1+620 | 1+780 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 28.9  | 32.8  | 14.3  | 19.2  | 34.6  | 40.3  | 47.5  | 51.6  | 52.2  | 85.4  | 64.0  | 6.4   |
| 43.1  | 21.2  | 48.2  | 31.1  | 40.8  | 30.8  | 30.0  | 27.2  | 24.5  | 43.8  | 60.2  | 3.1   |
| 0.89  | 23.7  | 19.3  | 30.2  | 33.7  | 22.8  | 21.9  | 22.4  | 28.7  | 34.6  | 34.3  | 5.9   |
| 3.95  | 34.8  | 20.9  | 14.3  | 44.9  | 23.5  | 64.3  | 36.2  | 33.1  | 67.3  | 44.1  | 5.1   |
| 20.8  | 22.3  | 18.8  | 22.0  | 43.5  | 23.4  | 28.5  | 29.1  | 47.2  | 34.3  | 39.8  | 5.8   |
| 3.89  | 23.4  | 47.7  | 49.7  | 0.9   | 48.9  | 62.4  | 21.1  | 47.1  | 87.2  | 60.1  | 7.1   |
| 24.3  | 43.3  | 34.9  | 32.8  | 23.4  | 28.2  | 32.4  | 44.6  | 32.3  | 32.3  | 64.5  | 7.3   |
| 24.1  | 2.7   | 31.7  | 46.8  | 6.1   | 40.0  | 40.5  | 23.3  | 32.4  | 78.0  | 49.0  | 4.4   |
| 13.0  | 14.6  | 34.6  | 18.3  | 32.4  | 11.5  | 18.9  | 24.3  | 28.1  | 30.8  | 40.1  | 6.1   |
| 13.0  | 14.9  | 28.1  | 33.6  | 38.7  | 31.1  | 33.0  | 38.1  | 28.3  | 41.9  | 49.8  | 8.1   |
| 28.7  | 32.97 | 39.39 | 34.07 | 41.40 | 32.47 | 38.08 | 38.36 | 33.19 | 51.73 | 34.84 | 3.9   |

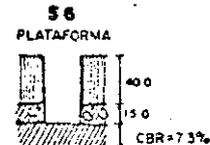
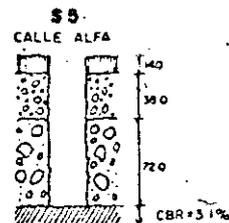
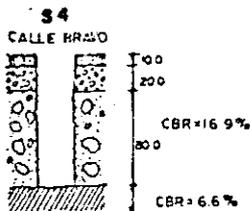
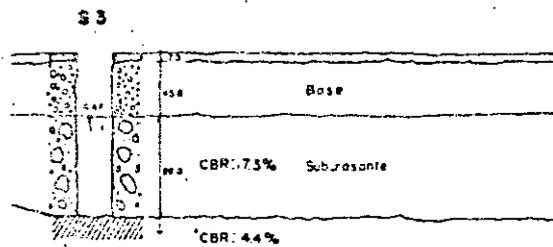
ESCALA Horizontal: 1 : 5000  
Vertical: 1 : 500

140

02

SE 2

Promoc. L.R.

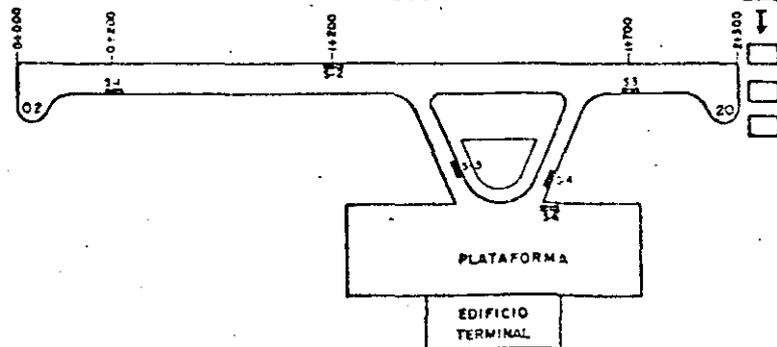


NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

- SIMBOLOGIA**
- EJE DERECHO
  - EJE CENTRAL DERECHO
  - ▲ EJE CENTRAL
  - ◆ EJE CENTRAL IZQUIERDO
  - × EJE IZQUIERDO
  - ▨ CARPETA ASFALTICA
  - ▧ SUB-RASANTE
  - ▩ ARENA CON BOLEO
  - SUB BASE, Y/O BASE HIDRAULICA
  - TERRENO NATURAL (ARCILLA)
  - ▬ ARCILLA CON BOLEOS
  - ↓ ESPECOR INDEFINIDO
  - VALORES DE INDICE DE PERFIL
  - MAYORES DE 60
  - ENTRE 40 Y 60
  - MEÑORES DE 40

|        |        |        |        |       |       |
|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 14620  | 14780  | 14940  | 24000  | 24260 | 24500 |
| 6.4.0  | 6.2.7  | 5.4.0  | 6.1.3  | 7.00  | 2.00  |
| 9.3.2  | 5.1.2  | 6.0.8  | 6.3.6  | 2.00  | 2.00  |
| 5.4.3  | 5.5.3  | 5.1.3  | 7.4.9  | 2.00  | 2.00  |
| 4.4.3  | 3.2.3  | 3.4    | 7.3.2  | 2.00  | 2.00  |
| 5.3.8  | 7.3.4  | 7.4.8  | 6.4.1  | 2.00  | 2.00  |
| 6.0.1  | 7.1.2  | 7.1.9  | 6.1.0  | 2.00  | 2.00  |
| 6.4.3  | 7.3.3  | 6.4.1  | 6.3.5  | 2.00  | 2.00  |
| 4.9.0  | 4.1.2  | 4.4.2  | 7.0.5  | 2.00  | 2.00  |
| 4.0.1  | 6.1.2  | 5.4.2  | 7.4.1  | 2.00  | 2.00  |
| 4.9.8  | 6.1.7  | 3.1.4  | 4.3.3  | 2.00  | 2.00  |
| 5.4.64 | 5.9.79 | 5.3.60 | 6.8.63 |       |       |

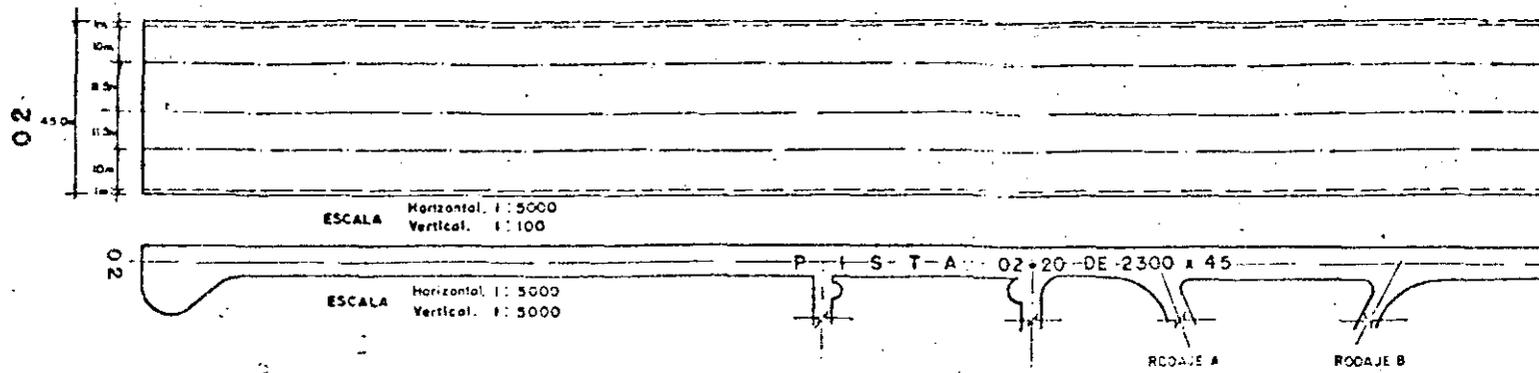
**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



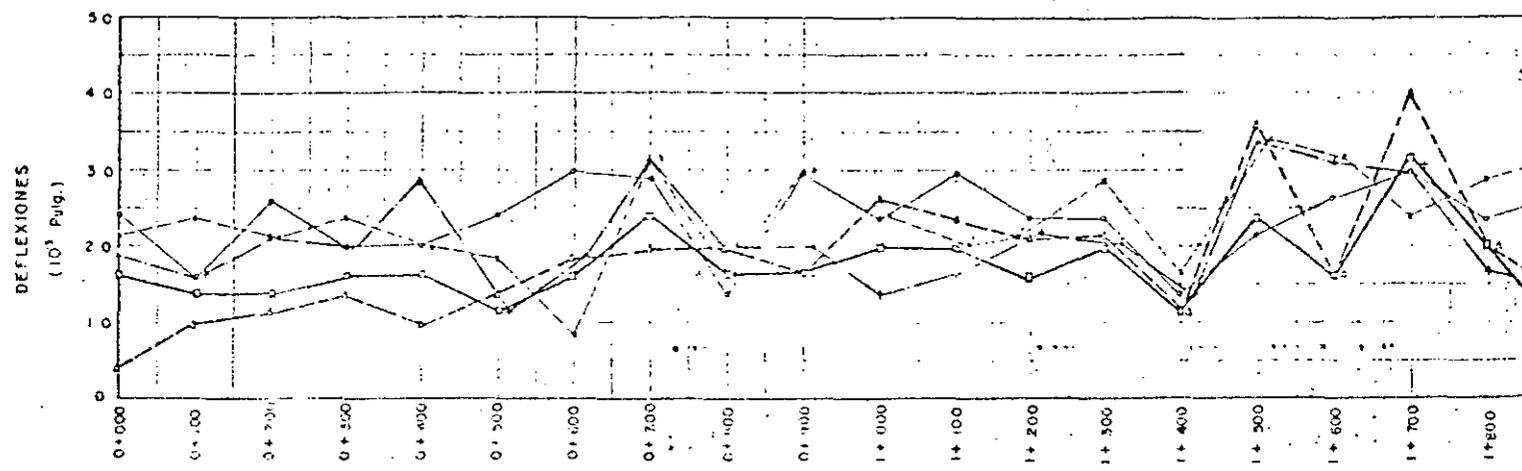
|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>SCT</b>  | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS |  |
|   | <b>AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.<br/>EVALUACION DE PAVIMENTOS</b><br>(Trabajos de Campo)                                  |  |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Manuel Cerro Ortiz      |  | EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez |
| EL JEFE DE LA SECCION<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Trinidad Delgado Benito |  | México, D.F. Febrero 1964  |
| PLANAS Y DISEÑO J. ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ                                     |  | Plano No.  |

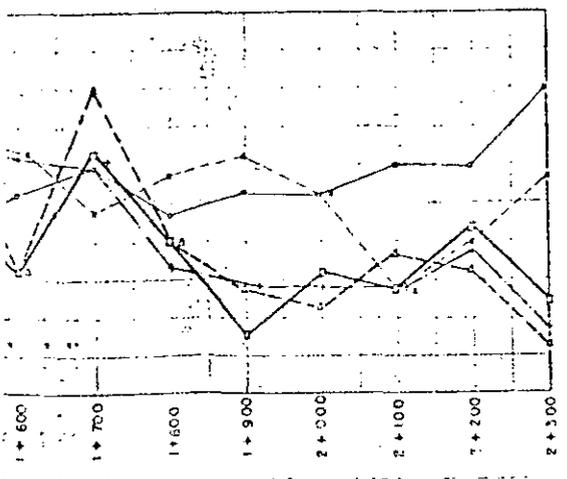
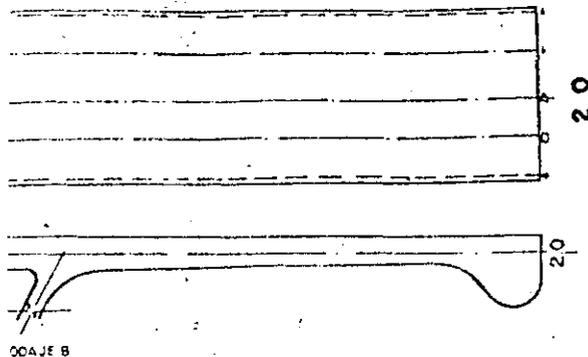
15-A

### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR

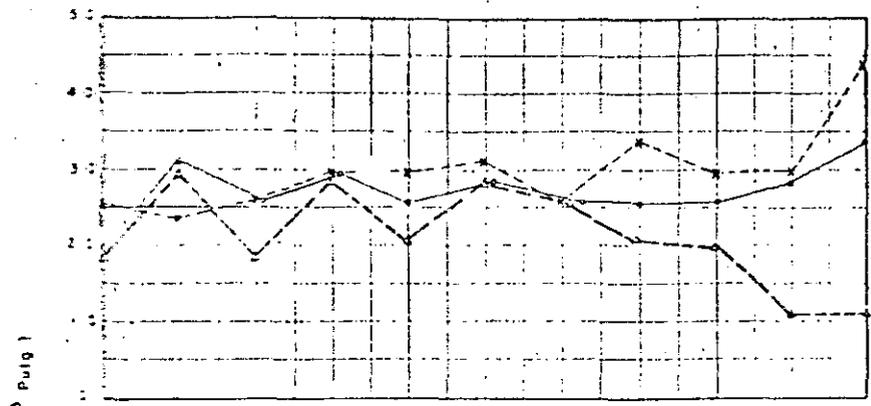


### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR

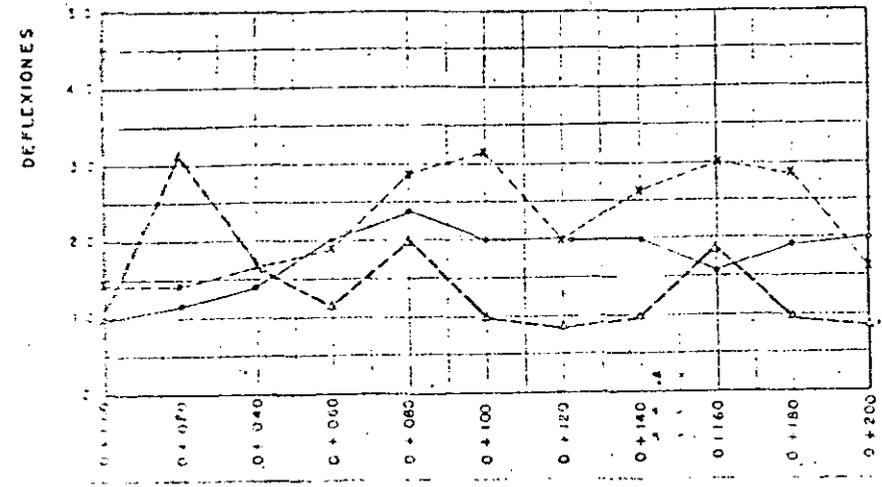




RODAJE BRAVO



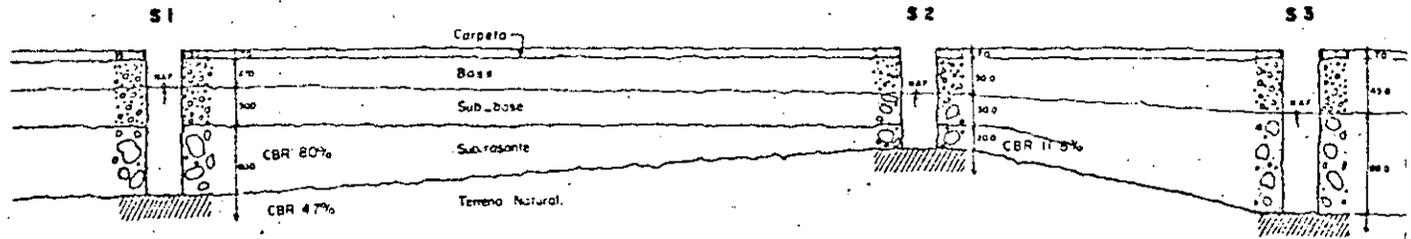
RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA 1)

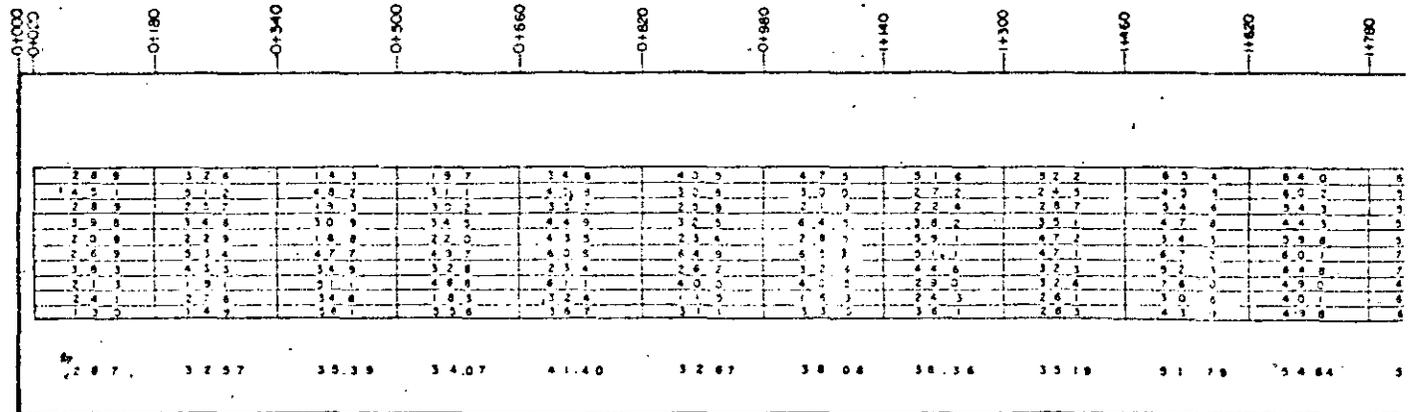
15-B

PERFIL ESTRATIGRAFICO



15-C

ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL  
(Diciembre 1964)



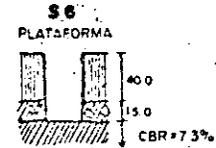
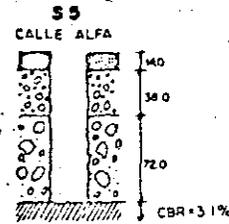
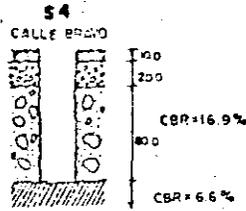
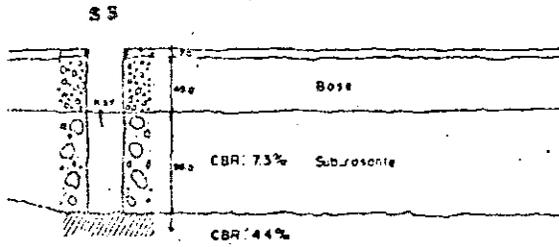
02

EJES

0007634321  
4444444444

Promedio I.P.

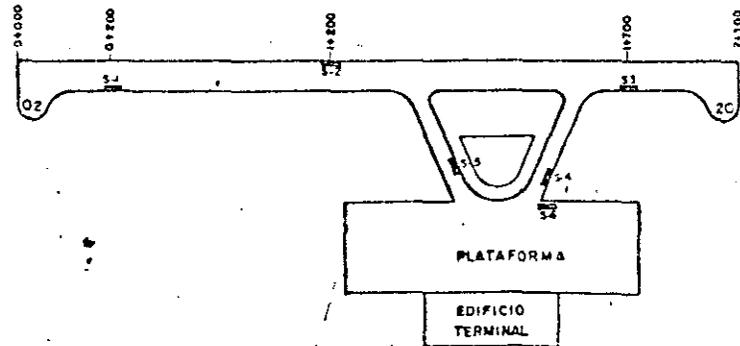
ESCALA Horizontal. 1:5000  
Vertical. 1:500



NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

|     |       |       |       |      |       |       |
|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|
|     | 14650 | 14750 | 14850 | 2400 | 24260 | 24500 |
| 4   | 6.40  | 6.87  | 5.40  | 6.13 |       |       |
| 5   | 5.07  | 2.12  | 5.08  | 6.58 |       |       |
| 6   | 4.43  | 3.93  | 3.13  | 7.49 |       |       |
| 7   | 4.43  | 3.43  | 3.13  | 5.21 |       |       |
| 8   | 3.98  | 3.88  | 7.29  | 9.41 |       |       |
| 9   | 6.01  | 7.12  | 6.19  | 6.30 |       |       |
| 10  | 6.48  | 7.35  | 6.41  | 6.39 |       |       |
| 11  | 4.90  | 4.72  | 4.42  | 5.09 |       |       |
| 12  | 4.31  | 6.12  | 5.42  | 7.41 |       |       |
| 13  | 4.98  | 6.17  | 3.18  | 4.53 |       |       |
| 14  |       |       |       |      |       |       |
| 15  |       |       |       |      |       |       |
| 16  |       |       |       |      |       |       |
| 17  |       |       |       |      |       |       |
| 18  |       |       |       |      |       |       |
| 19  |       |       |       |      |       |       |
| 20  |       |       |       |      |       |       |
| 21  |       |       |       |      |       |       |
| 22  |       |       |       |      |       |       |
| 23  |       |       |       |      |       |       |
| 24  |       |       |       |      |       |       |
| 25  |       |       |       |      |       |       |
| 26  |       |       |       |      |       |       |
| 27  |       |       |       |      |       |       |
| 28  |       |       |       |      |       |       |
| 29  |       |       |       |      |       |       |
| 30  |       |       |       |      |       |       |
| 31  |       |       |       |      |       |       |
| 32  |       |       |       |      |       |       |
| 33  |       |       |       |      |       |       |
| 34  |       |       |       |      |       |       |
| 35  |       |       |       |      |       |       |
| 36  |       |       |       |      |       |       |
| 37  |       |       |       |      |       |       |
| 38  |       |       |       |      |       |       |
| 39  |       |       |       |      |       |       |
| 40  |       |       |       |      |       |       |
| 41  |       |       |       |      |       |       |
| 42  |       |       |       |      |       |       |
| 43  |       |       |       |      |       |       |
| 44  |       |       |       |      |       |       |
| 45  |       |       |       |      |       |       |
| 46  |       |       |       |      |       |       |
| 47  |       |       |       |      |       |       |
| 48  |       |       |       |      |       |       |
| 49  |       |       |       |      |       |       |
| 50  |       |       |       |      |       |       |
| 51  |       |       |       |      |       |       |
| 52  |       |       |       |      |       |       |
| 53  |       |       |       |      |       |       |
| 54  |       |       |       |      |       |       |
| 55  |       |       |       |      |       |       |
| 56  |       |       |       |      |       |       |
| 57  |       |       |       |      |       |       |
| 58  |       |       |       |      |       |       |
| 59  |       |       |       |      |       |       |
| 60  |       |       |       |      |       |       |
| 61  |       |       |       |      |       |       |
| 62  |       |       |       |      |       |       |
| 63  |       |       |       |      |       |       |
| 64  |       |       |       |      |       |       |
| 65  |       |       |       |      |       |       |
| 66  |       |       |       |      |       |       |
| 67  |       |       |       |      |       |       |
| 68  |       |       |       |      |       |       |
| 69  |       |       |       |      |       |       |
| 70  |       |       |       |      |       |       |
| 71  |       |       |       |      |       |       |
| 72  |       |       |       |      |       |       |
| 73  |       |       |       |      |       |       |
| 74  |       |       |       |      |       |       |
| 75  |       |       |       |      |       |       |
| 76  |       |       |       |      |       |       |
| 77  |       |       |       |      |       |       |
| 78  |       |       |       |      |       |       |
| 79  |       |       |       |      |       |       |
| 80  |       |       |       |      |       |       |
| 81  |       |       |       |      |       |       |
| 82  |       |       |       |      |       |       |
| 83  |       |       |       |      |       |       |
| 84  |       |       |       |      |       |       |
| 85  |       |       |       |      |       |       |
| 86  |       |       |       |      |       |       |
| 87  |       |       |       |      |       |       |
| 88  |       |       |       |      |       |       |
| 89  |       |       |       |      |       |       |
| 90  |       |       |       |      |       |       |
| 91  |       |       |       |      |       |       |
| 92  |       |       |       |      |       |       |
| 93  |       |       |       |      |       |       |
| 94  |       |       |       |      |       |       |
| 95  |       |       |       |      |       |       |
| 96  |       |       |       |      |       |       |
| 97  |       |       |       |      |       |       |
| 98  |       |       |       |      |       |       |
| 99  |       |       |       |      |       |       |
| 100 |       |       |       |      |       |       |

CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS

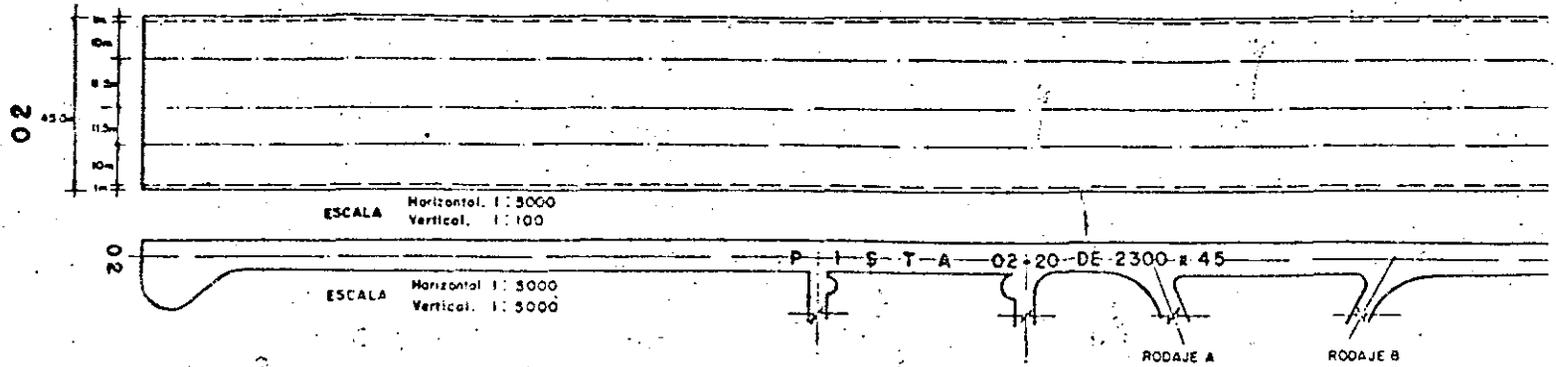


- SIMBOLOGIA**
- EJE DERECHO
  - ◻ EJE CENTRAL DERECHO
  - ▲ EJE CENTRAL
  - ◐ EJE CENTRAL IZQUIERDO
  - × EJE IZQUIERDO
- ▨ CARRETA ASFALTICA
  - ◻ SUB-RASANTE
  - ◻ ARENA CON BOLEO
  - ◻ SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
  - ◻ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
  - ◻ ARCILLA CON BOLEOS
  - ↓ ESPESOR INDEFINIDO
  - ◻ VALORES DE INDICE DE PERFIL MAYORES DE 60
  - ◻ ENTRE 40 Y 60
  - ◻ MENORES DE 40

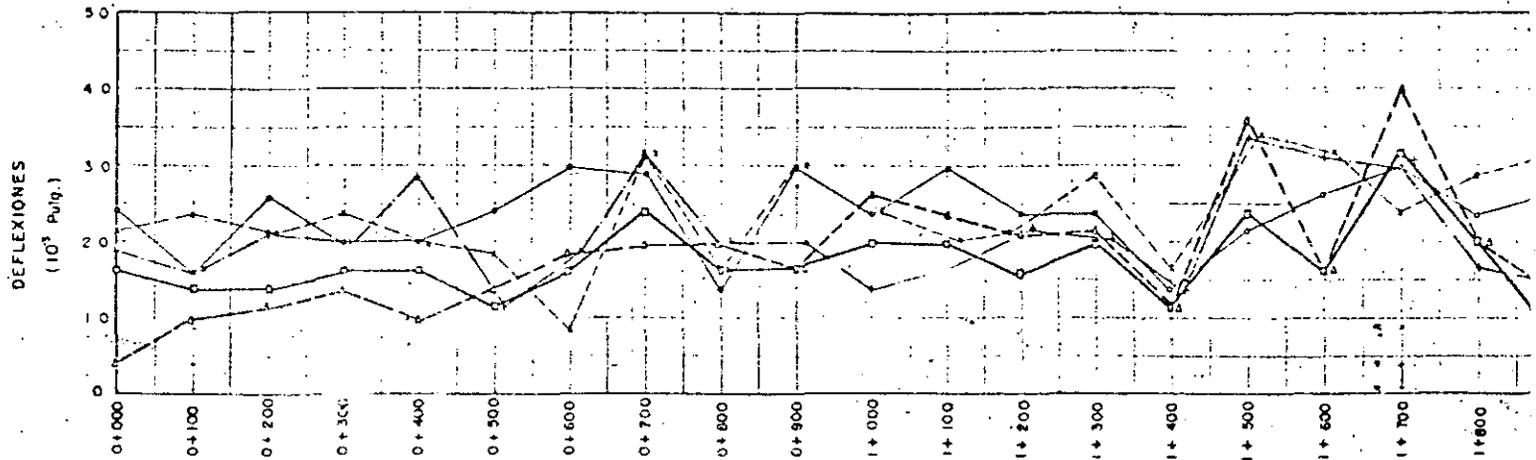
|  |   |
|--|---|
| <b>SCT</b>   | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>ORIGEN DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS |
|  | <b>AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN EVALUACION DE PAVIMENTOS</b><br>(Trabajos de Campo)                                      |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Manuel Cerro Diaz        | EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez  |
| EL JEFE DE LA SECCION<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Trinidad Delgado Briseño | México, DF Febrero 1984   |
| FORNOYERLUO J ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ   | Plano No.   |

15-A

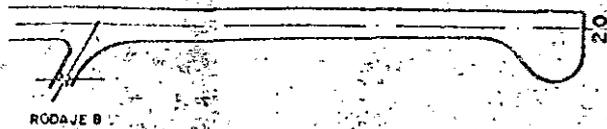
### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



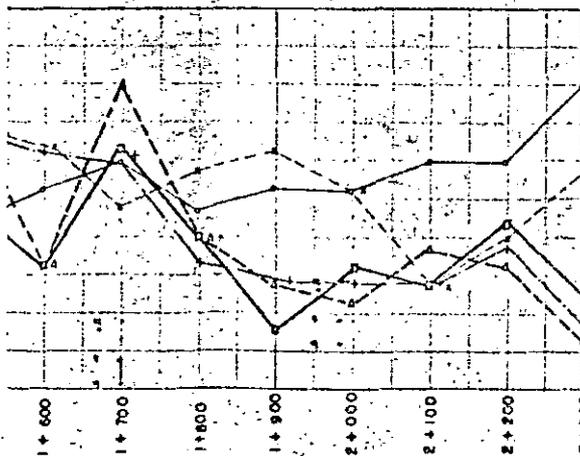
### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



DAR

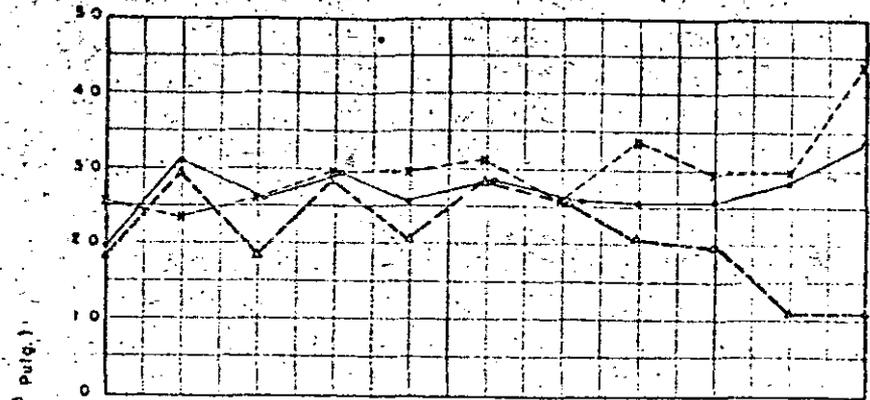


AR

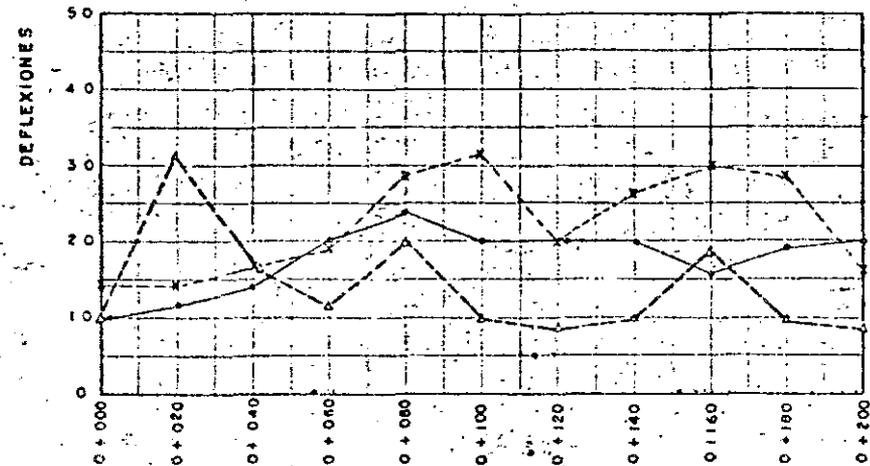


### RODAJE BRAVO

16-B

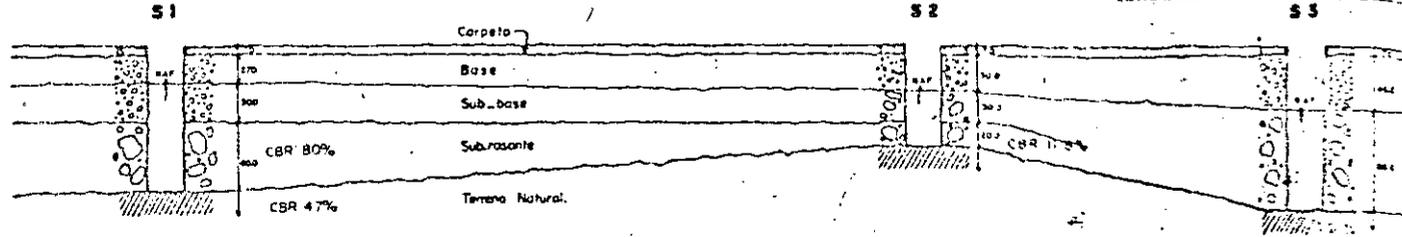


### RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA)

# PERFIL ESTRATIGRAFICO



16-C

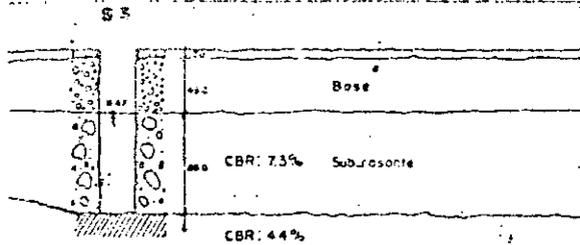
## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1964)

|            | 0+000 | 0+020 | 0+100 | 0+340 | 0+500 | 0+660 | 0+820 | 0+980 | 1+140 | 1+300 | 1+460 | 1+620 | 1+780 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1          | 2.8.9 | 3.2.6 | 1.4.3 | 1.9.7 | 3.4.8 | 4.0.5 | 4.7.5 | 5.1.6 | 5.2.2 | 4.3.4 | 6.4.3 | 1.8   |       |
| 2          | 4.3.1 | 3.1.2 | 4.8.2 | 3.1.1 | 4.0.8 | 3.0.8 | 3.0.0 | 2.7.2 | 2.4.5 | 4.3.8 | 6.2.2 | 1.6   |       |
| 3          | 2.8.9 | 2.5.7 | 1.9.3 | 1.0.2 | 3.3.7 | 2.5.8 | 2.1.9 | 2.2.4 | 2.8.7 | 3.4.6 | 1.4.3 | 1.3   |       |
| 4          | 3.9.8 | 3.4.8 | 3.0.5 | 3.4.3 | 4.4.9 | 3.7.5 | 4.4.5 | 3.8.2 | 3.2.1 | 4.7.4 | 4.4.3 | 1.9   |       |
| 5          | 2.0.9 | 2.2.3 | 1.8.8 | 2.2.0 | 4.3.5 | 2.3.4 | 2.8.3 | 3.3.1 | 4.7.2 | 3.4.5 | 5.9.8 | 1.5   |       |
| 6          | 4.6.9 | 3.3.4 | 4.7.7 | 4.3.7 | 6.0.9 | 4.4.9 | 4.3.4 | 3.1.1 | 4.7.2 | 6.7.2 | 6.0.1 | 1.7   |       |
| 7          | 3.9.3 | 4.3.3 | 3.4.9 | 3.2.8 | 2.3.4 | 2.6.9 | 3.2.4 | 4.4.4 | 3.2.5 | 3.2.3 | 8.4.8 | 1.1   |       |
| 8          | 2.1.3 | 1.9.1 | 3.1.1 | 1.8.9 | 6.1.1 | 4.3.0 | 4.0.3 | 2.9.0 | 3.7.4 | 7.8.0 | 4.9.0 | 1.4   |       |
| 9          | 2.4.1 | 2.7.8 | 3.4.8 | 1.8.5 | 3.2.4 | 1.1.9 | 1.6.9 | 2.4.3 | 2.6.1 | 5.0.4 | 4.0.1 | 1.6   |       |
| 10         | 1.3.0 | 1.4.9 | 2.6.1 | 3.3.8 | 3.6.7 | 3.1.1 | 3.5.0 | 3.6.1 | 2.6.3 | 4.3.3 | 4.9.8 | 1.8   |       |
| Media L.P. | 28.7  | 32.37 | 33.39 | 34.07 | 41.40 | 32.87 | 38.08 | 38.36 | 53.18 | 51.79 | 54.84 | 3     |       |

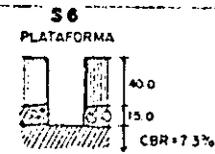
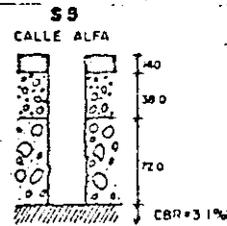
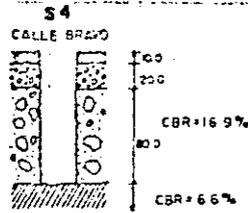
02

SECCION  
AL SECCION

ESCALA Horizontal. 1:5000  
Vertical. 1:500



NOTA.  
COTAS EN C.  
CBR = YRS



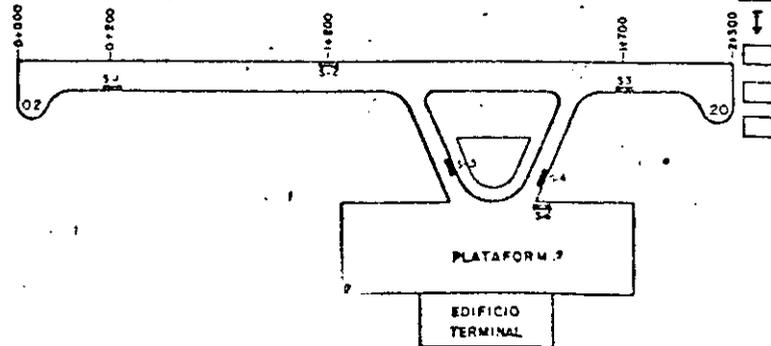
**SIMBOLOGIA**

- EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◊ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- ▨ CAPPETA ASFALTICA
- ▩ SUB-RESANTE
- ▧ ARENA CON BOLEO
- ▦ SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- ▥ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- ▤ ARCILLA CON BOLEOS
- ▣ ESPESOR INDEFINIDO
- ▢ VALORES DE INDICE DE PERFIL MAYORES DE 60
- ENTRE 40 Y 60
- MENORES DE 40

|    |       |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    | 1+620 | 1+780 | 1+940 | 2+100 | 2+260 | 2+300 |
| 4  | 64.0  | 59.7  | 54.0  | 61.3  |       | 2.00  |
| 8  | 60.2  | 54.2  | 60.8  | 63.6  |       | 2.50  |
| 12 | 54.3  | 59.5  | 51.3  | 74.9  |       | 2.00  |
| 16 | 44.3  | 52.3  | 54.4  | 73.2  |       | 2.50  |
| 20 | 39.8  | 58.8  | 76.8  | 84.1  |       | 2.00  |
| 24 | 60.1  | 71.2  | 47.9  | 43.0  |       | 2.50  |
| 28 | 68.8  | 73.3  | 64.1  | 59.9  |       | 2.00  |
| 32 | 43.0  | 47.2  | 44.2  | 30.8  |       | 2.50  |
| 36 | 40.1  | 61.2  | 34.2  | 74.1  |       | 2.00  |
| 40 | 49.9  | 61.7  | 37.4  | 43.3  |       | 2.50  |
| 78 | 54.64 | 58.79 | 53.60 | 68.43 |       |       |

45.50  
2.00

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



SCT

DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES  
OFICINA DE ESTUDIOS DE TECNICAS E HIDRAULICAS

AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.  
EVALUACION DE PAVIMENTOS  
(Trabajos de Campo)

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO

Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez

**ELABORACION**

EL JEFE DE LA OFICINA

Ing. Manuel Cerro Ortiz

EL JEFE DE LA SECCION

Ing. Trinidad Cerecedo Briseño

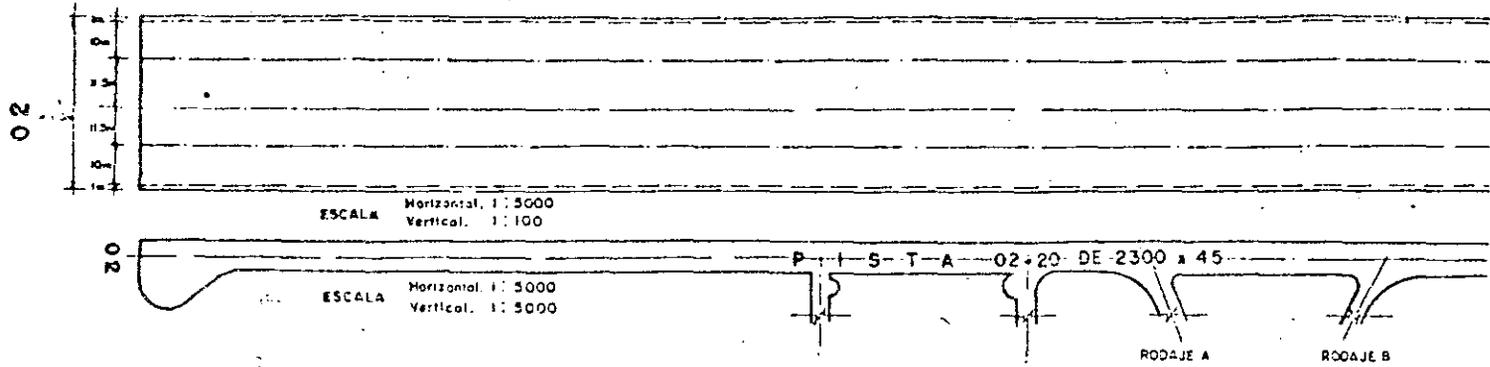
FORNOYCHUD J ANTONIO ZUNIGA ORTIZ

México, D.F. Febrero 1964

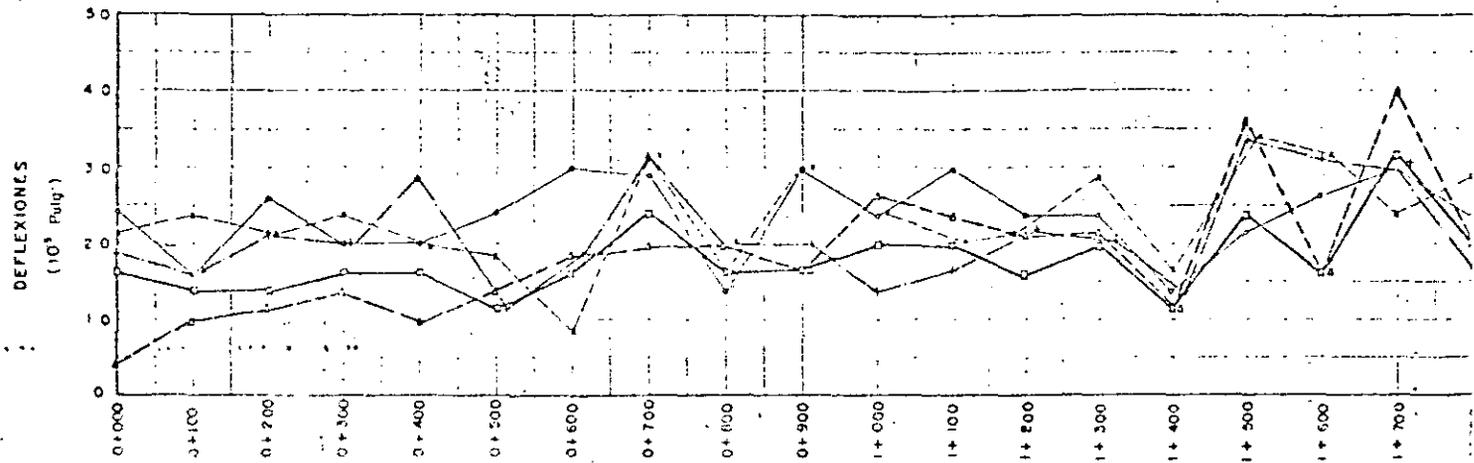
Página No.

17-A

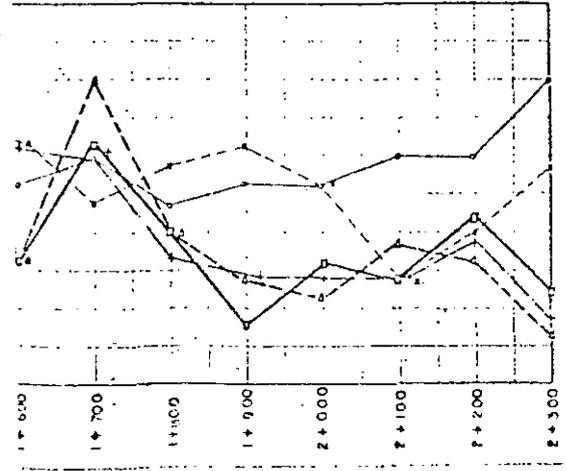
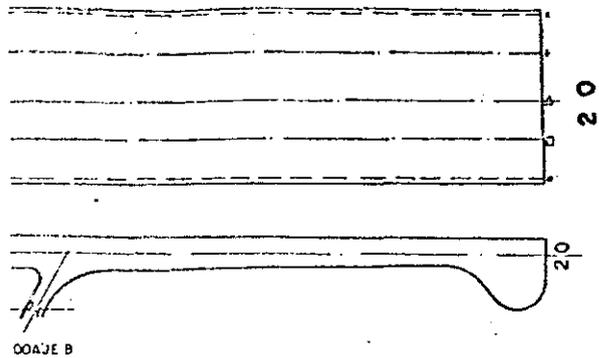
EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR

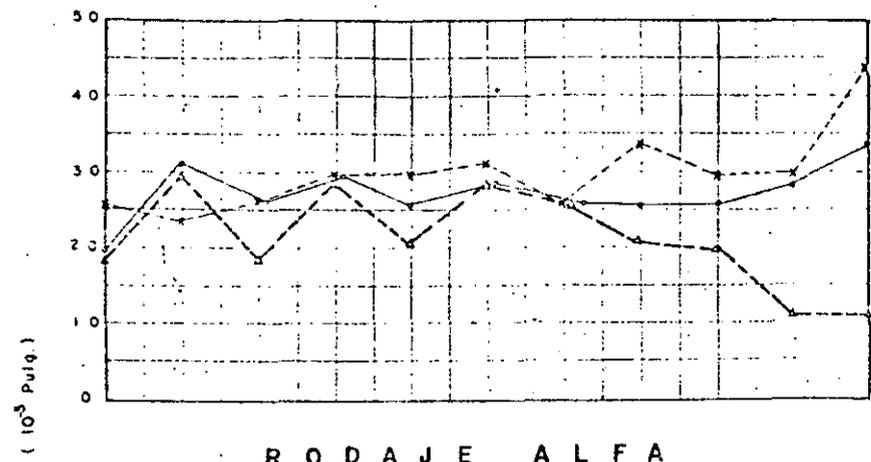


R

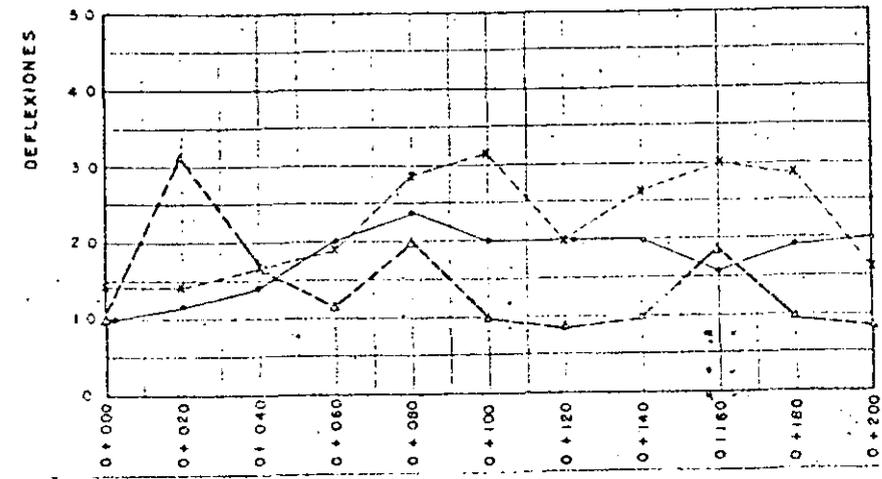


### RODAJE BRAVO

17B

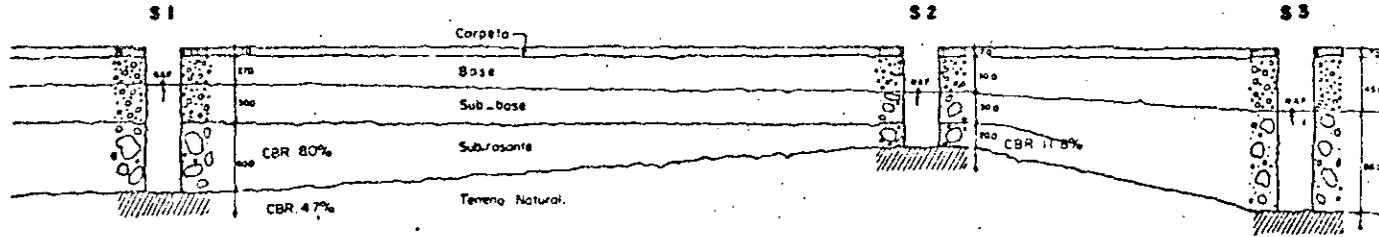


### RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA)

## PERFIL ESTRATIGRAFICO



## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1964)

| 0+000 | 0+100 | 0+340 | 0+500 | 0+660 | 0+820 | 0+980 | 1+140 | 1+300 | 1+460 | 1+620 | 1+780 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2.89  | 3.29  | 1.43  | 1.97  | 3.48  | 4.03  | 4.73  | 3.18  | 3.22  | 6.34  | 6.40  |       |
| 4.51  | 3.12  | 4.82  | 3.71  | 4.08  | 12.8  | 3.00  | 2.72  | 2.43  | 4.28  | 6.02  |       |
| 5.09  | 2.57  | 1.83  | 3.07  | 3.37  | 2.59  | 2.19  | 2.24  | 2.87  | 3.46  | 3.43  |       |
| 3.99  | 3.48  | 3.09  | 3.43  | 6.43  | 3.20  | 6.43  | 3.82  | 3.31  | 4.78  | 4.43  |       |
| 2.08  | 2.29  | 1.88  | 2.20  | 4.33  | 2.31  | 2.83  | 3.91  | 4.72  | 3.43  | 3.98  |       |
| 2.84  | 3.34  | 4.77  | 4.97  | 6.03  | 6.48  | 5.54  | 5.11  | 4.71  | 6.72  | 6.01  |       |
| 3.83  | 4.33  | 3.49  | 3.28  | 2.94  | 2.62  | 3.24  | 4.48  | 3.23  | 5.23  | 6.48  |       |
| 2.13  | 1.91  | 3.13  | 4.88  | 6.11  | 4.00  | 4.03  | 2.90  | 3.24  | 7.60  | 1.90  |       |
| 2.41  | 2.78  | 3.48  | 1.83  | 3.24  | 1.79  | 1.69  | 2.43  | 2.61  | 3.08  | 1.01  |       |
| 1.10  | 1.49  | 3.6   | 3.36  | 3.47  | 1.17  | 3.30  | 3.61  | 2.63  | 4.19  | 4.98  |       |
| 2.87  | 3.27  | 3.38  | 3.07  | 4.40  | 3.47  | 5.08  | 3.38  | 3.19  | 5.78  | 3.64  |       |

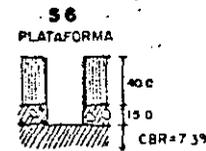
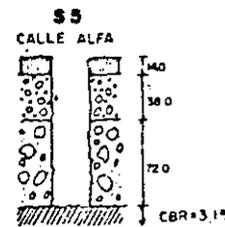
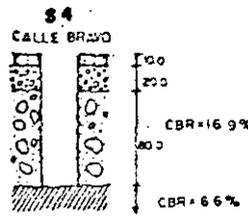
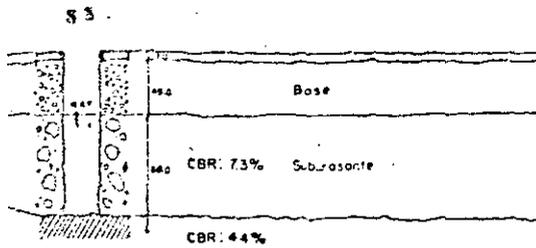
Horizontal. 1 : 5000  
Vertical. 1 : 500

17-C

0.2

EJES  
157597980

Plano LP

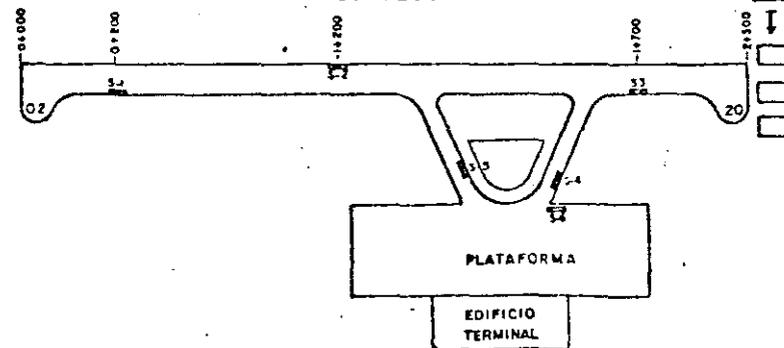


NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

|       |        |        |        |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 14600 | 14700  | 14800  | 24000  | 24100  | 24200  | 24300  |
| 6.4.0 | 8.8.7  | 5.4.0  | 8.1.5  | 6.7.2  | 5.1.2  | 5.3.8  |
| 6.7.2 | 5.1.2  | 5.3.8  | 8.1.5  | 6.4.3  | 5.6.5  | 5.1.3  |
| 6.4.3 | 5.6.5  | 5.1.3  | 5.1.4  | 5.9.8  | 5.8.6  | 7.8.8  |
| 5.9.8 | 5.8.6  | 7.8.8  | 8.4.1  | 6.5.1  | 7.1.2  | 4.7.8  |
| 6.5.1 | 7.1.2  | 4.7.8  | 4.1.0  | 6.4.8  | 4.3.3  | 4.4.1  |
| 4.1.0 | 6.4.8  | 4.3.3  | 4.3.9  | 4.9.0  | 4.1.2  | 4.4.2  |
| 4.3.9 | 4.9.0  | 4.1.2  | 4.3.9  | 4.3.1  | 6.1.2  | 3.4.2  |
| 4.3.1 | 6.1.2  | 3.4.2  | 4.1.1  | 4.9.8  | 8.1.7  | 1.1.4  |
| 4.9.8 | 8.1.7  | 1.1.4  | 8.3.3  | 3.4.64 | 5.9.79 | 5.3.60 |
| 8.3.3 | 3.4.64 | 5.9.79 | 5.3.60 | 8.8.83 |        |        |

- SIMBOLOGIA**
- EJE DERECHO
  - EJE CENTRAL DERECHO
  - ▲ EJE CENTRAL
  - ▼ EJE CENTRAL IZQUIERDO
  - × EJE IZQUIERDO
  - ▨ CARPETA ASFALTICA
  - ▧ SUB-PASANTE
  - ▩ ARENA CON BOLEO
  - SUB BASE 1/2
  - BASE HIDRAULICA
  - ▬ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
  - ▭ ARCILLA CON BOLEOS
  - ▮ ESPESOR INDEFINIDO
- VALORES DE INDICE DE PERFIL:
- MAYORES DE 60
  - ENTRE 40 Y 60
  - MENORES DE 40

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



**SCT** DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES  
OFICINA DE ESTUDIOS DE TECNICAS E HIDRAULICAS

**AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.**  
**EVALUACION DE PAVIMENTOS**  
(Trabajos de Campo)

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO  
Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez

México, D.F. Febrero 1984

**ELABORACION**

EL JEFE DE LA OFICINA  
Ing. Manuel Cerro Diaz

EL JEFE DE LA SECCION  
Ing. Trinidad Celis de Brizuela

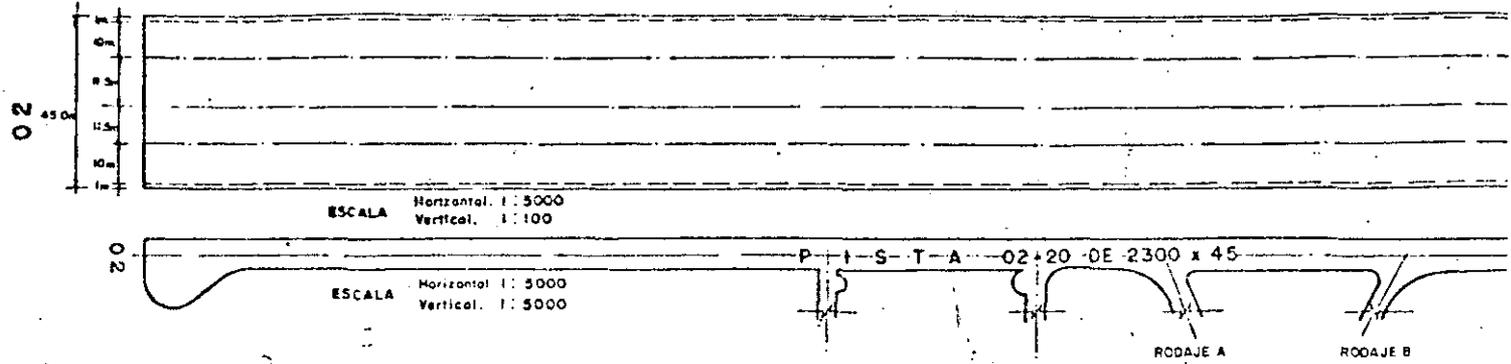
ARMANDO J. ANTON J. ZARZA OPTIZ

17-0

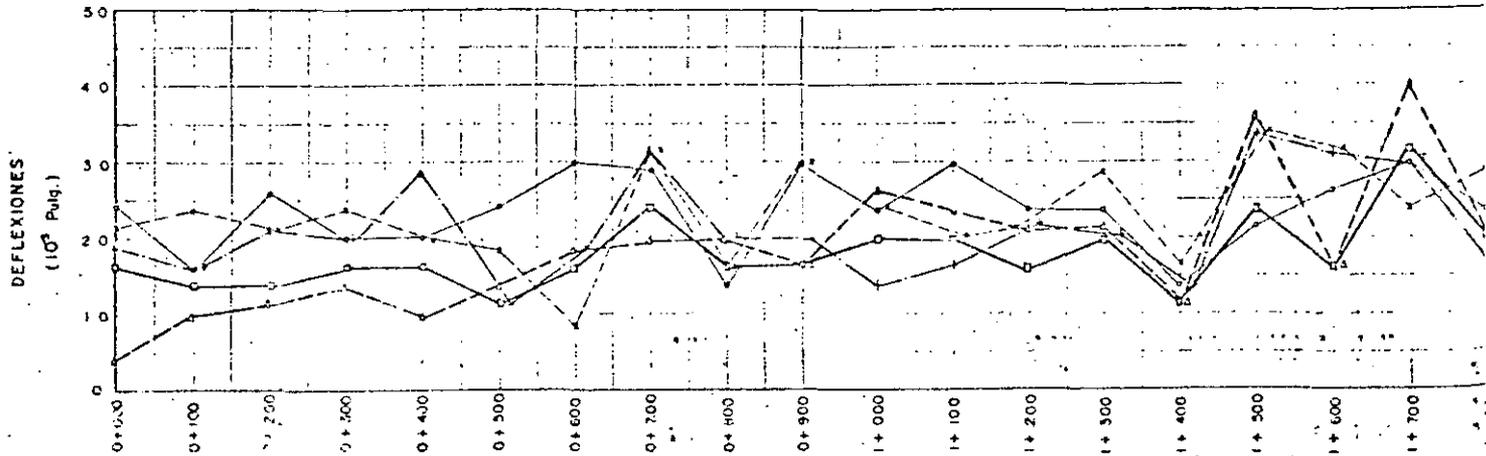
2.0

18-A

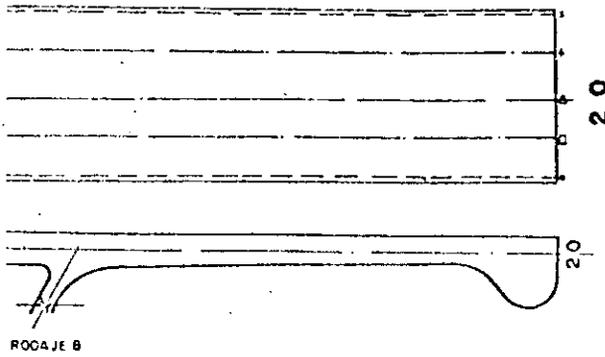
### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



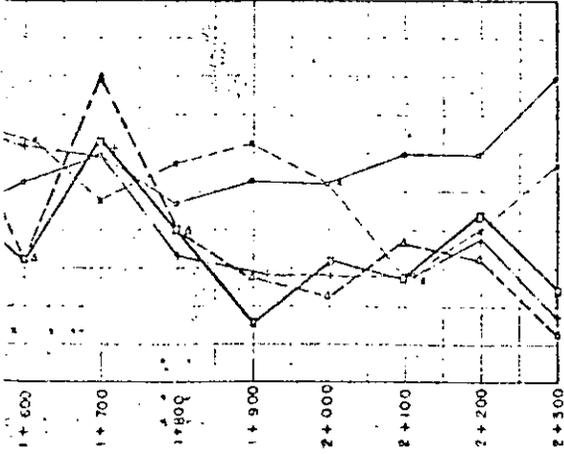
### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



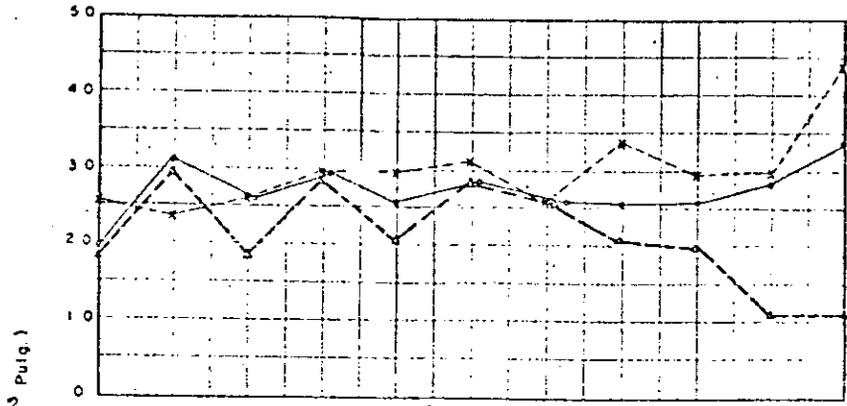
AR



R

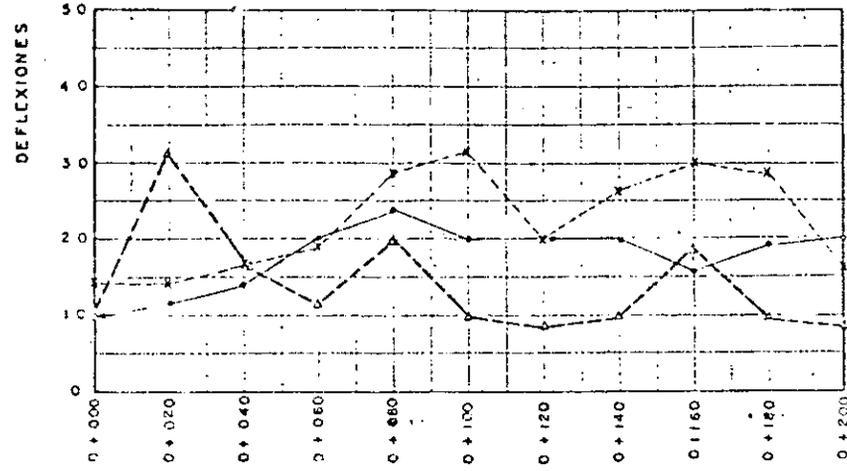


### RODAJE BRAVO



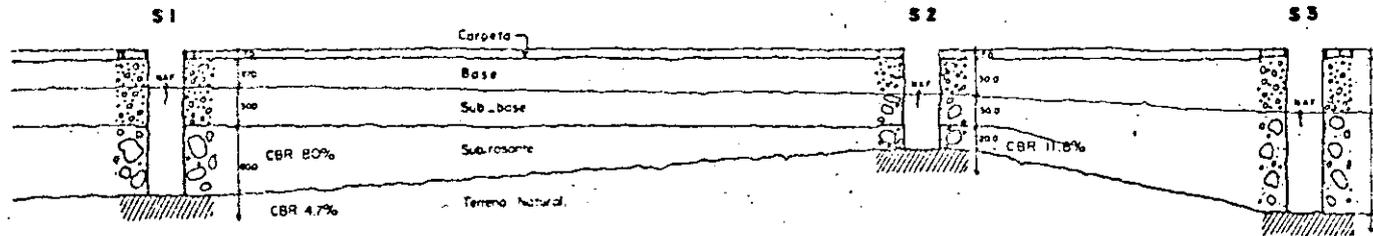
*A-B*

### RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA)

# PERFIL ESTRATIGRAFICO



## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1964)

18-c

0.2

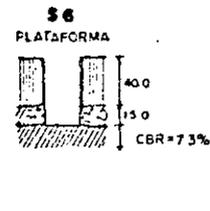
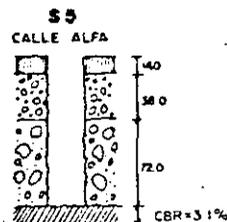
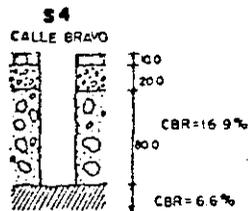
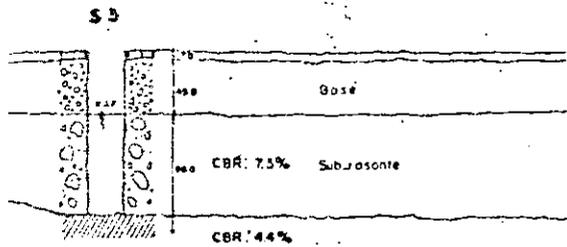
ESCALA

1000 900 800 700 600 500 400 300 200 100 0

| 0+000 | 0+020 | 0+180 | 0+340 | 0+500 | 0+660 | 0+820 | 0+980 | 1+140 | 1+300 | 1+460 | 1+620 | 1+780 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2.89  | 3.23  | 3.43  | 3.97  | 3.45  | 4.05  | 4.75  | 5.18  | 5.22  | 6.54  | 8.40  |       |       |
| 14.31 | 21.72 | 4.82  | 3.11  | 4.12  | 3.09  | 5.02  | 2.72  | 2.45  | 6.08  | 6.07  |       |       |
| 2.89  | 2.17  | 1.93  | 3.01  | 3.12  | 2.58  | 2.17  | 2.22  | 2.87  | 4.48  | 3.47  |       |       |
| 1.98  | 3.48  | 3.09  | 3.45  | 4.33  | 3.24  | 6.47  | 3.82  | 3.51  | 3.47  | 4.47  |       |       |
| 2.08  | 2.29  | 1.88  | 2.20  | 4.33  | 2.34  | 2.87  | 3.97  | 4.72  | 3.47  | 3.98  |       |       |
| 2.63  | 3.34  | 4.77  | 3.29  | 4.03  | 6.48  | 6.17  | 5.17  | 4.71  | 6.77  | 8.01  |       |       |
| 3.93  | 4.33  | 3.29  | 3.28  | 2.34  | 2.87  | 3.12  | 4.48  | 3.23  | 3.23  | 6.48  |       |       |
| 2.13  | 1.97  | 3.17  | 8.88  | 6.14  | 4.05  | 4.33  | 2.90  | 3.24  | 3.00  | 4.90  |       |       |
| 7.41  | 2.78  | 3.48  | 1.83  | 3.48  | 1.83  | 1.83  | 2.87  | 2.41  | 3.00  | 4.33  |       |       |
| 1.50  | 1.49  | 1.61  | 3.58  | 1.83  | 1.17  | 3.12  | 3.87  | 2.63  | 4.33  | 4.98  |       |       |
| 2.87  | 3.257 | 33.39 | 3.407 | 4.140 | 3.247 | 38.08 | 38.38 | 35.19 | 51.79 | 54.84 |       |       |

Promedio I.P.

ESCALA Horizontal, 1: 5000  
Vertical, 1: 500

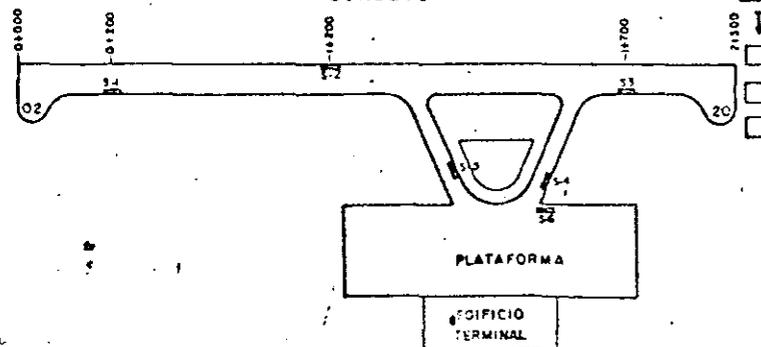


NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

- SIMBOLOGIA**
- EJE DERECHO
  - ◻ EJE CENTRAL DERECHO
  - ▲ EJE CENTRAL
  - ◆ EJE CENTRAL IZQUIERDO
  - × EJE IZQUIERDO
- CARPETA ASFALTICA
  - SUB-RASANTE
  - ARENA CON BOLEO
  - SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
  - TERRENO NATURAL (ARCILLA)
  - ARCILLA CON BOLEOS
- ↓ ESPESOR INDEFINIDO  
VALORES DE INICIO DE PERFIL  
MAYORES DE 60
- ENTRE 40 Y 60
  - MENORES DE 40

|    |       |       |       |       |       |       |  |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
|    | 11620 | 11780 | 11940 | 21100 | 21260 | 21300 |  |
| 4  | 64.0  | 68.7  | 54.0  | 81.5  | 200   |       |  |
| 5  | 60.2  | 51.2  | 60.8  | 93.5  | 200   |       |  |
| 6  | 34.3  | 56.5  | 51.3  | 74.8  | 200   |       |  |
| 7  | 44.3  | 52.1  | 51.4  | 53.2  | 200   |       |  |
| 8  | 59.8  | 58.8  | 78.8  | 94.1  | 200   |       |  |
| 9  | 60.1  | 71.2  | 47.3  | 63.0  | 200   |       |  |
| 0  | 64.9  | 73.3  | 64.1  | 63.8  | 200   |       |  |
| 1  | 43.0  | 41.3  | 44.2  | 70.8  | 200   |       |  |
| 2  | 40.1  | 61.2  | 54.2  | 74.1  | 200   |       |  |
| 3  | 43.8  | 61.7  | 51.4  | 45.3  | 200   |       |  |
| 75 | 54.84 | 59.79 | 53.80 | 68.63 |       |       |  |

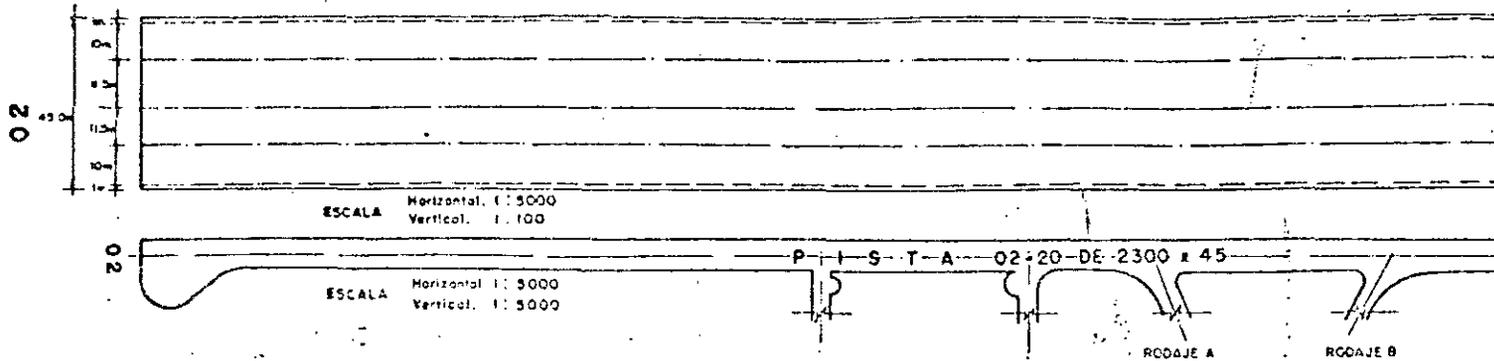
**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



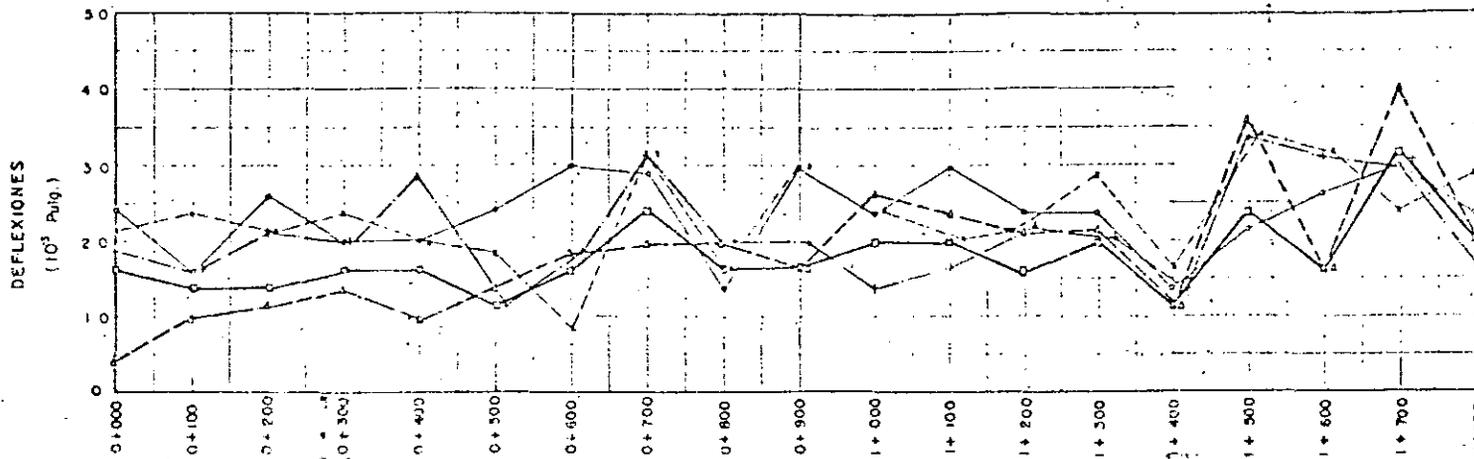
|  |  |
|--|--|
| <b>SCT</b>   | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS |
|  | <b>AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.</b><br><b>EVALUACION DE PAVIMENTOS</b><br>(Trabajos de Campo)                            |
| EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br>                                       | Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez   |
| ELABORACION<br>EL JEFE DE LA OFICINA<br><br>Ing. Manuel Cerro Diaz | México, D.F. Febrero 1974   Plano No.  |
| EL JEFE DE LA SECCION<br><br>Ing. Trinidad Celgado Briseño         |  |
| DISEÑADOR J. ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ                                  |  |

17 A

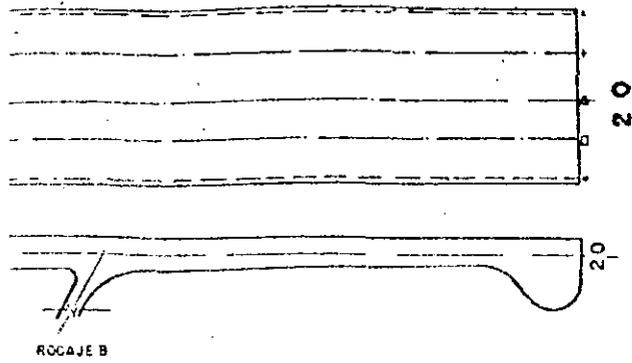
### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



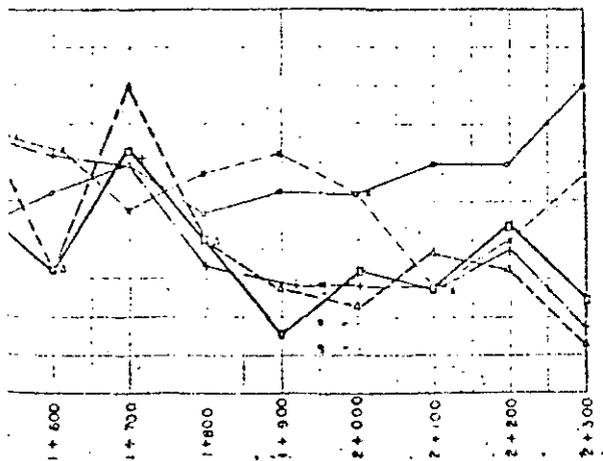
### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



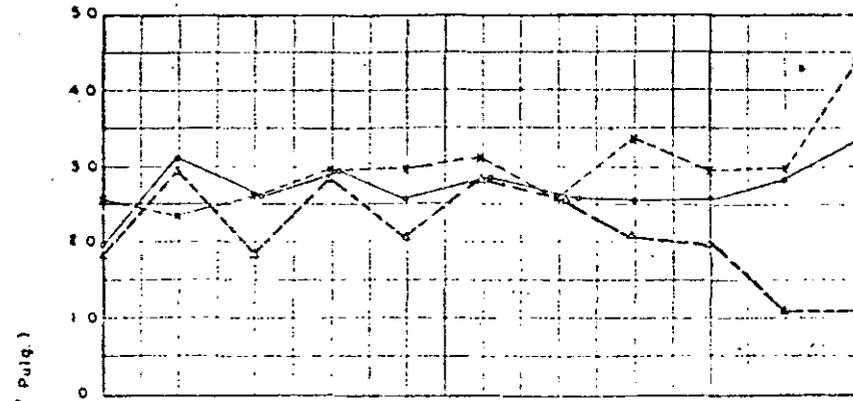
IDAR



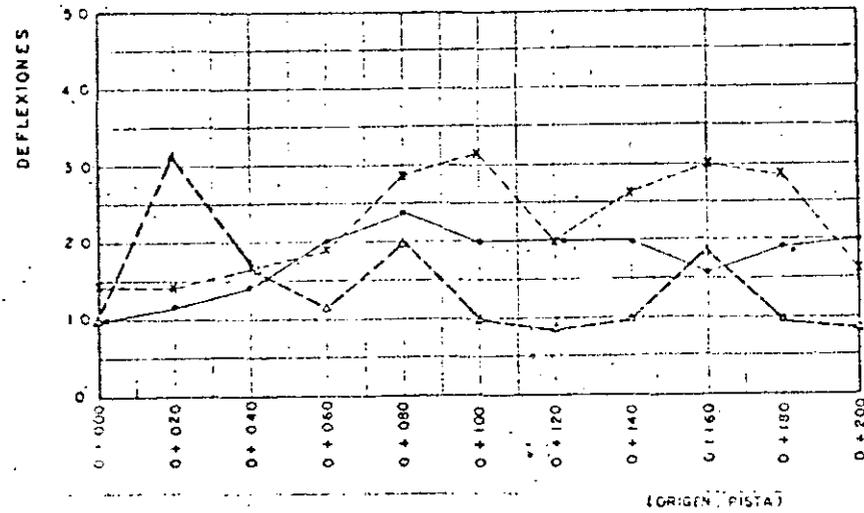
DAR



RODAJE BRAVO



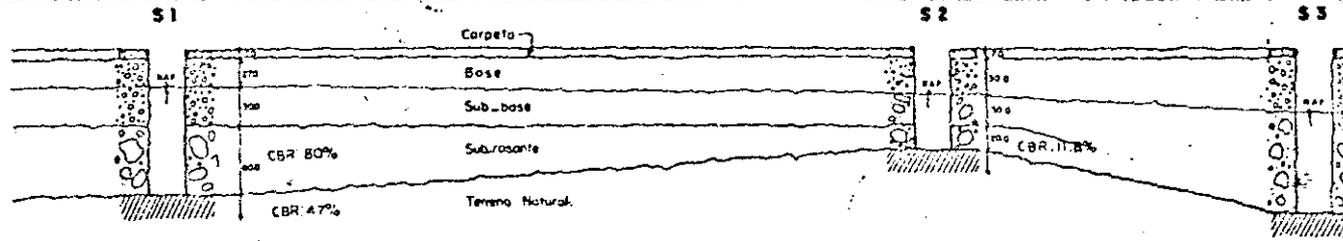
RODAJE ALFA



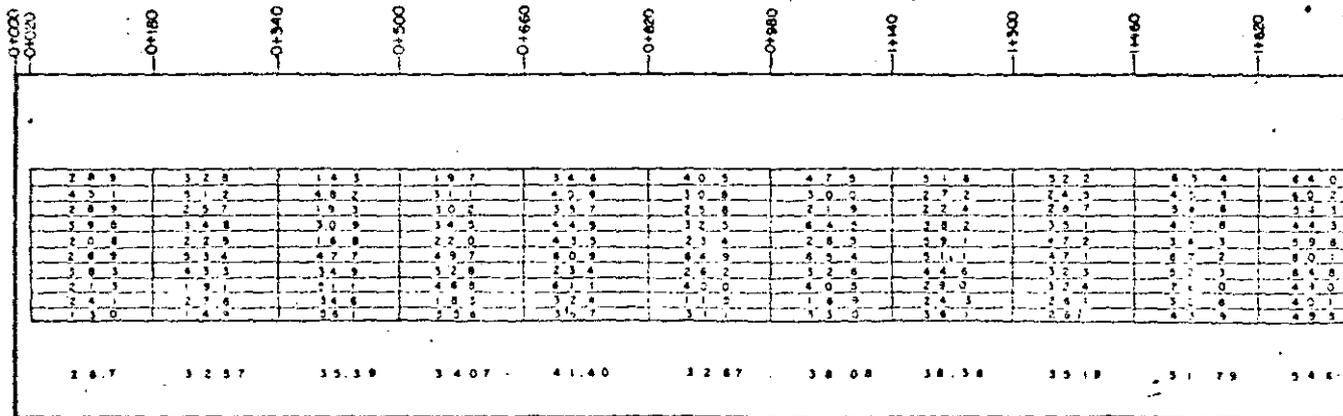
(ORIGEN PISTA)

19B

## PERFIL ESTRATIGRAFICO



## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1964)



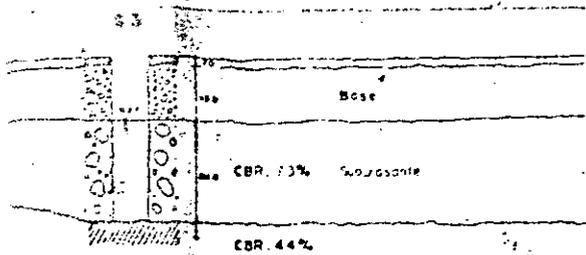
ESCALA Horizontal. 1 : 5000  
Vertical. 1 : 500

0.2

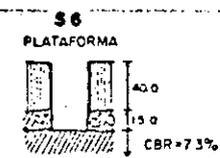
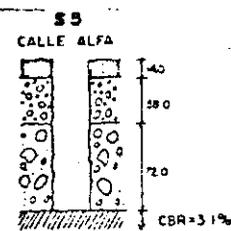
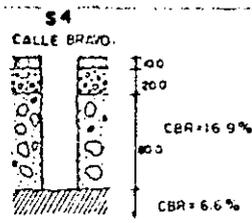
EJES

0067654321  
000000000000

19-c



NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

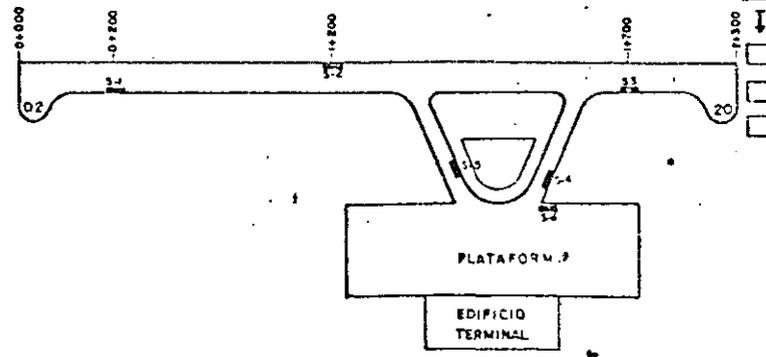


**SIMBOLOGIA**

- EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◆ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- ▨ CARRETA ASFALTICA
- ▧ SUB-PASANTE
- ◉ ARENA CON BOLEO
- ▩ SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- ◻ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- ▨ ARCILLA CON BOLEOS
- ↓ ESPESOR INDEFINIDO
- VALORES DE INDICE DE PERFIL
- MAYORES DE 60
- ENTRE 40 Y 60
- MEJORES DE 40

19-D

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 11075 | 11700 | 11940 | 12100 | 12260 | 12300 |
| 6.8   | 6.8   | 5.4   | 6.1   | 6.1   | 6.1   |
| 3.2   | 3.2   | 4.0   | 3.3   | 3.3   | 3.3   |
| 5.2   | 5.2   | 3.1   | 7.4   | 7.4   | 7.4   |
| 4.4   | 4.4   | 3.1   | 7.5   | 7.5   | 7.5   |
| 3.9   | 3.9   | 7.6   | 9.4   | 9.4   | 9.4   |
| 7.1   | 7.1   | 4.7   | 6.3   | 6.3   | 6.3   |
| 6.4   | 6.4   | 6.4   | 6.9   | 6.9   | 6.9   |
| 4.9   | 4.9   | 4.4   | 3.0   | 3.0   | 3.0   |
| 6.1   | 6.1   | 3.2   | 7.4   | 7.4   | 7.4   |
| 4.9   | 4.9   | 3.1   | 4.5   | 4.5   | 4.5   |
| 5.4   | 5.8   | 3.3   | 6.6   | 6.6   | 6.6   |

20

**SCT** DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES  
OFICINA DE ESTUDIOS SECCION OCEANOGRAFICOS

**AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.**  
**EVALUACION DE PAVIMENTOS**  
(Trabajos de Campo)

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO  
Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez

México, D.F. Febrero 1 1964

**ELABORACION**

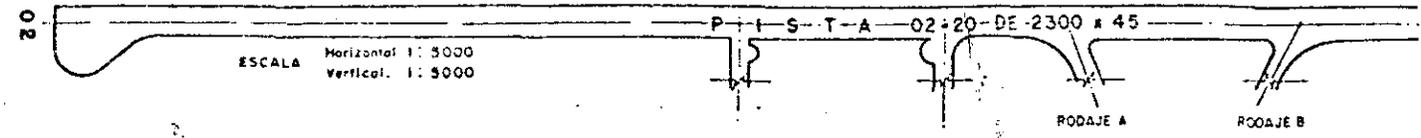
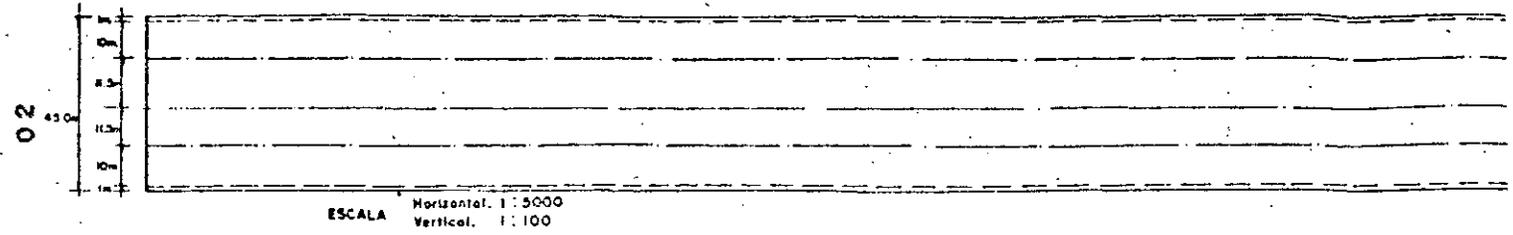
EL JEFE DE LA OFICINA  
Ing. Manuel Cerro Ojeda

EL JEFE DE LA SECCION  
Ing. Ignacio Delgado Briseño

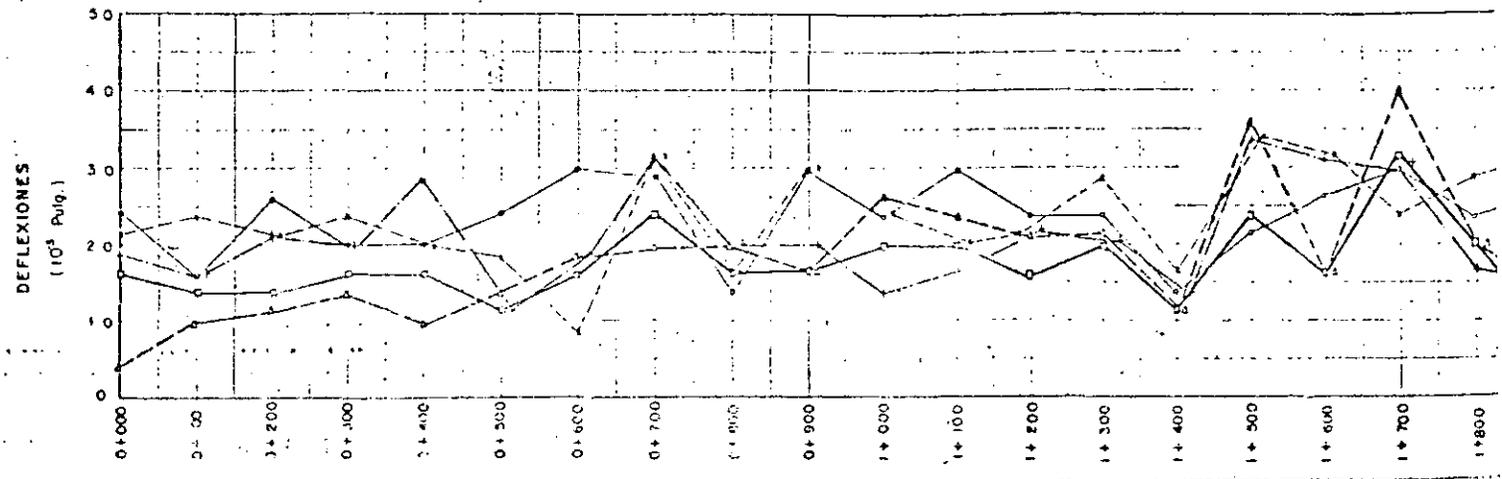
FORNOYDRAUD J. ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ

20-A

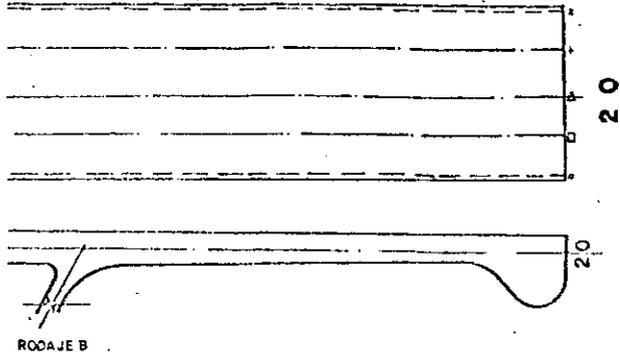
EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR

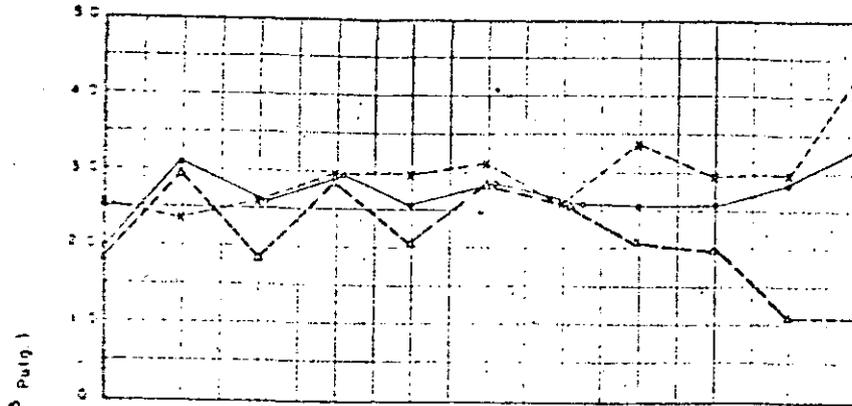


VAR

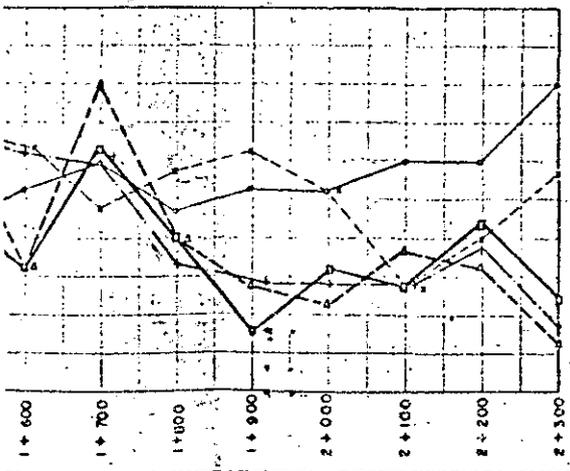


### RODAJE BRAVO

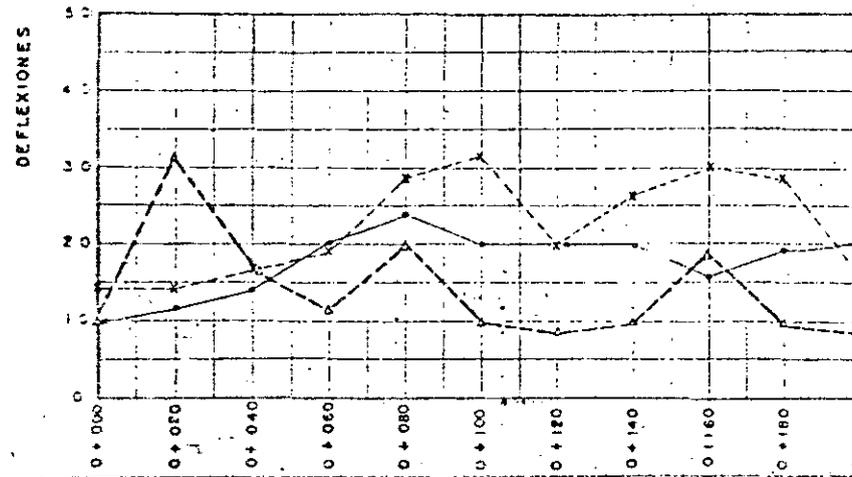
20-B



R

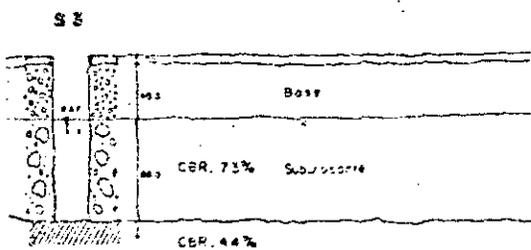


### RODAJE ALFA

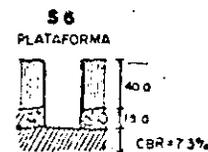
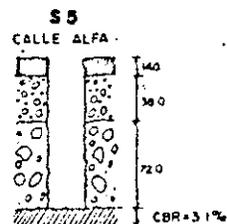
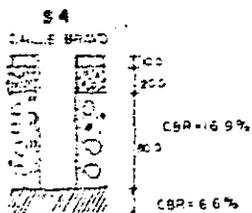


(ORIGEN: PISTA 1)





NOTA:  
COTAS EN CM  
CBR = IPS

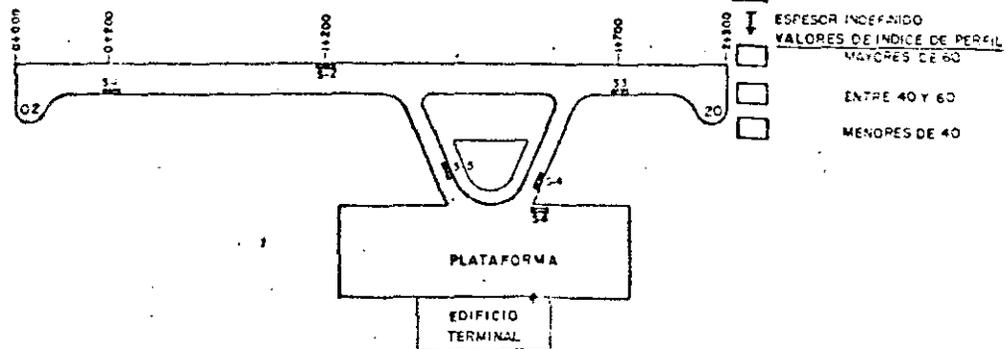


**SIMBOLOGIA**

- EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◄ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- ✕ EJE IZQUIERDO
- ▨ CARPETA ASFALTICA
- ▧ SUB-RASANTE
- ▩ ARENA CON BOLEO
- ▦ SUB-BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- ▨ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- ▩ ARCILLA CON BOLEOS
- ↓ ESPESOR INDEFINIDO
- VALORES DE INDICE DE PERIL
- MAYORES DE 60
- ENTRE 40 Y 60
- MENORES DE 40

20-3

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



|        |        |        |        |       |       |
|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 11600  | 11700  | 11800  | 11900  | 21260 | 21300 |
| 6.4 0  | 6.8 7  | 5.4 0  | 6.1 2  | 2.00  | 2.00  |
| 6.0 2  | 5.7 2  | 5.2 3  | 6.2 6  | 2.00  | 2.00  |
| 5.2 3  | 5.8 3  | 9.1 3  | 7.4 9  | 2.00  | 2.00  |
| 4.4 3  | 5.7 3  | 5.1 4  | 7.5 7  | 2.00  | 2.00  |
| 5.9 8  | 5.6 8  | 7.6 8  | 8.4 1  | 2.00  | 2.00  |
| 4.0 1  | 5.2 2  | 4.7 8  | 6.5 2  | 2.00  | 2.00  |
| 6.4 3  | 7.3 2  | 6.4 1  | 6.9 8  | 2.00  | 2.00  |
| 6.5 0  | 6.1 2  | 4.4 2  | 5.0 8  | 2.00  | 2.00  |
| 4.5 1  | 6.1 2  | 5.4 2  | 7.4 1  | 2.00  | 2.00  |
| 4.9 8  | 6.7 7  | 3.1 4  | 6.2 3  | 2.00  | 2.00  |
| 5 4 64 | 5 3 78 | 5 3 80 | 8 8 63 |       |       |

**SCT** DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES  
OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS

**AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN. EVALUACION DE PAVIMENTOS (Trabajos de Campo)**

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO  
Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez

México, D.F. Febrero 1984

Plano No.

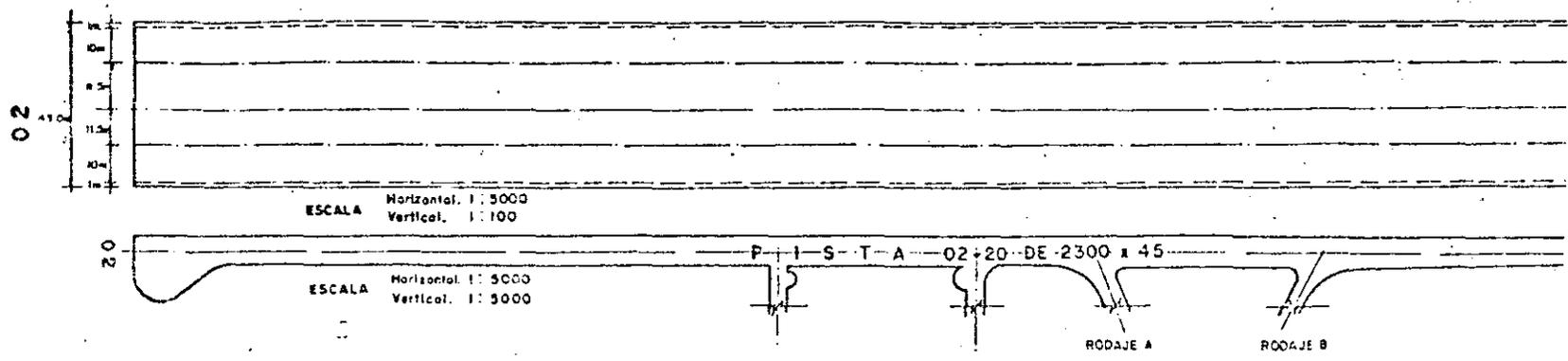
**ELABORACION**

EL JEFE DE LA OFICINA  
Ing. Manuel Cerro Ortiz

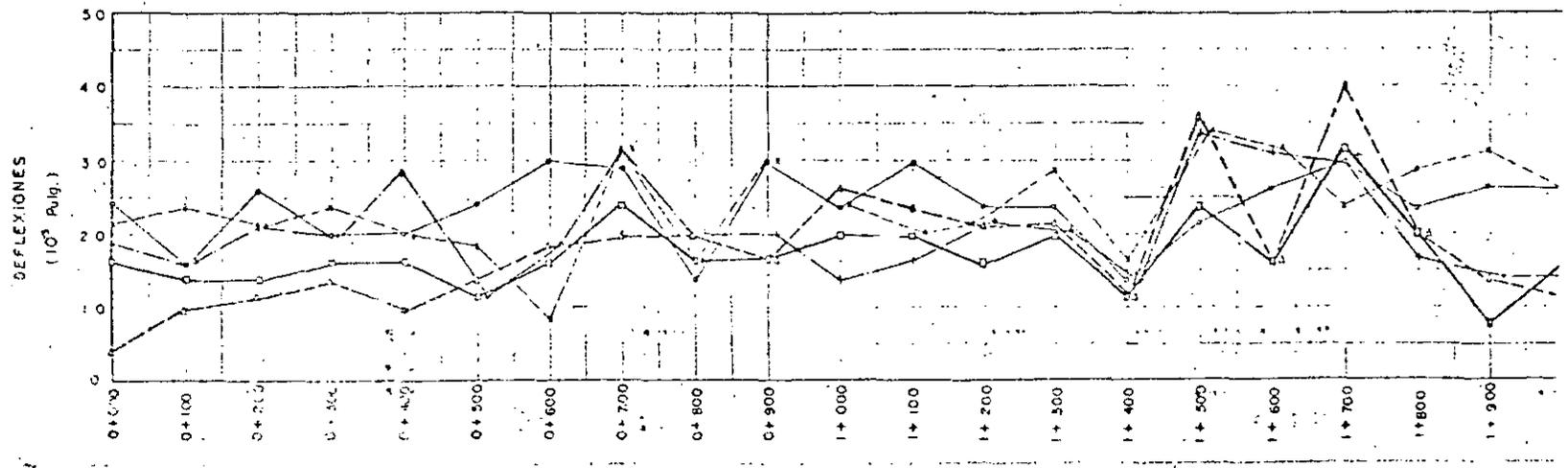
EL JEFE DE LA SECCION  
Ing. Tiburcio Delgado Briseño

FRANCO ROQUE J. ANTONIO SUAGA ORTIZ

### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR

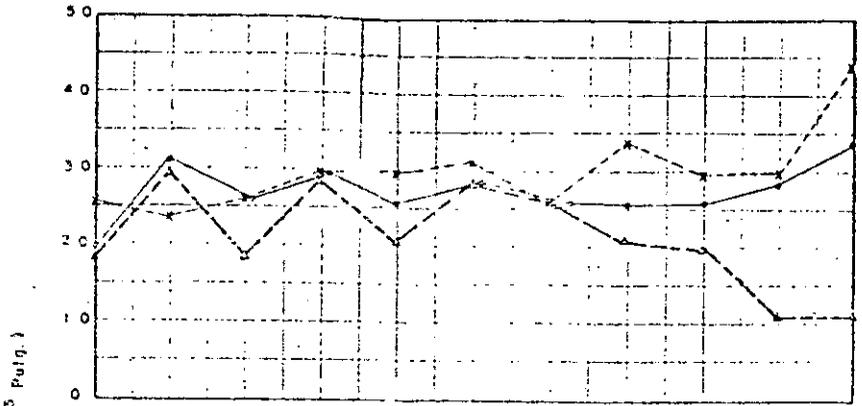


### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR

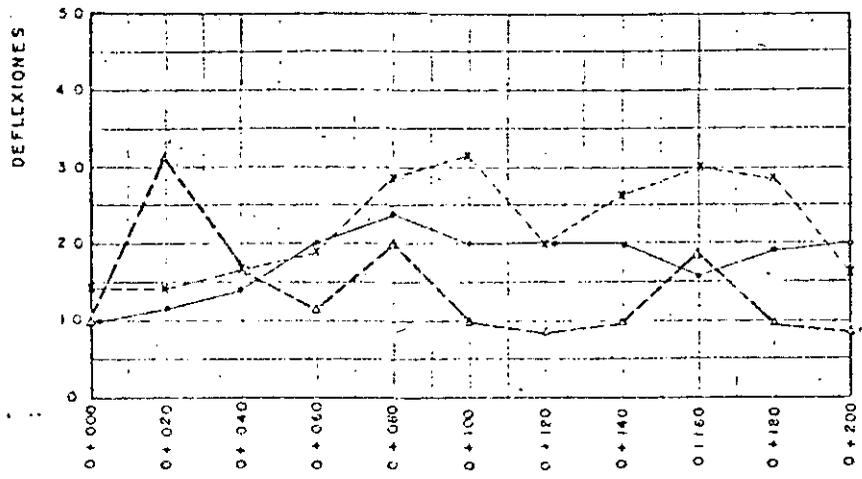


21-B

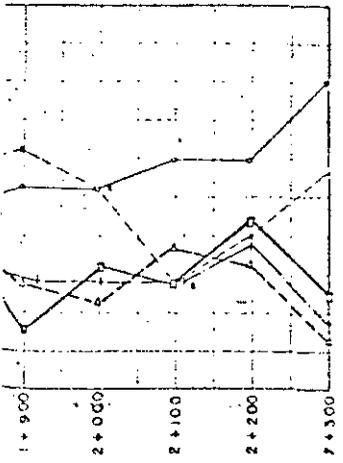
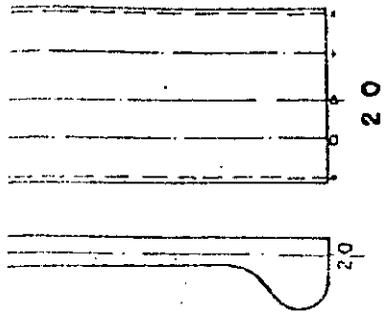
### RODAJE BRAVO



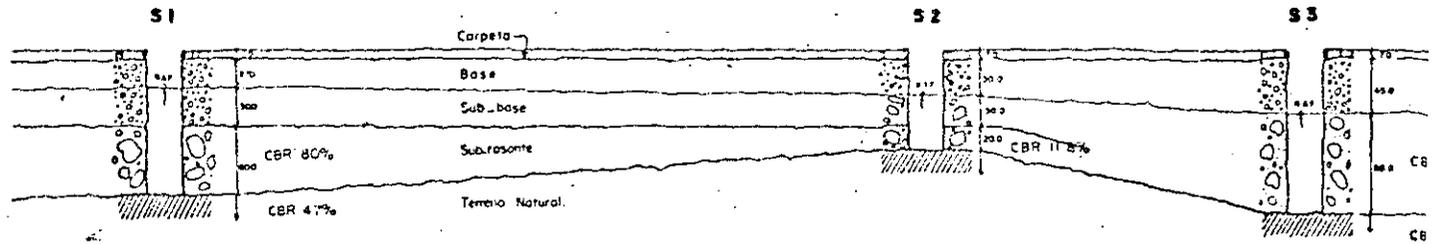
### RODAJE ALFA



(ORIGEN: PISTA)

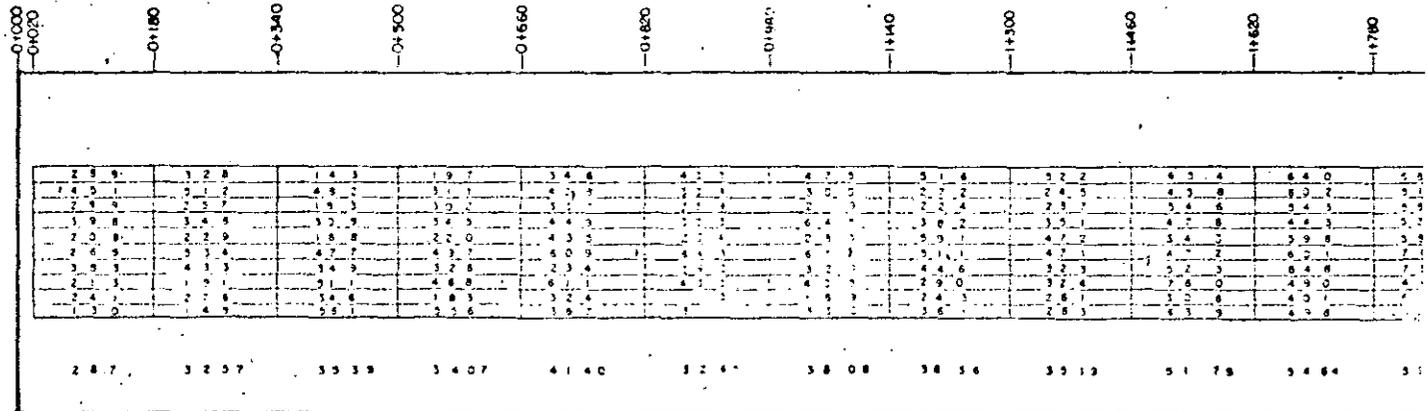


## PERFIL ESTRATIGRAFICO



21-C

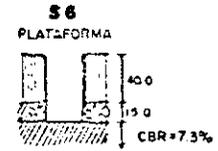
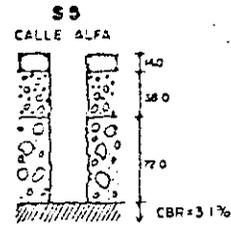
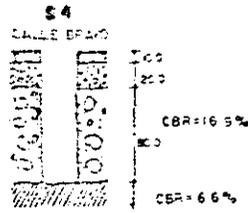
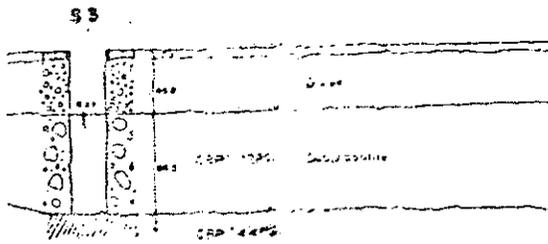
## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1984)



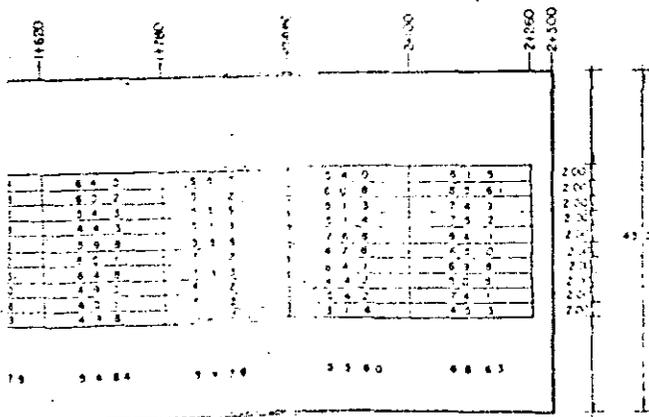
02

08076597860  
 S.F. J.

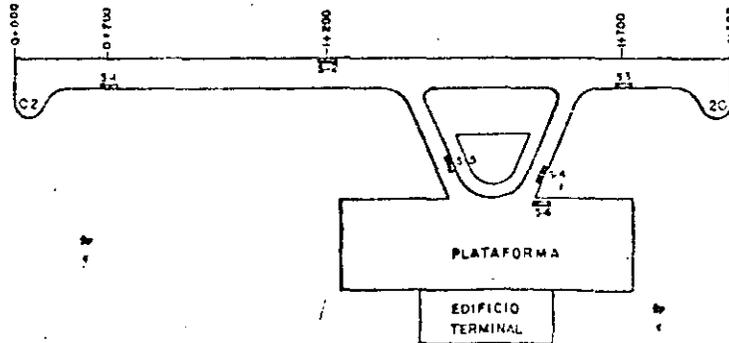
Horizontal. 1 : 5000  
 ESCALA Vertical. 1 : 500



NOTA  
EDTAS EN CM.  
CBR=IPS



CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS



SIMBOLOGIA

- EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◆ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- ▨ CARPETA ASFALTICA
- ▩ SUB-ROSANTE
- ◻ ARENA CON BOLECS
- ▩ SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- ▩ TERRENO NATURAL (APOLLAI)
- ▩ ARCILLA CON BOLECS
- ▩ ESPESOR INDEFINIDO
- ▩ VALORES DE INDICE DE PERFIL MAYORES DE 60
- ▩ ENTRE 40 Y 60
- ▩ MENORES DE 40

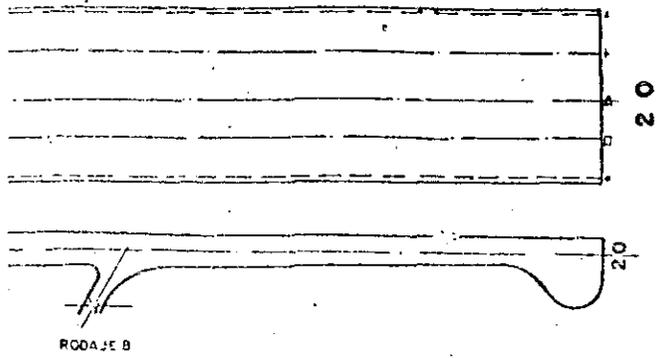
21-9

|   |  |
|---|--|
| <b>SCT</b>                                | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS |
|   | <b>AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.<br/>EVALUACION DE PAVIMENTOS</b><br>(Trabajos de Campo)                                  |
|   | EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br><br>Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez   |
| México, D.F. Febrero 1964      1 Plano No |  |

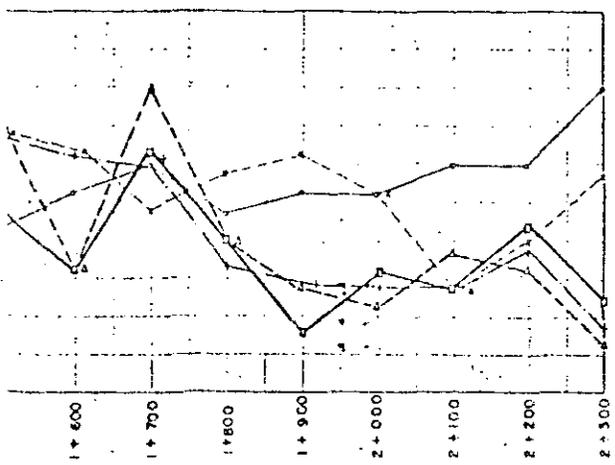
|  |
|--|
| <b>ELABORACION</b>                                 |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><br>Ing. Manuel Cero Diaz |
| EL JEFE DE LA SECCION<br><br>Ing. Manuel Cero Diaz |
| HONORARIOS J. ANTONIO ZUNIGA ORTIZ                 |



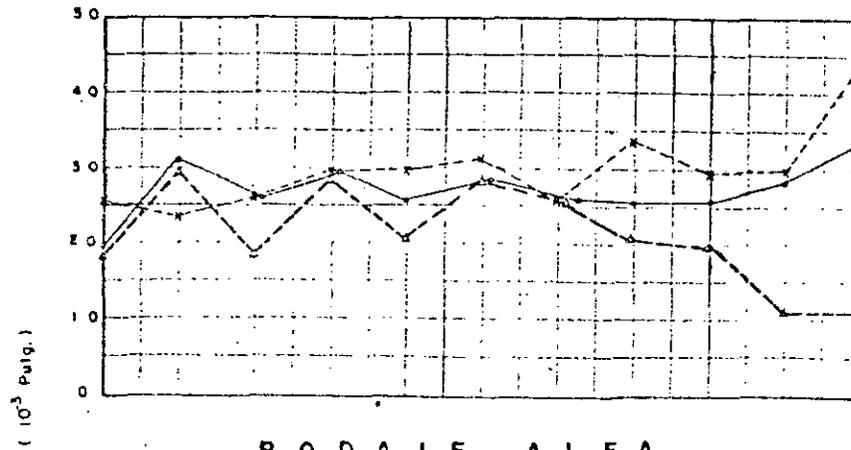
ANDAR



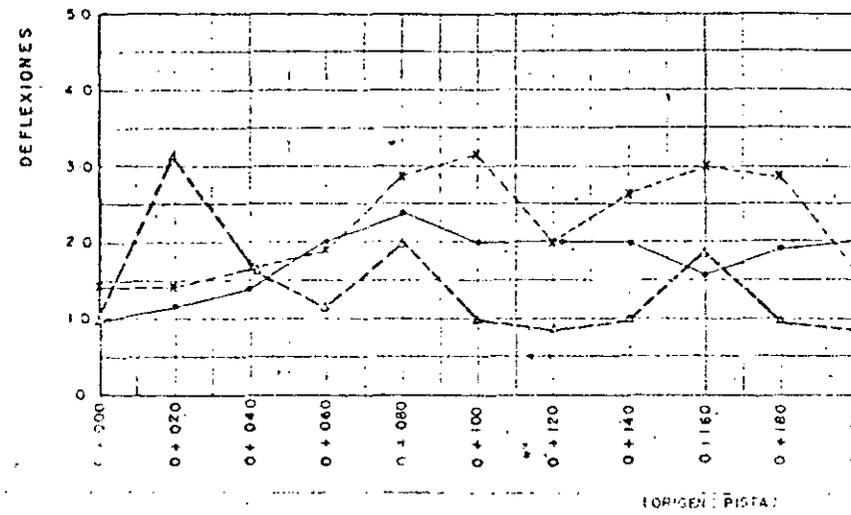
NDAR



RODAJE BRAVO

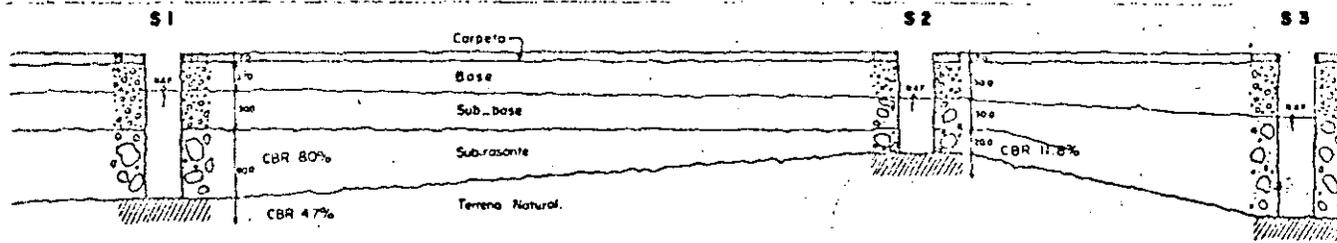


RODAJE ALFA



22-B

# PERFIL ESTRATIGRAFICO



22.e

## ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1984)

| Station | 0+000 | 0+020 | 0+180 | 0+340 | 0+500 | 0+660 | 0+820 | 0+980 | 1+140 | 1+300 | 1+460 | 1+620 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1       | 2.89  | 3.28  | 1.43  | 1.97  | 3.68  | 4.03  | 4.75  | 5.14  | 5.22  | 6.54  | 6.60  | 6.60  |
| 2       | 4.31  | 5.12  | 4.52  | 3.11  | 4.58  | 3.58  | 3.00  | 2.72  | 2.45  | 4.39  | 4.43  | 4.43  |
| 3       | 3.39  | 3.57  | 1.93  | 1.02  | 4.39  | 3.39  | 3.18  | 2.82  | 2.55  | 3.88  | 3.92  | 3.92  |
| 4       | 2.09  | 2.29  | 1.88  | 2.20  | 4.35  | 3.35  | 2.85  | 2.57  | 2.30  | 3.63  | 3.67  | 3.67  |
| 5       | 2.62  | 3.34  | 4.77  | 4.97  | 4.09  | 4.29  | 4.54  | 3.11  | 4.72  | 6.27  | 6.31  | 6.31  |
| 6       | 3.89  | 4.31  | 3.49  | 3.28  | 2.34  | 2.62  | 3.26  | 4.48  | 3.23  | 5.27  | 5.31  | 5.31  |
| 7       | 2.15  | 3.11  | 3.11  | 1.54  | 4.1   | 4.00  | 4.03  | 2.80  | 3.24  | 3.68  | 3.72  | 3.72  |
| 8       | 2.41  | 2.11  | 3.48  | 1.83  | 3.24  | 1.75  | 1.87  | 2.43  | 2.61  | 3.08  | 3.12  | 3.12  |
| 9       | 3.0   | 3.8   | 3.51  | 3.8   | 3.67  | 3.11  | 3.13  | 3.67  | 2.63  | 4.39  | 4.43  | 4.43  |
| Sum     | 28.7  | 32.57 | 35.39 | 34.07 | 41.40 | 32.67 | 36.08 | 38.38 | 35.19 | 51.79 | 54.64 | 54.64 |

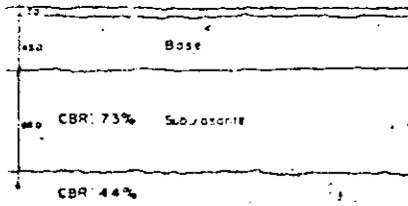
0.2

EJES

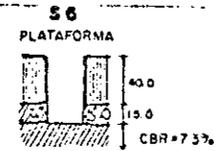
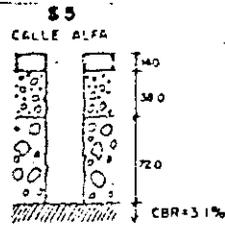
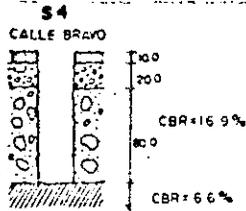
108765321  
131597860

Proyecto LP

ESCALA Horizontal: 1:5000  
Vertical: 1:500



NOTA  
COTAS EN CM.  
CBR = VPS

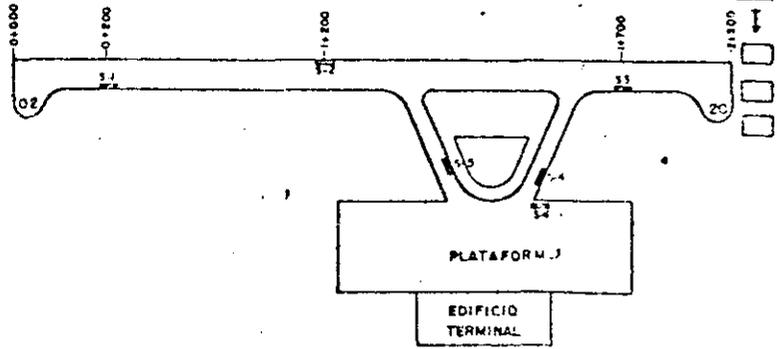


SIMBOLOGIA

- EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◊ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- ▭ CARRETA ASFALTICA
- ◻ SUB-ASPHALTE
- ◻ ARENA CON SOLED
- ◻ SUB-BASE Y/O BASE ASFALTICA
- ◻ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- ◻ ARCILLA CON SOLED
- ◻ ESPESOR ACCESORIO
- VALORES DE INDICE DE PERFIL
- ENTRE 40 Y 60
- MEHORES DE 40

22.1

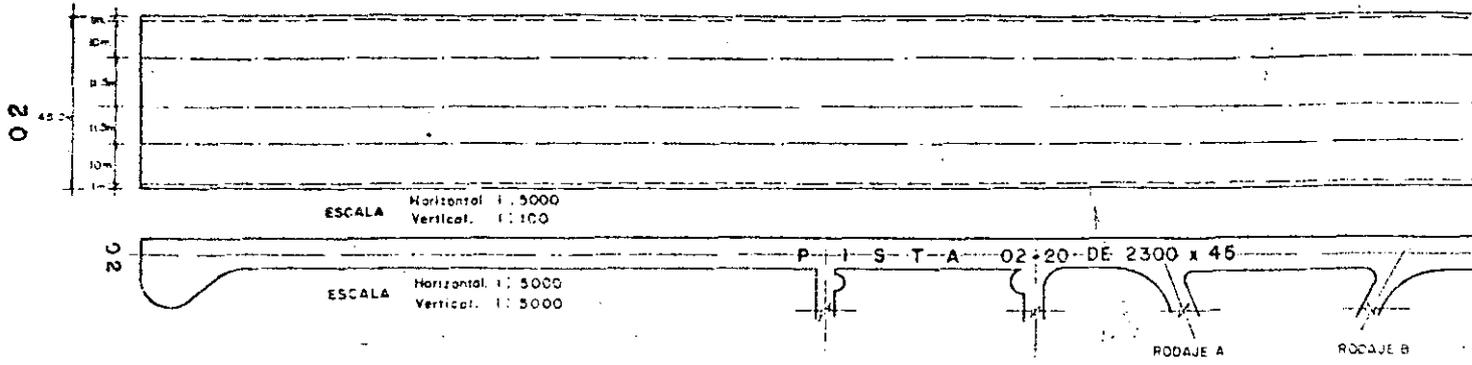
CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS



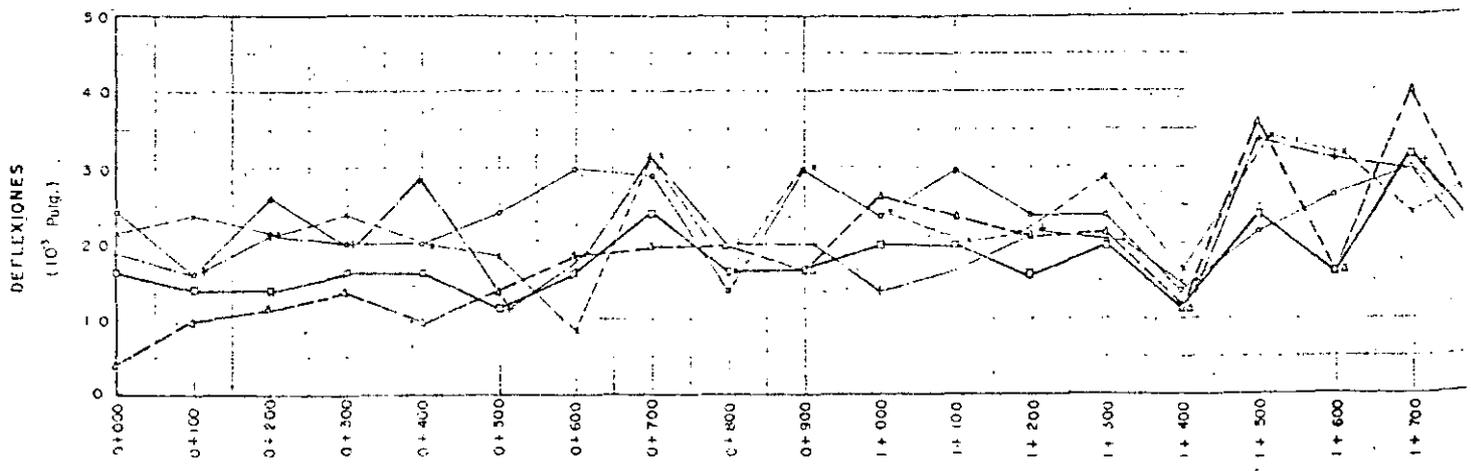
|       |       |      |       |       |      |
|-------|-------|------|-------|-------|------|
| 11760 | 11940 | 2100 | 21260 | 21300 |      |
| 6.0   | 5.8   | 4.7  | 3.2   | 2.0   | 2.00 |
| 5.1   | 4.9   | 3.8  | 2.5   | 1.5   | 2.00 |
| 5.3   | 5.1   | 4.0  | 2.7   | 1.6   | 2.00 |
| 5.4   | 5.2   | 4.1  | 2.8   | 1.7   | 2.00 |
| 5.5   | 5.3   | 4.2  | 2.9   | 1.8   | 2.00 |
| 5.6   | 5.4   | 4.3  | 3.0   | 1.9   | 2.00 |
| 5.7   | 5.5   | 4.4  | 3.1   | 2.0   | 2.00 |
| 5.8   | 5.6   | 4.5  | 3.2   | 2.1   | 2.00 |
| 5.9   | 5.7   | 4.6  | 3.3   | 2.2   | 2.00 |
| 6.0   | 5.8   | 4.7  | 3.4   | 2.3   | 2.00 |
| 6.1   | 5.9   | 4.8  | 3.5   | 2.4   | 2.00 |
| 6.2   | 6.0   | 4.9  | 3.6   | 2.5   | 2.00 |
| 6.3   | 6.1   | 5.0  | 3.7   | 2.6   | 2.00 |
| 6.4   | 6.2   | 5.1  | 3.8   | 2.7   | 2.00 |
| 6.5   | 6.3   | 5.2  | 3.9   | 2.8   | 2.00 |
| 6.6   | 6.4   | 5.3  | 4.0   | 2.9   | 2.00 |
| 6.7   | 6.5   | 5.4  | 4.1   | 3.0   | 2.00 |
| 6.8   | 6.6   | 5.5  | 4.2   | 3.1   | 2.00 |
| 6.9   | 6.7   | 5.6  | 4.3   | 3.2   | 2.00 |
| 7.0   | 6.8   | 5.7  | 4.4   | 3.3   | 2.00 |
| 7.1   | 6.9   | 5.8  | 4.5   | 3.4   | 2.00 |
| 7.2   | 7.0   | 5.9  | 4.6   | 3.5   | 2.00 |
| 7.3   | 7.1   | 6.0  | 4.7   | 3.6   | 2.00 |
| 7.4   | 7.2   | 6.1  | 4.8   | 3.7   | 2.00 |
| 7.5   | 7.3   | 6.2  | 4.9   | 3.8   | 2.00 |
| 7.6   | 7.4   | 6.3  | 5.0   | 3.9   | 2.00 |
| 7.7   | 7.5   | 6.4  | 5.1   | 4.0   | 2.00 |
| 7.8   | 7.6   | 6.5  | 5.2   | 4.1   | 2.00 |
| 7.9   | 7.7   | 6.6  | 5.3   | 4.2   | 2.00 |
| 8.0   | 7.8   | 6.7  | 5.4   | 4.3   | 2.00 |
| 8.1   | 7.9   | 6.8  | 5.5   | 4.4   | 2.00 |
| 8.2   | 8.0   | 6.9  | 5.6   | 4.5   | 2.00 |
| 8.3   | 8.1   | 7.0  | 5.7   | 4.6   | 2.00 |
| 8.4   | 8.2   | 7.1  | 5.8   | 4.7   | 2.00 |
| 8.5   | 8.3   | 7.2  | 5.9   | 4.8   | 2.00 |
| 8.6   | 8.4   | 7.3  | 6.0   | 4.9   | 2.00 |
| 8.7   | 8.5   | 7.4  | 6.1   | 5.0   | 2.00 |
| 8.8   | 8.6   | 7.5  | 6.2   | 5.1   | 2.00 |
| 8.9   | 8.7   | 7.6  | 6.3   | 5.2   | 2.00 |
| 9.0   | 8.8   | 7.7  | 6.4   | 5.3   | 2.00 |
| 9.1   | 8.9   | 7.8  | 6.5   | 5.4   | 2.00 |
| 9.2   | 9.0   | 7.9  | 6.6   | 5.5   | 2.00 |
| 9.3   | 9.1   | 8.0  | 6.7   | 5.6   | 2.00 |
| 9.4   | 9.2   | 8.1  | 6.8   | 5.7   | 2.00 |
| 9.5   | 9.3   | 8.2  | 6.9   | 5.8   | 2.00 |
| 9.6   | 9.4   | 8.3  | 7.0   | 5.9   | 2.00 |
| 9.7   | 9.5   | 8.4  | 7.1   | 6.0   | 2.00 |
| 9.8   | 9.6   | 8.5  | 7.2   | 6.1   | 2.00 |
| 9.9   | 9.7   | 8.6  | 7.3   | 6.2   | 2.00 |
| 10.0  | 9.8   | 8.7  | 7.4   | 6.3   | 2.00 |
| 10.1  | 9.9   | 8.8  | 7.5   | 6.4   | 2.00 |
| 10.2  | 10.0  | 8.9  | 7.6   | 6.5   | 2.00 |
| 10.3  | 10.1  | 9.0  | 7.7   | 6.6   | 2.00 |
| 10.4  | 10.2  | 9.1  | 7.8   | 6.7   | 2.00 |
| 10.5  | 10.3  | 9.2  | 7.9   | 6.8   | 2.00 |
| 10.6  | 10.4  | 9.3  | 8.0   | 6.9   | 2.00 |
| 10.7  | 10.5  | 9.4  | 8.1   | 7.0   | 2.00 |
| 10.8  | 10.6  | 9.5  | 8.2   | 7.1   | 2.00 |
| 10.9  | 10.7  | 9.6  | 8.3   | 7.2   | 2.00 |
| 11.0  | 10.8  | 9.7  | 8.4   | 7.3   | 2.00 |
| 11.1  | 10.9  | 9.8  | 8.5   | 7.4   | 2.00 |
| 11.2  | 11.0  | 9.9  | 8.6   | 7.5   | 2.00 |
| 11.3  | 11.1  | 10.0 | 8.7   | 7.6   | 2.00 |
| 11.4  | 11.2  | 10.1 | 8.8   | 7.7   | 2.00 |
| 11.5  | 11.3  | 10.2 | 8.9   | 7.8   | 2.00 |
| 11.6  | 11.4  | 10.3 | 9.0   | 7.9   | 2.00 |
| 11.7  | 11.5  | 10.4 | 9.1   | 8.0   | 2.00 |
| 11.8  | 11.6  | 10.5 | 9.2   | 8.1   | 2.00 |
| 11.9  | 11.7  | 10.6 | 9.3   | 8.2   | 2.00 |
| 12.0  | 11.8  | 10.7 | 9.4   | 8.3   | 2.00 |
| 12.1  | 11.9  | 10.8 | 9.5   | 8.4   | 2.00 |
| 12.2  | 12.0  | 10.9 | 9.6   | 8.5   | 2.00 |
| 12.3  | 12.1  | 11.0 | 9.7   | 8.6   | 2.00 |
| 12.4  | 12.2  | 11.1 | 9.8   | 8.7   | 2.00 |
| 12.5  | 12.3  | 11.2 | 9.9   | 8.8   | 2.00 |
| 12.6  | 12.4  | 11.3 | 10.0  | 8.9   | 2.00 |
| 12.7  | 12.5  | 11.4 | 10.1  | 9.0   | 2.00 |
| 12.8  | 12.6  | 11.5 | 10.2  | 9.1   | 2.00 |
| 12.9  | 12.7  | 11.6 | 10.3  | 9.2   | 2.00 |
| 13.0  | 12.8  | 11.7 | 10.4  | 9.3   | 2.00 |
| 13.1  | 12.9  | 11.8 | 10.5  | 9.4   | 2.00 |
| 13.2  | 13.0  | 11.9 | 10.6  | 9.5   | 2.00 |
| 13.3  | 13.1  | 12.0 | 10.7  | 9.6   | 2.00 |
| 13.4  | 13.2  | 12.1 | 10.8  | 9.7   | 2.00 |
| 13.5  | 13.3  | 12.2 | 10.9  | 9.8   | 2.00 |
| 13.6  | 13.4  | 12.3 | 11.0  | 9.9   | 2.00 |
| 13.7  | 13.5  | 12.4 | 11.1  | 10.0  | 2.00 |
| 13.8  | 13.6  | 12.5 | 11.2  | 10.1  | 2.00 |
| 13.9  | 13.7  | 12.6 | 11.3  | 10.2  | 2.00 |
| 14.0  | 13.8  | 12.7 | 11.4  | 10.3  | 2.00 |
| 14.1  | 13.9  | 12.8 | 11.5  | 10.4  | 2.00 |
| 14.2  | 14.0  | 12.9 | 11.6  | 10.5  | 2.00 |
| 14.3  | 14.1  | 13.0 | 11.7  | 10.6  | 2.00 |
| 14.4  | 14.2  | 13.1 | 11.8  | 10.7  | 2.00 |
| 14.5  | 14.3  | 13.2 | 11.9  | 10.8  | 2.00 |
| 14.6  | 14.4  | 13.3 | 12.0  | 10.9  | 2.00 |
| 14.7  | 14.5  | 13.4 | 12.1  | 11.0  | 2.00 |
| 14.8  | 14.6  | 13.5 | 12.2  | 11.1  | 2.00 |
| 14.9  | 14.7  | 13.6 | 12.3  | 11.2  | 2.00 |
| 15.0  | 14.8  | 13.7 | 12.4  | 11.3  | 2.00 |
| 15.1  | 14.9  | 13.8 | 12.5  | 11.4  | 2.00 |
| 15.2  | 15.0  | 13.9 | 12.6  | 11.5  | 2.00 |
| 15.3  | 15.1  | 14.0 | 12.7  | 11.6  | 2.00 |
| 15.4  | 15.2  | 14.1 | 12.8  | 11.7  | 2.00 |
| 15.5  | 15.3  | 14.2 | 12.9  | 11.8  | 2.00 |
| 15.6  | 15.4  | 14.3 | 13.0  | 11.9  | 2.00 |
| 15.7  | 15.5  | 14.4 | 13.1  | 12.0  | 2.00 |
| 15.8  | 15.6  | 14.5 | 13.2  | 12.1  | 2.00 |
| 15.9  | 15.7  | 14.6 | 13.3  | 12.2  | 2.00 |
| 16.0  | 15.8  | 14.7 | 13.4  | 12.3  | 2.00 |
| 16.1  | 15.9  | 14.8 | 13.5  | 12.4  | 2.00 |
| 16.2  | 16.0  | 14.9 | 13.6  | 12.5  | 2.00 |
| 16.3  | 16.1  | 15.0 | 13.7  | 12.6  | 2.00 |
| 16.4  | 16.2  | 15.1 | 13.8  | 12.7  | 2.00 |
| 16.5  | 16.3  | 15.2 | 13.9  | 12.8  | 2.00 |
| 16.6  | 16.4  | 15.3 | 14.0  | 12.9  | 2.00 |
| 16.7  | 16.5  | 15.4 | 14.1  | 13.0  | 2.00 |
| 16.8  | 16.6  | 15.5 | 14.2  | 13.1  | 2.00 |
| 16.9  | 16.7  | 15.6 | 14.3  | 13.2  | 2.00 |
| 17.0  | 16.8  | 15.7 | 14.4  | 13.3  | 2.00 |
| 17.1  | 16.9  | 15.8 | 14.5  | 13.4  | 2.00 |
| 17.2  | 17.0  | 15.9 | 14.6  | 13.5  | 2.00 |
| 17.3  | 17.1  | 16.0 | 14.7  | 13.6  | 2.00 |
| 17.4  | 17.2  | 16.1 | 14.8  | 13.7  | 2.00 |
| 17.5  | 17.3  | 16.2 | 14.9  | 13.8  | 2.00 |
| 17.6  | 17.4  | 16.3 | 15.0  | 13.9  | 2.00 |
| 17.7  | 17.5  | 16.4 | 15.1  | 14.0  | 2.00 |
| 17.8  | 17.6  | 16.5 | 15.2  | 14.1  | 2.00 |
| 17.9  | 17.7  | 16.6 | 15.3  | 14.2  | 2.00 |
| 18.0  | 17.8  | 16.7 | 15.4  | 14.3  | 2.00 |
| 18.1  | 17.9  | 16.8 | 15.5  | 14.4  | 2.00 |
| 18.2  | 18.0  | 16.9 | 15.6  | 14.5  | 2.00 |
| 18.3  | 18.1  | 17.0 | 15.7  | 14.6  | 2.00 |
| 18.4  | 18.2  | 17.1 | 15.8  | 14.7  | 2.00 |
| 18.5  | 18.3  | 17.2 | 15.9  | 14.8  | 2.00 |
| 18.6  | 18.4  | 17.3 | 16.0  | 14.9  | 2.00 |
| 18.7  | 18.5  | 17.4 | 16.1  | 15.0  | 2.00 |
| 18.8  | 18.6  | 17.5 | 16.2  | 15.1  | 2.00 |
| 18.9  | 18.7  | 17.6 | 16.3  | 15.2  | 2.00 |
| 19.0  | 18.8  | 17.7 | 16.4  | 15.3  | 2.00 |
| 19.1  | 18.9  | 17.8 | 16.5  | 15.4  | 2.00 |
| 19.2  | 19.0  | 17.9 | 16.6  | 15.5  | 2.00 |
| 19.3  | 19.1  | 18.0 | 16.7  | 15.6  | 2.00 |
| 19.4  | 19.2  | 18.1 | 16.8  | 15.7  | 2.00 |
| 19.5  | 19.3  | 18.2 | 16.9  | 15.8  | 2.00 |
| 19.6  | 19.4  | 18.3 | 17.0  | 15.9  | 2.00 |
| 19.7  | 19.5  | 18.4 | 17.1  | 16.0  | 2.00 |
| 19.8  | 19.6  | 18.5 | 17.2  | 16.1  | 2.00 |
| 19.9  | 19.7  | 18.6 | 17.3  | 16.2  | 2.00 |
| 20.0  | 19.8  | 18.7 | 17.4  | 16.3  | 2.00 |
| 20.1  | 19.9  | 18.8 | 17.5  | 16.4  | 2.00 |
| 20.2  | 20.0  | 18.9 | 17.6  | 16.5  | 2.00 |
| 20.3  | 20.1  | 19.0 | 17.7  | 16.6  | 2.00 |
| 20.4  | 20.2  | 19.1 | 17.8  | 16.7  | 2.00 |
| 20.5  | 20.3  | 19.2 | 17.9  | 16.8  | 2.00 |
| 20.6  | 20.4  | 19.3 | 18.0  | 16.9  | 2.00 |
| 20.7  | 20.5  | 19.4 | 18.1  | 17.0  | 2.00 |
| 20.8  | 20.6  | 19.5 | 18.2  | 17.1  | 2.00 |
| 20.9  | 20.7  | 19.6 | 18.3  | 17.2  | 2.00 |
| 21.0  | 20.8  | 19.7 | 18.4  | 17.3  | 2.00 |
| 21.1  | 20.9  | 19.8 | 18.5  | 17.4  | 2.00 |
| 21.2  | 21.0  | 19.9 | 18.6  | 17.5  | 2.00 |
| 21.3  | 21.1  | 20.0 | 18.7  | 17.6  | 2.00 |
| 21.4  | 21.2  | 20.1 | 18.8  | 17.7  | 2.00 |
| 21.5  | 21.3  | 20.2 | 18.9  | 17.8  | 2.00 |
| 21.6  | 21.4  | 20.3 | 19.0  | 17.9  | 2.00 |
| 21.7  | 21.5  | 20.4 | 19.1  | 18.0  | 2.00 |
| 21.8  | 21.6  | 20.5 | 19.2  | 18.1  | 2.00 |
| 21.9  | 21.7  | 20.6 | 19.3  | 18.2  | 2.00 |
| 22.0  | 21.8  | 20.7 | 19.4  | 18.3  | 2.00 |
| 22.1  | 21.9  | 20.8 | 19.5  | 18.4  | 2.00 |
| 22.2  | 22.0  | 20.9 | 19.6  | 18.5  | 2.00 |
| 22.3  | 22.1  | 21.0 | 19.7  | 18.6  | 2.00 |
| 22.4  | 22.2  | 21.1 | 19    |       |      |

23-A

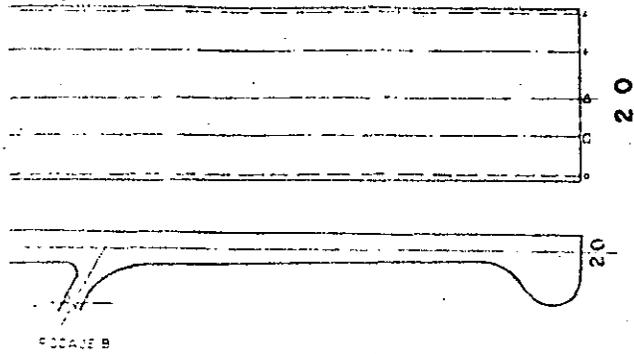
EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



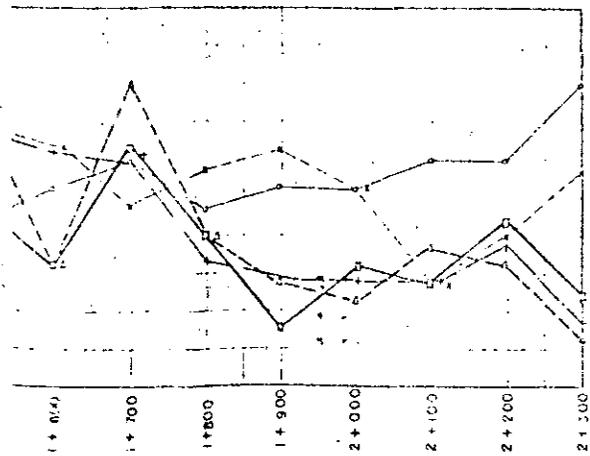
DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



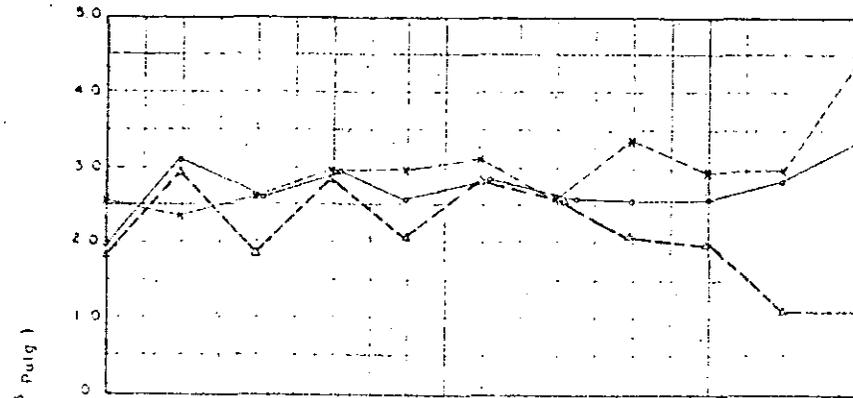
IDAR



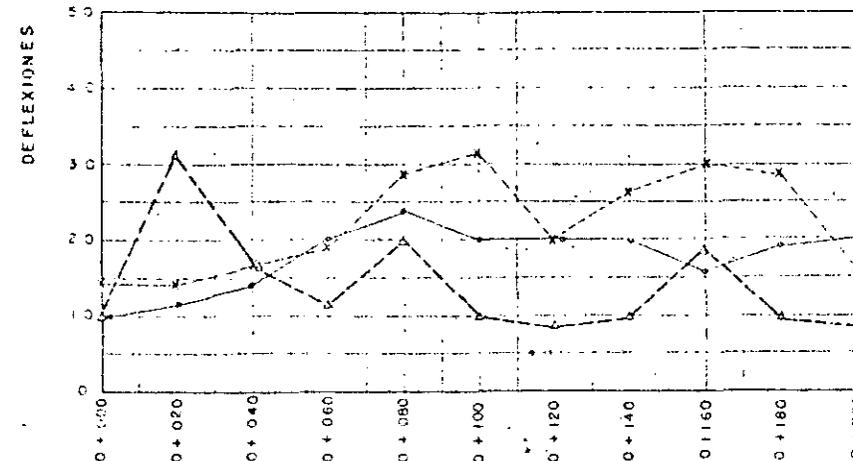
IDAR



RODAJE BRAVO



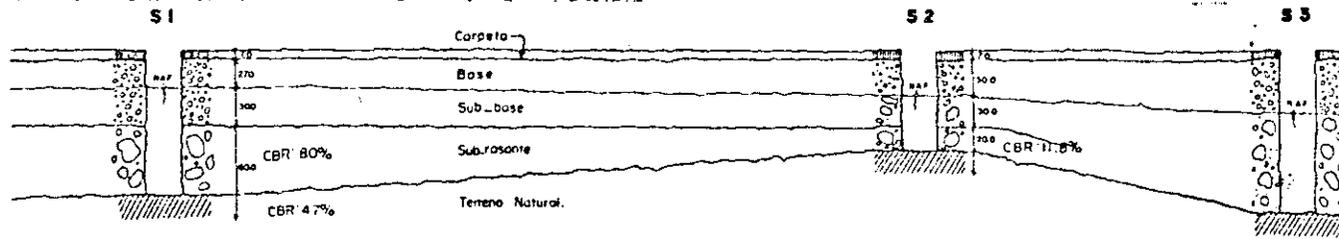
RODAJE ALFA



(ORIGEN PISTA)

23-B

# PERFIL ESTRATIGRAFICO



23-C

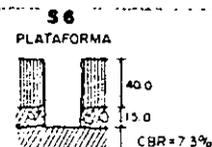
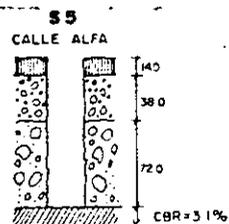
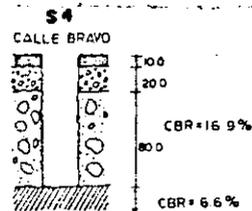
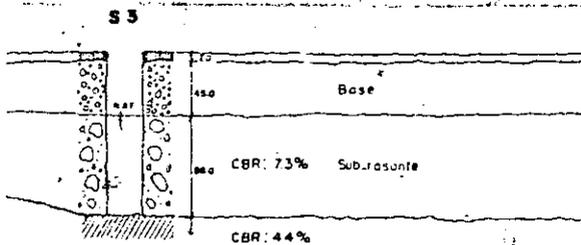
# ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL (Diciembre 1984)

|                 | 0+1000      | 0+1020       | 0+180        | 0+340        | 0+500        | 0+660        | 1+140        | 0+980        | 1+140        | 1+300        | 1+460        | 1+620 |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| 1               | 28.9        | 32.8         | 14.3         | 19.7         | 34.6         | 4.3          | 47.3         | 51.6         | 52.7         | 65.4         | 64.0         | 64.0  |
| 2               | 4.3         | 5.2          | 4.8          | 3.1          | 4.0          | 4.3          | 3.0          | 2.7          | 2.4          | 4.3          | 6.0          | 6.0   |
| 3               | 2.3         | 2.3          | 1.3          | 1.0          | 1.4          | 1.4          | 1.1          | 0.8          | 0.7          | 1.4          | 1.4          | 1.4   |
| 4               | 5.0         | 5.4          | 3.0          | 3.4          | 4.4          | 4.4          | 6.4          | 3.8          | 3.5          | 3.7          | 6.0          | 6.0   |
| 5               | 2.0         | 2.2          | 1.8          | 2.2          | 3.3          | 3.3          | 2.8          | 3.9          | 4.7          | 3.4          | 3.9          | 3.9   |
| 6               | 2.6         | 3.3          | 4.7          | 4.9          | 6.0          | 6.0          | 6.5          | 5.1          | 4.7          | 5.2          | 6.0          | 6.0   |
| 7               | 3.8         | 4.3          | 3.4          | 3.2          | 2.5          | 2.5          | 2.6          | 4.4          | 3.3          | 3.7          | 3.3          | 3.3   |
| 8               | 2.1         | 1.9          | 3.1          | 4.6          | 6.1          | 6.1          | 4.0          | 2.9          | 3.2          | 3.0          | 4.0          | 4.0   |
| 9               | 2.8         | 2.7          | 3.4          | 1.9          | 3.7          | 3.7          | 1.8          | 2.4          | 1.6          | 1.6          | 2.7          | 2.7   |
| 10              | 1.3         | 1.4          | 2.6          | 2.5          | 3.6          | 3.6          | 1.5          | 3.6          | 2.6          | 2.6          | 3.9          | 3.9   |
| <b>Promedio</b> | <b>28.7</b> | <b>32.37</b> | <b>35.39</b> | <b>34.07</b> | <b>41.43</b> | <b>32.67</b> | <b>58.08</b> | <b>38.36</b> | <b>33.19</b> | <b>51.79</b> | <b>54.44</b> |       |

20

EJES  
0087654321

ESCALA Horizontal. 1 : 5000  
Vertical. 1 : 500



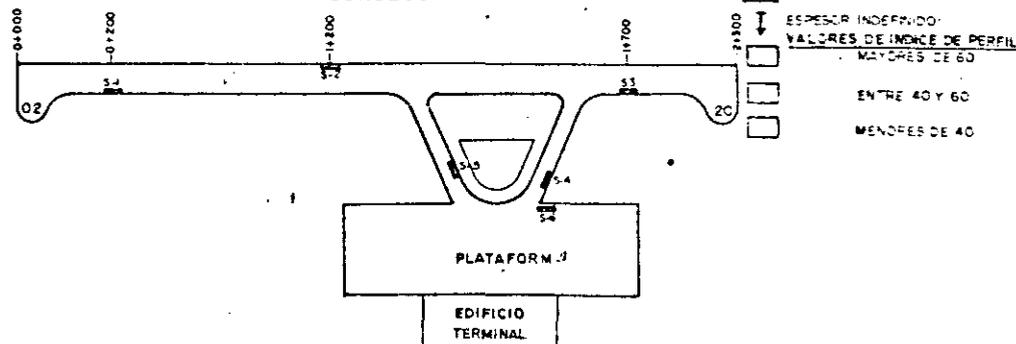
NOTA:  
 COTAS EN CM.  
 CBR = VRS

**SIMBOLOGIA**

- EJE DERECHO
- EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◊ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- CARPETA ASFALTICA
- SUB-BASANTE
- ARENA CON BOLEDO
- SUB-BASE 1
- BASE 1
- TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- APOCILA CON BOLEDO
- ↓ ESPECIMEN INDEFINIDO
- VALORES DE INDICE DE PERFIL
- MAYORES DE 60
- ENTRE 40 Y 60
- MENORES DE 40

23-D

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



|    |       |       |       |       |       |       |      |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|    | 1+620 | 1+780 | 1+940 | 2+100 | 2+260 | 2+300 |      |
| 4  | 64.0  | 68.7  | 73.0  | 61.3  |       |       | 2.00 |
| 5  | 60.7  | 65.2  | 60.8  | 63.8  |       |       | 2.00 |
| 6  | 54.3  | 58.3  | 51.1  | 74.9  |       |       | 2.00 |
| 7  | 44.3  | 52.3  | 31.1  | 75.2  |       |       | 2.00 |
| 8  | 59.8  | 58.8  | 76.8  | 64.1  |       |       | 2.00 |
| 9  | 60.1  | 71.2  | 47.8  | 63.10 |       |       | 2.00 |
| 10 | 64.8  | 73.3  | 64.1  | 63.8  |       |       | 2.05 |
| 11 | 49.0  | 41.2  | 44.2  | 50.8  |       |       | 2.1  |
| 12 | 47.1  | 61.2  | 34.2  | 74.1  |       |       | 2.25 |
| 13 | 49.8  | 61.7  | 31.4  | 43.3  |       |       | 2.00 |
| 79 | 54.64 | 59.79 | 53.60 | 68.63 |       |       |      |

**SCT** DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS  
 DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES  
 OFICINA DE ESTUDIOS SECTORES E HIDRAULICOS

**AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN. EVALUACION DE PAVIMENTOS (Trabajos de Campo)**

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO  
 Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez

México, D.F. Febrero 1934

**ELABORACION**

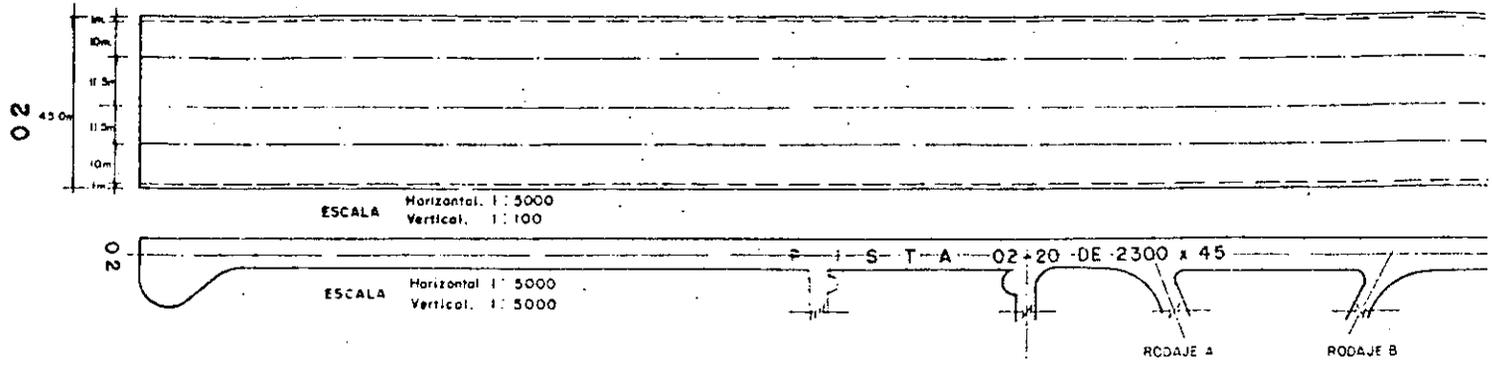
EL JEFE DE LA OFICINA  
 Ing. Manuel Cerro Diaz

EL JEFE DE LA SECCION  
 Ing. Trinidad Delgado Briseño

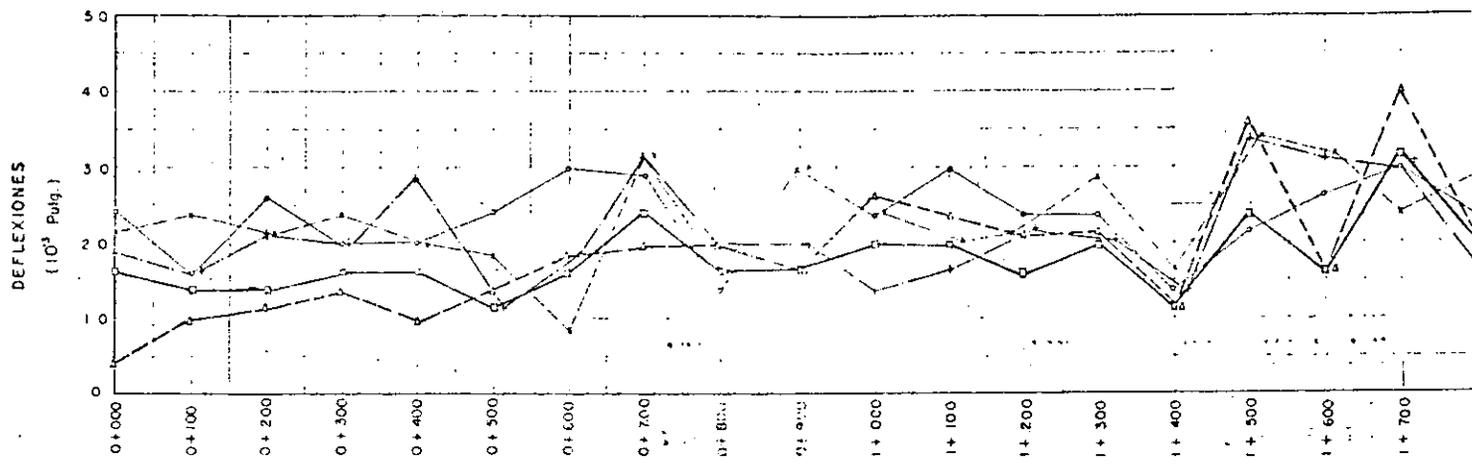
FORMOYDIBLAD J ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ

24-A

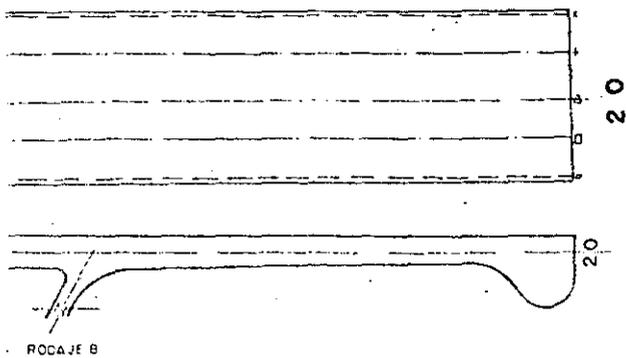
### EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



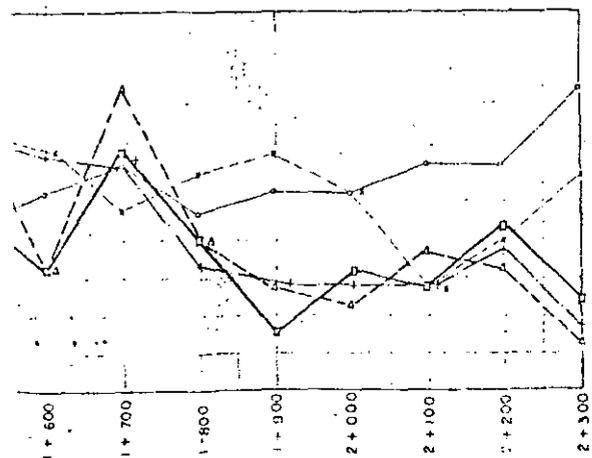
### DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



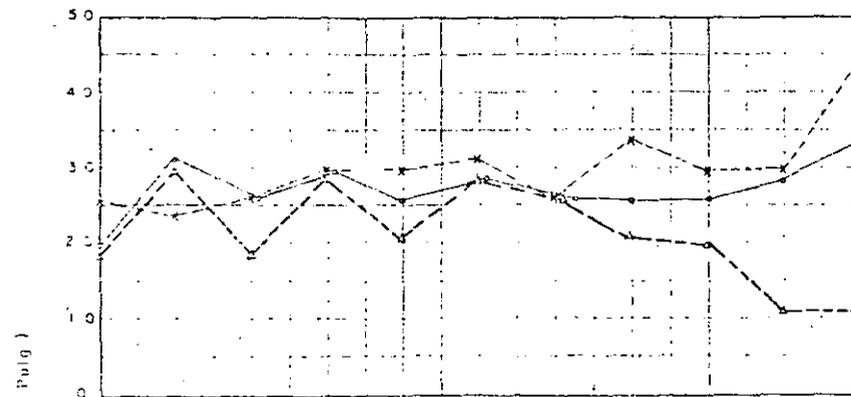
DAR



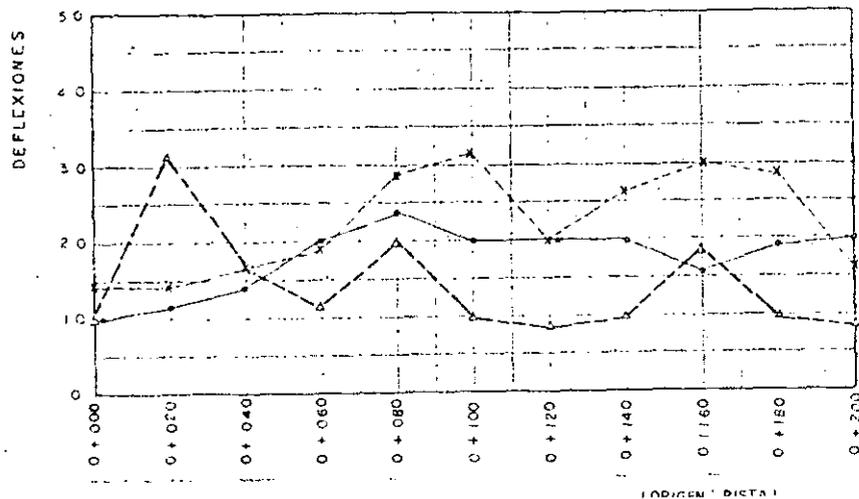
AR



### RODAJE BRAVO



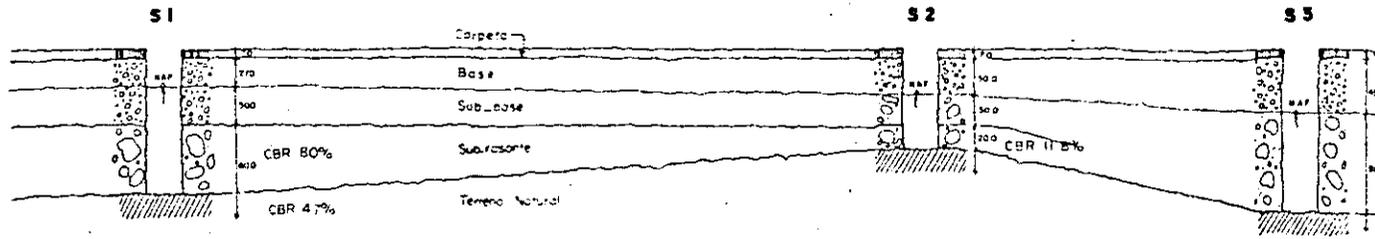
### RODAJE ALFA



24-B

(MÁS A DISTANCIA)

### PERFIL ESTRATIGRAFICO



### ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL

(Diciembre 1984)

24-e

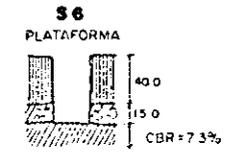
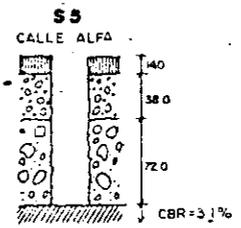
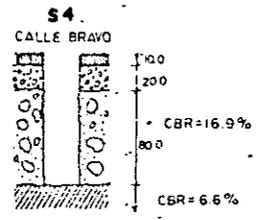
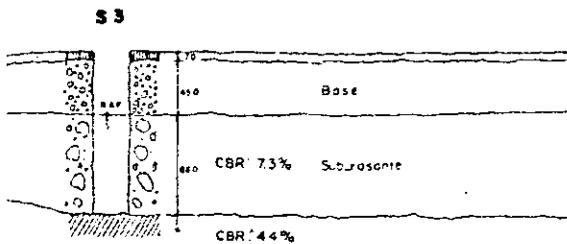
20

EJES  
10987654321

| Station | 0+000 | 0+020 | 0+180 | 0+340 | 0+500 | 0+660 | 0+820 | 0+980 | 1+140 | 1+300 | 1+460 | 1+620 | 1+780 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1       | 2.8   | 3.2   | 4.3   | 4.9   | 5.4   | 6.0   | 6.5   | 7.0   | 7.5   | 8.0   | 8.5   | 9.0   | 9.5   |
| 2       | 1.4   | 1.7   | 2.1   | 2.3   | 2.5   | 2.8   | 3.0   | 3.2   | 3.4   | 3.6   | 3.8   | 4.0   | 4.2   |
| 3       | 1.9   | 2.2   | 2.7   | 2.9   | 3.1   | 3.4   | 3.6   | 3.8   | 4.0   | 4.2   | 4.4   | 4.6   | 4.8   |
| 4       | 2.6   | 3.0   | 3.6   | 3.8   | 4.0   | 4.4   | 4.6   | 4.8   | 5.0   | 5.2   | 5.4   | 5.6   | 5.8   |
| 5       | 3.3   | 3.8   | 4.5   | 4.7   | 4.9   | 5.4   | 5.6   | 5.8   | 6.0   | 6.2   | 6.4   | 6.6   | 6.8   |
| 6       | 2.1   | 2.5   | 3.1   | 3.3   | 3.5   | 3.8   | 4.0   | 4.2   | 4.4   | 4.6   | 4.8   | 5.0   | 5.2   |
| 7       | 2.4   | 2.8   | 3.4   | 3.6   | 3.8   | 4.2   | 4.4   | 4.6   | 4.8   | 5.0   | 5.2   | 5.4   | 5.6   |
| 8       | 1.3   | 1.6   | 2.0   | 2.2   | 2.4   | 2.6   | 2.8   | 3.0   | 3.2   | 3.4   | 3.6   | 3.8   | 4.0   |
| Sum     | 28.7  | 32.97 | 35.39 | 34.07 | 41.43 | 32.67 | 38.08 | 38.36 | 35.19 | 51.79 | 54.64 |       |       |

Prumedio I.P.

Horizontal. 1 : 5000  
 ESCALA Vertical. 1 : 500



NOTA.  
COTAS EN CM  
CBR = VRS

**SIMBOLOGIA**

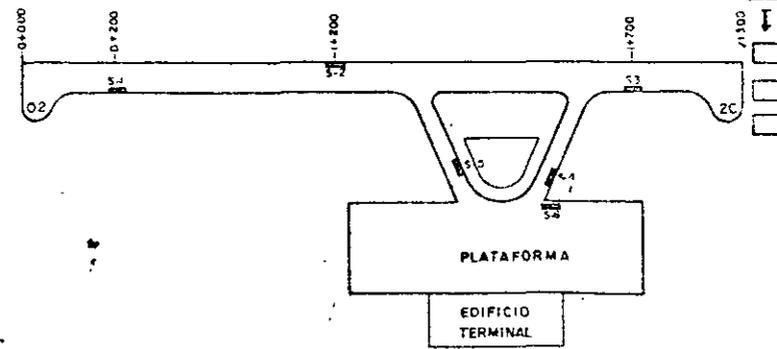
- EJE DERECHO
- EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- + EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- [Hatched] CARPETA ASFALTICA
- [Dotted] SUB-RASANTE
- [Stippled] ARENA CON SOLEO
- [Cross-hatched] SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- [Blank] TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- [Dotted with circles] ARCILLA CON BÓLEDS
- ↓ ESPOSOR INDEFINIDO
- ▭ VALORES DE INDICE DE PERFIL
- ▭ VALORES DE CBR
- ▭ ENTRE 40 Y 60
- ▭ MENORES DE 40

24-D

|    |       |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    | 14620 | 17780 | 18940 | 21000 | 21280 | 21300 |
| 4  | 8.4 0 | 6.8 7 | 5.4 0 | 6.1 3 |       |       |
| 2  | 5.1 2 | 3.1 2 | 6.0 8 | 8.3 6 |       |       |
| 1  | 2.4 3 | 2.8 5 | 1.1 3 | 7.4 9 |       |       |
| 6  | 4.4 3 | 5.2 3 | 5.1 4 | 5.4 9 |       |       |
| 3  | 3.9 6 | 3.8 6 | 7.5 8 | 5.4 1 |       |       |
| 1  | 6.0 1 | 7.1 2 | 4.7 8 | 6.3 0 |       |       |
| 1  | 6.4 8 | 7.3 3 | 6.4 1 | 6.7 4 |       |       |
| 1  | 4.3 0 | 4.1 2 | 4.4 2 | 3.0 3 |       |       |
| 6  | 4.7 0 | 6.1 2 | 5.4 2 | 7.4 1 |       |       |
| 3  | 4.9 8 | 6.1 7 | 3.1 4 | 4.5 3 |       |       |
| 75 | 5464  | 5979  | 3360  | 6863  |       |       |

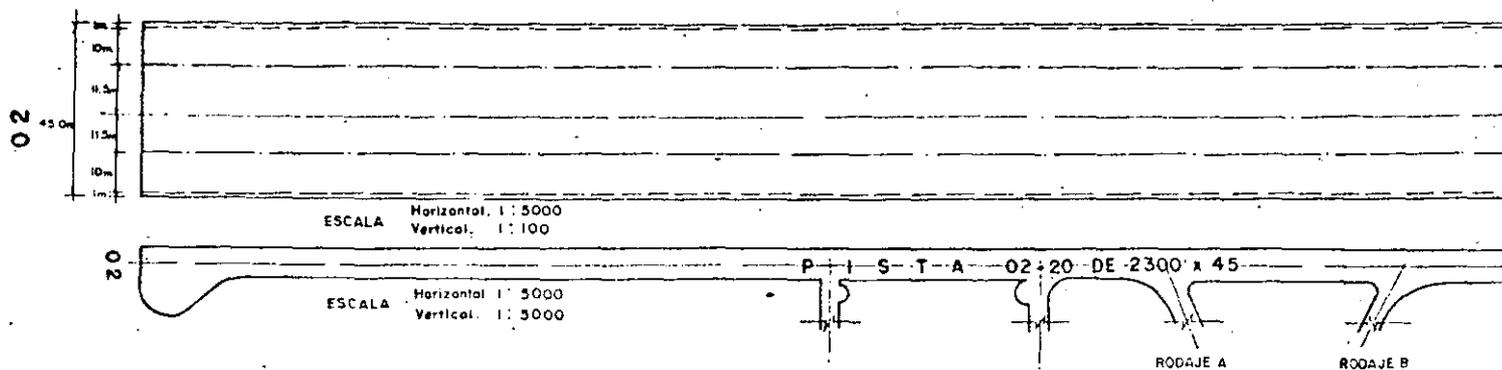
45.00  
20

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**

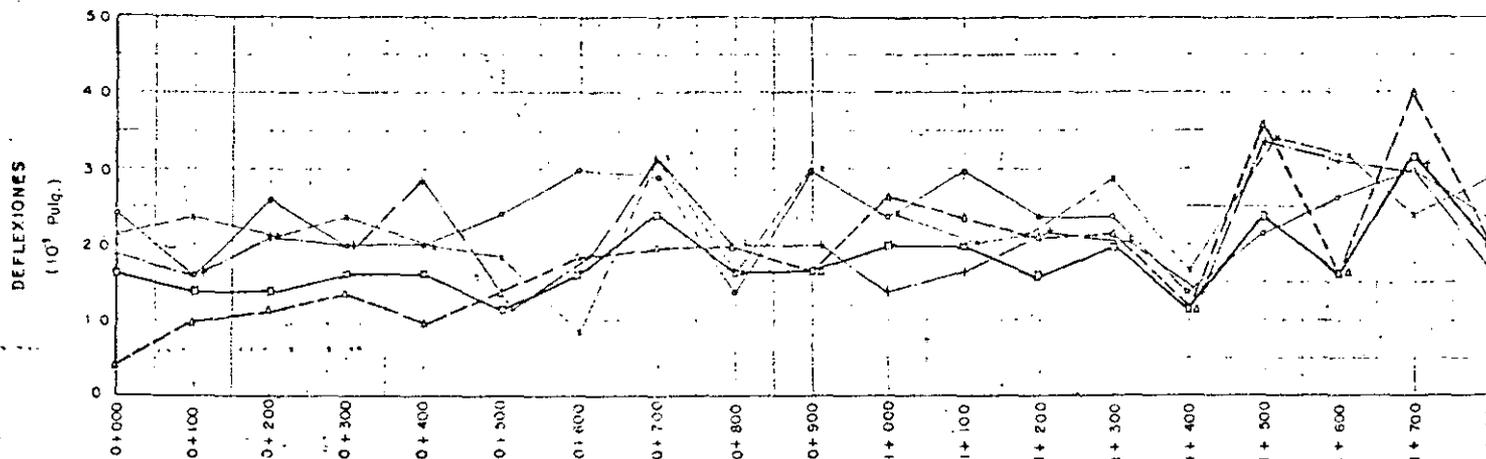


|   |  |
|---|--|
| <b>SCT</b>  | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS |
|   | <b>AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.<br/>EVALUACION DE PAVIMENTOS</b><br>(Trabajos de Campo)                                  |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Manuel Cerro Diaz | EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez   |
| RODRIGUEZ GONZALEZ J. ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ                            | México, D.F. Febrero 1984 (Plano No. ...)  |

EJES DE MEDICION DE VIGA BENKELMAN ESTANDAR



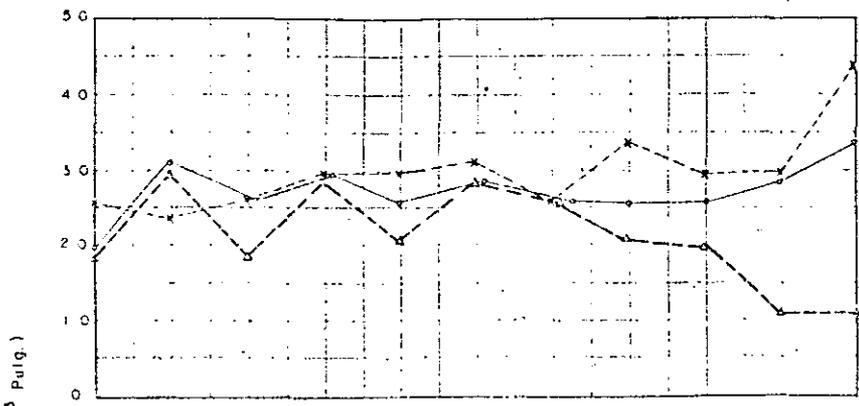
DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



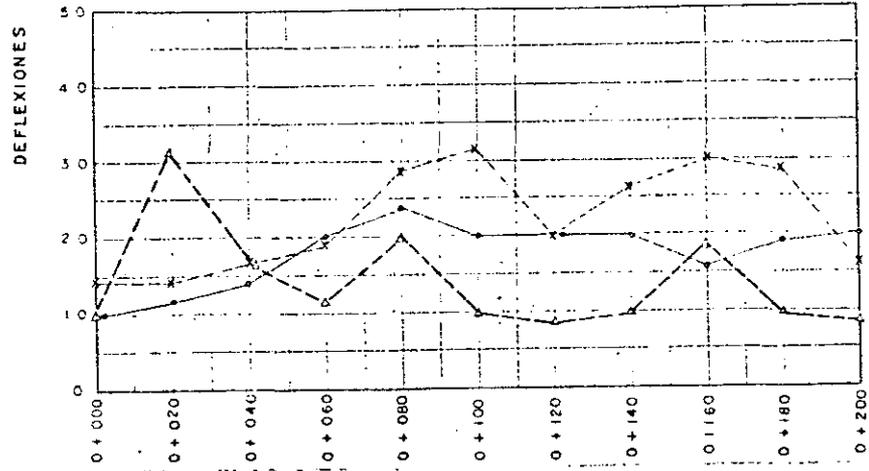
PERFIL ESTRATIGRAFICO

R O D A J E B R A V O

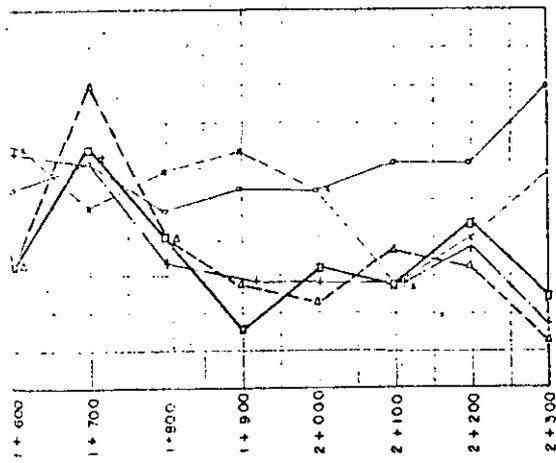
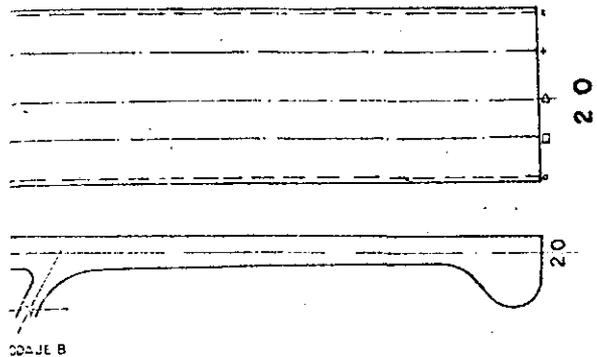
25-B



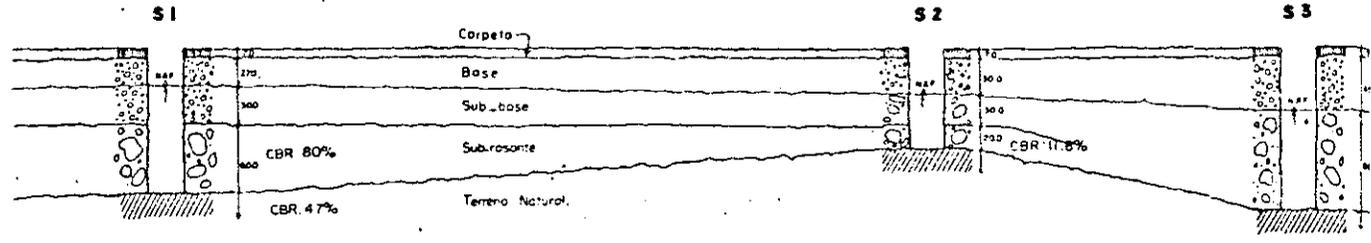
R O D A J E A L F A



(ORIGEN : PISTA)



25-c



ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL  
(Diciembre 1984)

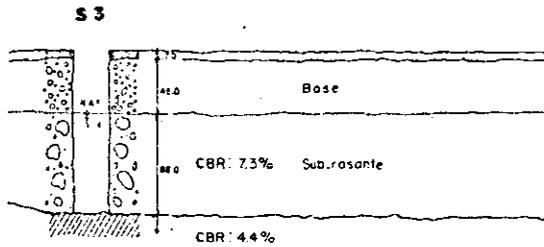
| 0+000 | 0+020 | 0+180 | 0+340 | 0+500 | 0+660 | 0+820 | 0+980 | 1+140 | 1+300 | 1+460 | 1+620 | 1+780 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2.89  | 3.28  | 1.43  | 1.97  | 3.46  | 4.03  | 4.73  | 5.16  | 5.22  | 6.34  | 6.40  | 6.40  | 6.40  |
| 4.31  | 3.12  | 4.82  | 3.11  | 4.31  | 3.08  | 3.00  | 2.72  | 2.43  | 4.39  | 6.02  | 6.02  | 6.02  |
| 2.83  | 2.37  | 1.93  | 3.07  | 4.43  | 2.70  | 2.70  | 2.24  | 2.87  | 4.35  | 4.43  | 4.43  | 4.43  |
| 3.98  | 3.48  | 3.09  | 3.45  | 4.43  | 6.45  | 6.45  | 3.82  | 3.51  | 4.73  | 4.43  | 4.43  | 4.43  |
| 2.08  | 2.22  | 1.88  | 2.20  | 4.33  | 2.83  | 2.83  | 3.91  | 4.72  | 3.13  | 3.98  | 3.98  | 3.98  |
| 2.09  | 5.34  | 4.77  | 4.97  | 2.03  | 2.29  | 2.29  | 3.11  | 4.72  | 5.72  | 6.02  | 6.02  | 6.02  |
| 1.83  | 4.33  | 3.49  | 3.29  | 3.34  | 3.34  | 3.34  | 4.26  | 3.23  | 3.23  | 4.30  | 4.30  | 4.30  |
| 2.13  | 1.91  | 3.11  | 1.83  | 3.34  | 3.13  | 4.03  | 2.90  | 3.24  | 3.05  | 4.01  | 4.01  | 4.01  |
| 2.41  | 2.78  | 3.48  | 1.83  | 3.24  | 3.13  | 1.69  | 2.43  | 2.61  | 3.05  | 4.01  | 4.01  | 4.01  |
| 3.05  | 1.49  | 3.51  | 3.56  | 3.64  | 3.13  | 3.10  | 3.61  | 2.83  | 4.31  | 4.31  | 4.31  | 4.31  |
| 2.87  | 3.257 | 33.39 | 34.07 | 41.40 | 32.67 | 38.08 | 38.38 | 33.19 | 51.79 | 34.64 |       |       |

EJES  
087654321

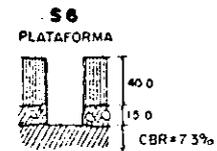
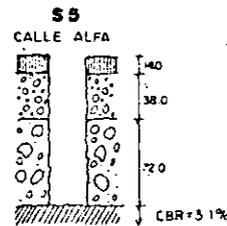
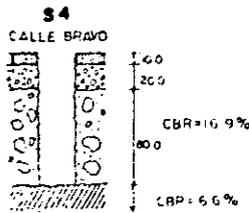
02

Proyecto 1 P

ESCALA Horizontal. 1 : 5000  
Vertical. 1 : 500



NOTA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

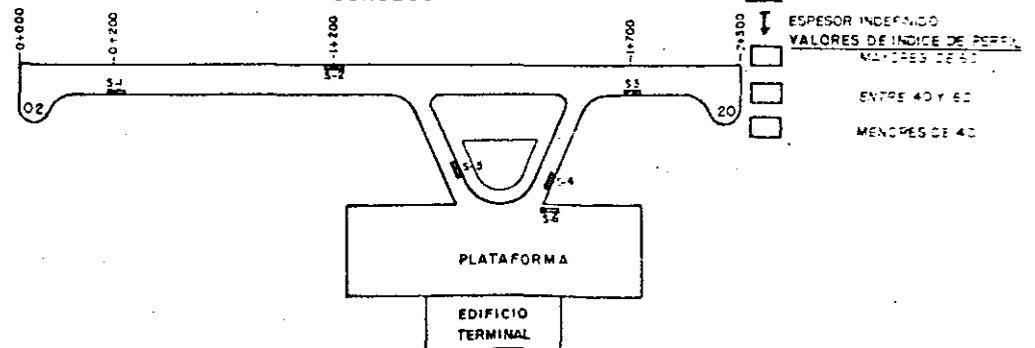


**SIMBOLOGIA**

- EJE DERECHO
- ◻ EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ◊ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- [Hatched] CARPETA ASFALTICA
- [Dotted] SUB-RASANTE
- [Stippled] ARENA CON BOLEO
- [Grid] SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- [Cross-hatched] TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- [Wavy] ARCILLA CON BOLEOS
- ↓ ESPESOR INDEFINIDO
- VALORES DE INDICE DE PERFIL
- ◻ MAYORES DE 50
- ◻ ENTRE 40 Y 50
- ◻ MENORES DE 40

25-D

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



|     |       |       |       |       |       |       |  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
|     | 11620 | 11780 | 11940 | 21000 | 21260 | 21520 |  |
| 200 | 6.40  | 6.87  | 5.40  | 6.15  | 7.00  | 7.00  |  |
| 200 | 6.02  | 5.12  | 6.08  | 6.56  | 7.00  | 7.00  |  |
| 200 | 5.43  | 5.83  | 5.13  | 7.49  | 7.00  | 7.00  |  |
| 200 | 4.43  | 5.23  | 5.14  | 7.32  | 7.00  | 7.00  |  |
| 200 | 5.98  | 5.88  | 7.88  | 8.41  | 7.00  | 7.00  |  |
| 200 | 6.01  | 5.12  | 4.79  | 6.50  | 7.00  | 7.00  |  |
| 200 | 6.43  | 7.13  | 6.43  | 6.39  | 7.00  | 7.00  |  |
| 200 | 4.90  | 4.12  | 4.42  | 5.08  | 7.00  | 7.00  |  |
| 200 | 4.51  | 6.12  | 5.42  | 7.41  | 7.00  | 7.00  |  |
| 200 | 4.99  | 6.17  | 3.14  | 4.53  | 7.00  | 7.00  |  |
|     | 5464  | 5979  | 5360  | 6863  |       |       |  |

|  |  |
|--|--|
| <b>SCT</b>   | DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS<br>DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES<br>OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS |
|  | <b>AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.<br/>EVALUACION DE PAVIMENTOS<br/>(Trabajos de Campo)</b>                                 |
| EL JEFE DE LA OFICINA<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Manuel Cerro Diaz        | EL JEFE DEL DEPARTAMENTO<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez   |
| EL JEFE DE LA SECCION<br><i>[Signature]</i><br>Ing. Trinidad Delgado Briseño | FORMO Y DIBUJO: J. ANTONIO ZUÑIGA ORTIZ  |
| Mexico, D.F. Febrero 1984  | Plano No.  |



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: MANTENIMIENTO Y OPERACION DE AEROPUERTOS  
DEL 8 AL 19 DE JULIO.  
MEXICO, D.F.

ESTUDIOS ESPECIALES PARA LA EVALUACION DE LA  
RESISTENCIA Y DE LAS CONDICIONES SUPERFICIALES DE LOS  
PAVIMENTOS

ING. EUGENIO RAMIREZ  
JULIO DE 1985

MANTENIMIENTO Y OPERACION DE AEROPUERTOS

**T E M A :** " Estudios especiales para la evaluación de la resistencia y de las condiciones superficiales de los pavimentos".

**EXPOSITOR:** Ing. Eugenio Ramírez Rodríguez

**OBJETIVOS:**

- a) Justificar la necesidad de estudios especiales en los - pavimentos aeronauticos para fines de conocer las res - tricciones al peso de los aviones y evaluar las condi-- ciones superficiales en cuanto a irregularidades y coe- ficiente de rozamiento.
- b) Describir la metodología y criterios utilizados comun-- mente en la Dirección General de Aeropuertos para la rea- lización de estudios del siguiente tipo:

- Resistencia de pavimentos para notificación.
- Detección de irregularidades superficiales con la técnica del perfilógrafo.
- Mediciones del coeficiente de rozamiento con el aparato " mu-meter".

# I N D I C E

|   | P á g i n a |
|---|-------------|
| 1.- INTRODUCCION                        | 1           |
| 2.- RESISTENCIA DE LOS PAVIMENTOS       | 3           |
| Introducción                            |             |
| Norma OACI                              |             |
| ACN para varios tipos de aeronave       |             |
| Evaluación ACN - PCN en Culiacán, Sin.  |             |
| Comentario                              |             |
| 3.- IRREGULARIDADES SUPERFICIALES       | 9           |
| Introducción                            |             |
| Perfilógrafo Hveem                      |             |
| Metodología de evaluación               |             |
| Normas para calificación                |             |
| Comentario                              |             |
| 4.- COEFICIENTE DE ROZAMIENTO           | 12          |
| Introducción                            |             |
| Dispositivos de medición                |             |
| Medidor mu-meter                        |             |
| Mediciones y presentación de resultados |             |
| Normas                                  |             |
| 5.- BIBLIOGRAFIA                        | 16          |

## 1.- INTRODUCCION

Los administradores y autoridades de los aeropuertos requieren información técnica confiable acerca de las características y condiciones de los pavimentos aeroportuarios a fin de poder tomar una serie de decisiones importantes.

En el caso de la capacidad sustentadora de los pavimentos, se requiere conocerla con precisión para prohibir el uso de aeronaves cuyo peso exceda la resistencia actual del pavimento. De no hacerlo se provocará la falla prematura de estos elementos y las consecuencias son fáciles de prever.

Con respecto a las irregularidades superficiales de las aeropistas, interesa detectarlas y cuantificarlas periódicamente con el fin de programar a tiempo las obras de reacondicionamiento que sean necesarias. De no hacerlo, las aeronaves llegarían a operar sobre superficies que provocan vibraciones dañinas para la estructura y además los pasajeros se sentirían incómodos.

Las obras de reacondicionamiento para aeropistas excesivamente deformadas pueden consistir en capas reniveladoras en pavimentos flexibles ó el rebajado mecánico de las ondulaciones en pavimentos rígidos.

El coeficiente de rozamiento de la superficie de desgaste de las - aeropistas es una propiedad invaluable para los pilotos, dado que su conocimiento en condiciones de pavimento mojado permite estimar la - eficiencia de frenado de la aeronave; la medición periodica del coeficiente de rozamiento permite además al operador del aeropuerto detectar a tiempo el efecto dañino de la acumulación de caucho en las zonas de toque. Estas acumulaciones deben removerse con productos - químicos ó con chorros de agua a alta presión.

Es importante para el operador del aeropuerto conocer en todo tiempo las características de rozamiento de la superficie de las aeropistas porque podrá decidir oportunamente otro tipo de rehabilitación frecuentemente utilizada: el ranurado transversal con máquina de discos.

El ranurado transversal, además de elevar el coeficiente de rozamiento, mejora la textura superficial al facilitar la expulsión instantánea del agua atrapada bajo la huella de los neumáticos. Esto es muy importante para prevenir el fenómeno del "hidroplaneo", que puede ser causante de accidentes graves.

## 2.- RESISTENCIA DE LOS PAVIMENTOS

Metodo ACN - PCN ( Airplane Classification Number - Pavement Classification Number )

### Introducción

Cuando en 1976 un grupo de estudio de la OACI se reunió para crear un nuevo método de notificación de las cargas admisibles de los pavimentos, uno de los objetivos principales consistió en que dicho método fuese compatible con otros ya aplicados por los Estados para el cálculo dimensional de los pavimentos y para la evaluación de la capacidad de carga.

Es indispensable que el método que se aplique para notificar la resistencia de los pavimentos permita a cada Estado autorizar el aterrizaje de aviones que se juzgan admisibles para tal fin, y ello según sus propios métodos de cálculo; así mismo, debe permitir a dicho Estado prohibir la utilización de un pavimento por parte de aviones que se juzquen demasiado agresivos, siempre según estos mismos métodos.

El método ACN-PCN, elaborado por el grupo de estudio mencionado para la notificación de la resistencia de los pavimentos, corresponde a una Norma OACI aplicable a los Estados firmantes a partir de noviembre de 1981.

### Norma OACI. ( capítulo 2 Anexo 14 )

Se obtendrá la resistencia de un pavimento destinado a aeronaves de masa en plataforma superior a 5,700 kgs mediante el método ACN - PCN, notificando la siguiente información:

- a) El número de clasificación de pavimentos ( PCN )
- b) El tipo de pavimento
- c) La categoría del terreno de apoyo del pavimento
- d) La presión máxima permisible de los neumáticos
- e) El tipo de evaluación

El número de clasificación de pavimentos ( PCN ) notificado indicará que una aeronave con número de clasificación de aeronaves (ACN) igual o inferior al PCN notificado puede operar sobre ese pavimento, sujeta a una determinada limitación de la presión de inflado de los neumáticos.

El ACN de una aeronave se determina mediante análisis que involucran las teorías de distribución de esfuerzos ( Westergaard, Picket, etc.), la configuración de los trenes de aterrizaje y las características del terreno de apoyo de los pavimentos.

La información sobre el tipo de pavimento para determinar el ACN--PCN, la resistencia del terreno de apoyo, la presión máxima admisible de neumáticos, y el tipo de evaluación, se notificarán utilizando las claves siguientes:

- |   |  |           |
|---|--|-----------|
| a) Tipo de pavimento  |  | C L A V E |
| Pavimento rígido  |  | R         |
| Pavimento flexible  |  | F         |
| b) Resistencia del terreno de apoyo   |  | C L A V E |
| <u>Resistencia alta</u>   |  |           |
| para pavimentos rígidos:  |  |           |
| $K_{\text{tipo}} = 15 \text{ Kgs/cm}^3$ y todos los K mayores de 12; para pavimentos flexibles:     |  |           |
| $\text{CBR}_{\text{tipo}} = 15$ y todos los valores de CBR mayores de 13                            |  | A         |
| <u>Resistencia mediana</u>  |  |           |
| $K_{\text{tipo}} = 8 \text{ Kgs/cm}^3$ y todos los valores de K entre 6 y 12; pavimentos flexibles: |  |           |
| $\text{CBR}_{\text{tipo}} = 10$ y todos los valores de CBR entre 8 y 13                             |  | B         |
| <u>Resistencia baja</u>   |  |           |
| $K_{\text{tipo}} = 4 \text{ Kgs/cm}^3$ y todos los valores  |  |           |

. . . . .

|  |                |
|--|----------------|
| de K entre 2.5 y 6; $CBR_{\text{tipo}} = 6$ y todos los valores de CBR entre 4 y 8   | C L A V E<br>C |
| <u>Resistencia ultra baja</u>  |                |
| $K_{\text{tipo}} = 2 \text{ Kgs/cm}^3$ y todos los valores de K menores de 2.5; $CBR_{\text{tipo}} = 3$ y todos los valores de CBR inferiores a 4  | D              |
| c) Presión máxima permisible de los neumaticos   |                |
| Categoría de presión   | C L A V E      |
| alta - sin límite de presión   | W              |
| mediana - limitada a 218 psi   | X              |
| baja-limitada a 145 psi  | Y              |
| muy baja - limitada a 73 psi   | Z              |
| d) Método de evaluación  |                |
|  | C L A V E      |
| <u>Evaluación técnica:</u> realizada mediante un estudio específico de las características de los pavimentos aplicando técnicas de evaluación de pavimentos  | T              |
| <u>Aprovechando la experiencia en la utilización de aeronaves:</u> tomando en consideración el tipo y masa de las aeronaves que los pavimentos resisten satisfactoriamente en condiciones normales de utilización. | U              |

#### ACN para varios tipos de aeronave

Con base en la información de los fabricantes y mediante cálculos teóricos, se han evaluado varios tipos de aeronave sobre pavimentos rígidos y flexibles apoyados en las cuatro categorías de resistencia del terreno descritas en el aparato anterior; los resultados aparecen en la tabla B - 1 anexa, tomada del Anexo 14 de OACI.

Las dos masas totales que figuran en la columna 2 para cada tipo de aeronave son, respectivamente, la masa máxima en plataforma y una masa representativa de operación en vacío.

Para obtener el ACN correspondiente a cada valor intermedio, se procede asumiendo que el ACN varía linealmente entre la masa de operación en vacío y la masa máxima en plataforma.

Evaluación ACN - PCN para el aeropuerto de Culiacán, Sin.

La evaluación de los pavimentos del aeropuerto de Culiacán requirió los siguientes pasos:

- Estudios de campo para investigar la resistencia del terreno de apoyo y los espesores de los pavimentos.
- Análisis de los resultados de la investigación anterior.
- Evaluación de la resistencia de los pavimentos
- Definición de las restricciones de las aeronaves usuarias con base en los valores de PCN representativos.

Para el primer paso, se iniciaron los trabajos de campo realizando mediciones de deflexiones con viga Benkelman Estándar ( corresponde a las deformaciones de la superficie del pavimento provocadas por un eje de camión de 8.2 tons. de peso ).

Con los resultados de las mediciones de deflexiones puede obtenerse una zonificación de los pavimentos por estudiar; en el plano No. 1 que se anexa se indica gráficamente la variación de las deflexiones a lo largo de la pista y los rodajes, lo cual sirvió de base para localizar 6 pozos a cielo abierto para investigar la resistencia del terreno de apoyo y los espesores de pavimento de pista, rodajes y plataforma.

La resistencia del terreno se determinó con pruebas de VRS ( CBR ) en el lugar sobre las capas de sub-rasante y del terreno natural de apoyo ( ver fotos ).

Los pozos a cielo abierto se aprovecharon también para obtener muestras alteradas de los materiales de las capas del pavimento; toda la información obtenida de los pozos ( espesores de pavimento, valores de VRS, --

propiedades de los materiales, etc. ) se encuentra resumida en la tabla No. 1

El siguiente paso consiste en el análisis de la información para obtener los valores PCN representativos de los elementos de operación aeronáutica del aeropuerto; este paso se encuentra resumido en la tabla No. 2, donde aparecen los valores de VRS, espesores de pavimento y los PCN resultantes para cada elemento de operación aeronáutica.

Los PCN resultantes se obtuvieron con las gráficas de la figura No. 1 - anexa, entrando con el espesor de referencia del pavimento e interceptando la curva correspondiente al CBR del terreno de apoyo .

La tabla No. 2 permite seleccionar el valor del PCN mas desfavorable; para el aeropuerto de Culiacán resultó un PCN crítico igual a 25, correspondiente al tercio de la pista adyacente a la cabecera 20 y calculado con un VRS = 7.3 % medido en la capa sub-rasante.

El valor de PCN = 25 se obtuvo entrando a la gráfica con el espesor de pavimento que sobreyace a la capa sub-rasante ( espesor parcial ); nótese que con el espesor total y el VRS del terreno natural el PCN resulta igual a 95, por lo cual se concluye que rige el valor de PCN mas desfavorable.

La resistencia del pavimento se notificará como sigue:

$$PCN = 25 / F / C / W / T$$

dado que el pavimento es flexible, la resistencia del terreno es de categoría C ( baja ), no se imponen límites a la presión de inflado de los neumáticos y la evaluación es de tipo técnico.

Las restricciones al avión DC 9 - 32 que opera en Culiacán pueden precisarse comparando el PCN crítico con los valores máximo y mínimo del ACN del avión mencionado.

De la tabla B - 1 del anexo 14 se obtienen los siguientes datos:

| aeronave | masa total de<br>despegue ( Kgs ) | ACN<br>( terreno cat. C, pav. F ) |
|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| DC9 - 32 | 49,442                            | 31                                |
|          | 25,789                            | 14                                |

Por lo anterior, si deseamos que los pavimentos no sufran daños por cargas excesivas, el avión debería operarse con un peso máximo correspondiente a un ACN no mayor de 25; este peso sería igual a:

$$25,789 \text{ Kgs} + ( 49,442 - 25,789 ) \frac{( 25 - 14 )}{( 31 - 14 )} = 41,093 \text{ Kgs},$$

que corresponde a un 65% de utilización de la aeronave considerada.

#### Comentarios

En el plano No. 1 se incluyeron los resultados de un estudio de Índice de Perfil de la pista 02 - 20 que indica deformaciones excesivas en el tercio de pista adyacente a la cabecera 20; este resultado es congruente con el valor de PCN crítico obtenido precisamente en esa zona de la pista; lo anterior constituye una evidencia de que las aeronaves están provocando daños al pavimento.

## ADJUNTO B.—TEXTO DE ORIENTACION RELATIVO AL METODO ACN-PCN PARA NOTIFICAR LA RESISTENCIA DE LOS PAVIMENTOS

### 1.—Operaciones de sobrecarga

1.1 La sobrecarga de los pavimentos puede ser provocada por cargas excesivas, por un ritmo de utilización considerablemente elevado, o por ambos factores a la vez. Las cargas superiores a las definidas (por cálculo o evaluación) acortan la vida útil del pavimento, mientras que las cargas menores la prolongan. Salvo que se trate de una sobrecarga masiva, los pavimentos no están supeditados, en su comportamiento estructural, a determinado límite de carga, por encima del cual podrían experimentar fallas repentinas o catastróficas. Dado su comportamiento, un pavimento puede soportar reiteradamente una carga definible durante un número previsto de veces en el transcurso de su vida útil. En consecuencia, una sobrecarga ocasional de poca importancia puede aceptarse, de ser necesario, ya que reducirá en poca medida la vida útil del pavimento y acelerará relativamente poco su deterioro. Para las operaciones en que la magnitud de la sobrecarga y/o la frecuencia de utilización del pavimento no justifiquen un análisis detallado, se sugieren los siguientes criterios:

- a) en el caso de pavimentos flexibles, los movimientos ocasionales de aeronaves cuyo ACN no exceda del 10% del PCN notificado, no serían perjudiciales para el pavimento;
- b) en el caso de pavimentos rígidos o compuestos, en los cuales una capa de pavimento rígido constituye un elemento primordial de la estructura, los movimientos ocasionales de aeronaves cuyo ACN no exceda en más de un 5% el PCN notificado, no serían perjudiciales para el pavimento;
- c) si se desconoce la estructura del pavimento, debería aplicarse una limitación del 5%; y

d) el número anual de movimientos de sobrecarga no debería exceder de un 5%, aproximadamente, de los movimientos totales anuales de la aeronave.

1.2 Normalmente, esos movimientos de sobrecarga no deberían permitirse sobre los pavimentos que presenten señales de peligro o falla. Además, debería evitarse la sobrecarga durante todo período de deshielo posterior a la penetración de las heladas, o cuando la resistencia del pavimento o de su terreno de fundación pueda estar debilitada por el agua. Cuando se efectúen operaciones de sobrecarga, la autoridad competente debería examinar periódicamente tanto las condiciones del pavimento como los criterios relativos a dichas operaciones, ya que la excesiva frecuencia de la sobrecarga puede disminuir en gran medida la vida útil del pavimento o exigir grandes obras de reparación.

### 2.—ACN para varios tipos de aeronaves

2.1 A título de ejemplo, se han evaluado varios tipos de aeronaves actualmente en uso sobre pavimentos rígidos y flexibles apoyados en las cuatro categorías de resistencia del terreno de fundación que figuran en el Capítulo 2, 2.5.6 b) y los resultados se presentan en la Tabla B-1. Las dos masas totales que figuran en la columna 2 para cada tipo de aeronave son, respectivamente, la masa máxima en la plataforma (rampa) y una masa representativa de operación en vacío. Para calcular el ACN correspondiente a cada valor intermedio, procédase sobre el supuesto de que el ACN varía linealmente entre la masa de operación en vacío y la masa máxima en la plataforma.

Tabla B-1.—ACN para varios tipos de aeronaves sobre pavimentos rígidos y flexibles

| Tipo de aeronave        | Masa total de despegue (kg) | Carga sobre una de las patas del tren de aterrizaje principal % | Presión de los neumáticos (MPa) | Terrenos de fundación de pavimentos rígidos — MN/m <sup>2</sup> |            |          |               | Terrenos de fundación de pavimentos flexibles — CBR |            |          |            |
|-------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------|---|------------|----------|---------------|---|------------|----------|------------|
|                         |                             |   |                                 | Alta 150  | Mediana 80 | Baja 40  | Ultra baja 20 | Alta 15   | Mediana 10 | Baja 6   | Muy baja 3 |
|                         |                             |   |                                 | ACN   |            |          |               | ACN   |            |          |            |
| (1)                     | (2)                         | (3)   | (4)                             | (5)   | (6)        | (7)      | (8)           | (9)   | (10)       | (11)     | (12)       |
| Airbus A 300 Modelo B2  | 142 000<br>85 690           | 46,5  | 1,23                            | 37<br>19  | 44<br>22   | 52<br>26 | 60<br>30      | 40<br>21  | 45<br>23   | 55<br>26 | 70<br>35   |
| Airbus A 300 Modelo B4  | 157 000<br>87 826           | 46,5  | 1,41                            | 44<br>20  | 52<br>23   | 61<br>27 | 69<br>32      | 46<br>22  | 51<br>23   | 62<br>27 | 79<br>35   |
| BAC 1-11 Serie 400      | 39 690<br>22 498            | 47,5  | 0,93                            | 25<br>13  | 26<br>13   | 28<br>14 | 29<br>15      | 22<br>11  | 24<br>12   | 27<br>13 | 29<br>15   |
| BAC 1-11 Serie 475      | 44 679<br>23 451            | 47,5  | 0,57                            | 22<br>10  | 25<br>11   | 27<br>12 | 28<br>13      | 19<br>9   | 24<br>10   | 28<br>12 | 31<br>15   |
| BAC 1-11 Serie 500      | 47 400<br>24 757            | 47,5  | 1,08                            | 32<br>15  | 34<br>16   | 35<br>16 | 36<br>17      | 29<br>13  | 30<br>13   | 33<br>15 | 35<br>17   |
| B707-120B               | 117 027<br>57 833           | 46,7  | 1,17                            | 28<br>12  | 33<br>13   | 40<br>15 | 46<br>18      | 31<br>13  | 34<br>14   | 41<br>15 | 54<br>20   |
| B707-320B               | 148 778<br>64 764           | 46,0  | 1,24                            | 39<br>14  | 46<br>15   | 55<br>18 | 63<br>20      | 42<br>15  | 47<br>16   | 57<br>17 | 73<br>23   |
| B707-320C (Carguero)    | 152 407<br>61 463           | 46,7  | 1,24                            | 41<br>13  | 49<br>14   | 58<br>17 | 66<br>19      | 44<br>14  | 49<br>15   | 60<br>17 | 77<br>21   |
| B707-320C (Convertible) | 152 407<br>67 269           | 46,7  | 1,24                            | 41<br>15  | 49<br>16   | 58<br>19 | 66<br>22      | 44<br>16  | 49<br>17   | 60<br>19 | 76<br>24   |
| B707-320/420            | 143 335<br>64 682           | 46,0  | 1,24                            | 37<br>14  | 43<br>15   | 52<br>17 | 59<br>20      | 40<br>15  | 44<br>15   | 54<br>17 | 69<br>23   |
| B720                    | 104 326<br>50 258           | 47,4  | 1,00                            | 25<br>10  | 30<br>11   | 37<br>13 | 43<br>16      | 29<br>11  | 31<br>12   | 39<br>14 | 51<br>18   |
| B720 B                  | 106 594<br>52 163           | 46,4  | 1,00                            | 25<br>10  | 30<br>11   | 37<br>14 | 43<br>16      | 29<br>11  | 31<br>12   | 39<br>14 | 51<br>18   |
| B727-100                | 77 110<br>39 778            | 45,2  | 1,14                            | 43<br>20  | 45<br>21   | 48<br>22 | 50<br>23      | 39<br>18  | 40<br>19   | 46<br>20 | 51<br>23   |
| B727-100C               | 73 028<br>39 734            | 45,4  | 1,09                            | 40<br>20  | 43<br>22   | 45<br>23 | 47<br>24      | 37<br>18  | 38<br>19   | 43<br>20 | 48<br>23   |
| B727-200 (Normal)       | 78 471<br>44 293            | 46,2  | 1,15                            | 45<br>23  | 48<br>24   | 50<br>26 | 53<br>27      | 40<br>20  | 42<br>21   | 48<br>23 | 53<br>27   |
| B-727-200 (En proyecto) | 84 277<br>44 270            | 46,7  | 1,02                            | 48<br>22  | 51<br>24   | 54<br>26 | 57<br>27      | 44<br>20  | 46<br>21   | 53<br>24 | 58<br>28   |
| B727 (En proyecto)      | 86 636<br>44 347            | 46,6  | 1,02                            | 50<br>22  | 53<br>24   | 56<br>25 | 58<br>27      | 46<br>20  | 48<br>21   | 55<br>23 | 60<br>28   |
| B-727 (En proyecto)     | 89 675<br>44 470            | 46,4  | 1,15                            | 53<br>23  | 56<br>24   | 59<br>26 | 62<br>28      | 48<br>21  | 51<br>22   | 57<br>24 | 62<br>25   |

| Tipo de aeronave               | Masa total de despegue (kg) | Carga sobre una de las patas del tren de aterrizaje principal % | Presión de los neumáticos (MPa) | Terrenos de fundación de pavimentos rígidos - MN/m <sup>2</sup> |            |          |               | Terrenos de fundación de pavimentos flexibles - CBR |            |          |            |
|--------------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------|---|------------|----------|---------------|---|------------|----------|------------|
|                                |                             |   |                                 | Alta 150  | Mediana 80 | Baja 40  | Ultra baja 20 | Alta 15   | Mediana 10 | Baja 6   | Muy baja 3 |
|                                |                             |   |                                 | ACN   |            |          |               | ACN   |            |          |            |
| (1)                            | (2)                         | (3)   | (4)                             | (5)   | (6)        | (7)      | (8)           | (9)   | (10)       | (11)     | (12)       |
| B727<br>(En proyecto)          | 95 254<br>45 677            | 46,1  | 1,15                            | 57<br>24  | 60<br>25   | 63<br>27 | 66<br>28      | 51<br>21  | 54<br>22   | 61<br>24 | 66<br>28   |
| B737-100                       | 44 361<br>25 941            | 46,2  | 0,92                            | 22<br>12  | 24<br>13   | 26<br>14 | 27<br>15      | 20<br>11  | 22<br>12   | 24<br>13 | 29<br>15   |
| B737-200                       | 45 722<br>25 941            | 46,4  | 0,95                            | 23<br>12  | 25<br>13   | 27<br>14 | 28<br>15      | 21<br>11  | 22<br>12   | 25<br>13 | 30<br>15   |
| B737-200                       | 52 616<br>27 293            | 45,5  | 1,10                            | 29<br>13  | 30<br>14   | 32<br>15 | 34<br>16      | 26<br>12  | 27<br>13   | 31<br>14 | 35<br>15   |
| B737-200                       | 52 616<br>27 293            | 45,5  | 0,63                            | 24<br>11  | 26<br>12   | 29<br>13 | 31<br>14      | 21<br>10  | 26<br>11   | 29<br>13 | 34<br>15   |
| B737-200/200C<br>(En proyecto) | 53 297<br>28 916            | 46,4  | 1,16                            | 30<br>14  | 31<br>15   | 33<br>16 | 35<br>17      | 27<br>13  | 28<br>14   | 31<br>15 | 35<br>16   |
| B737-200/200C<br>(En proyecto) | 56 699<br>27 868            | 46,3  | 1,23                            | 33<br>15  | 34<br>16   | 36<br>17 | 38<br>18      | 28<br>13  | 30<br>14   | 33<br>15 | 37<br>17   |
| B-737-200<br>(En proyecto)     | 58 332<br>29 138            | 46,0  | 1,26                            | 34<br>15  | 36<br>16   | 38<br>17 | 39<br>18      | 29<br>13  | 31<br>14   | 34<br>15 | 39<br>17   |
| B747-100B<br>SR                | 237 228<br>164 543          | 24,1  | 1,04                            | 25<br>16  | 29<br>18   | 35<br>21 | 42<br>25      | 30<br>19  | 32<br>20   | 38<br>23 | 52<br>30   |
| B-747-100                      | 323 410<br>162 385          | 23,4  | 1,50                            | 41<br>18  | 48<br>19   | 57<br>22 | 65<br>26      | 44<br>19  | 48<br>20   | 58<br>22 | 78<br>28   |
| B747-100B                      | 334 749<br>173 036          | 23,1  | 1,56                            | 43<br>19  | 50<br>21   | 59<br>24 | 68<br>28      | 46<br>20  | 50<br>21   | 60<br>24 | 80<br>31   |
| B747-100B                      | 341 553<br>171 870          | 23,1  | 1,32                            | 42<br>18  | 49<br>20   | 59<br>23 | 68<br>27      | 46<br>20  | 51<br>21   | 62<br>23 | 82<br>30   |
| B747-100B<br>SR                | 237 228<br>164 543          | 24,1  | 1,04                            | 25<br>16  | 29<br>18   | 35<br>21 | 42<br>25      | 30<br>19  | 32<br>20   | 38<br>23 | 52<br>30   |
| B747SP                         | 300 730<br>147 716          | 22,9  | 1,30                            | 36<br>15  | 42<br>17   | 50<br>19 | 58<br>22      | 40<br>16  | 43<br>17   | 52<br>19 | 71<br>25   |
| B747SP                         | 318 881<br>147 996          | 21,9  | 1,40                            | 38<br>15  | 44<br>16   | 53<br>19 | 60<br>20      | 41<br>16  | 45<br>17   | 54<br>18 | 72<br>23   |
| B747-200B                      | 352 893<br>172 886          | 23,6  | 1,37                            | 46<br>19  | 54<br>21   | 64<br>24 | 73<br>28      | 50<br>21  | 55<br>22   | 67<br>24 | 88<br>31   |
| B-747-200C                     | 373 305<br>166 749          | 23,1  | 1,30                            | 47<br>17  | 55<br>19   | 66<br>22 | 76<br>26      | 52<br>19  | 58<br>20   | 71<br>22 | 92<br>29   |
| B747-200F                      | 379 201<br>156 642          | 22,7  | 1,39                            | 48<br>18  | 56<br>20   | 67<br>23 | 77<br>27      | 52<br>20  | 58<br>21   | 71<br>23 | 92<br>30   |
| B757-200*                      | 100 243<br>58 877           | 46,6  | 1,11                            | 25<br>12  | 29<br>14   | 35<br>17 | 40<br>20      | 27<br>14  | 29<br>15   | 36<br>17 | 48<br>22   |

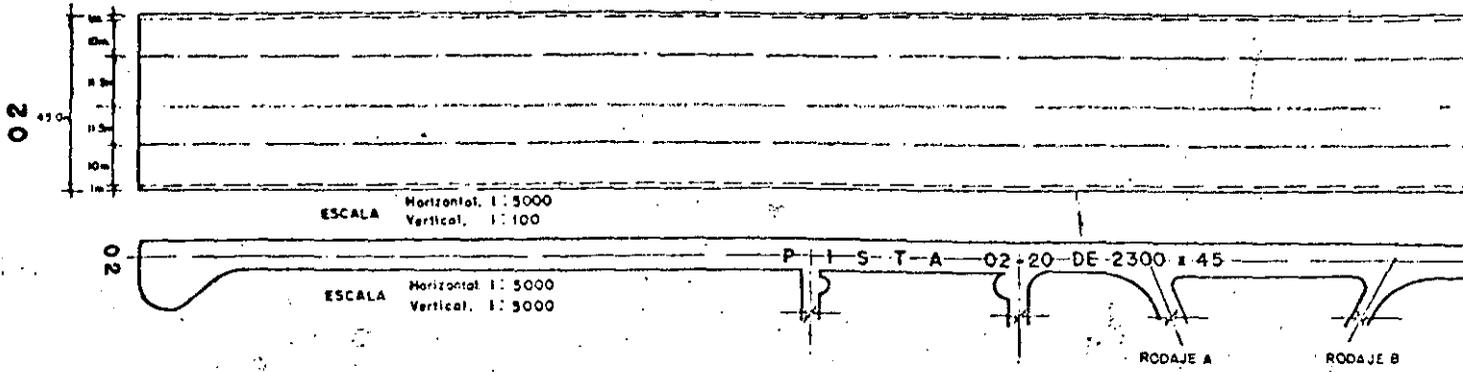
\* Preliminar

| Tipo de aeronave   | Masa total de despegue (kg) | Carga sobre una de las patas del tren de aterrizaje principal % | Presión de los neumáticos (MPa) | Terrenos de fundación de pavimentos rígidos — MN/m <sup>2</sup> |            |          |               | Terrenos de fundación de pavimentos flexibles — CBR |            |          |            |
|--------------------|-----------------------------|---|---------------------------------|---|------------|----------|---------------|---|------------|----------|------------|
|                    |                             |   |                                 | Alta 150  | Mediana 80 | Baja 40  | Ultra baja 20 | Alta 15   | Mediana 10 | Baja 6   | Muy baja 3 |
|                    |                             |   |                                 | ACN   |            |          |               | ACN   |            |          |            |
| (1)                | (2)                         | (3)   | (4)                             | (5)   | (6)        | (7)      | (8)           | (9)   | (10)       | (11)     | (12)       |
| B757-200*          | 104 782<br>58 877           | 45,8  | 1,16                            | 26<br>12  | 31<br>14   | 37<br>17 | 42<br>19      | 28<br>13  | 31<br>14   | 38<br>16 | 50<br>22   |
| B757-200*          | 109 318<br>59 013           | 45,3  | 1,21                            | 28<br>12  | 33<br>14   | 39<br>17 | 44<br>19      | 29<br>13  | 32<br>14   | 40<br>16 | 52<br>22   |
| B767-200*          | 136 984<br>80 890           | 46,9  | 1,26                            | 32<br>17  | 37<br>19   | 44<br>22 | 51<br>25      | 36<br>19  | 38<br>20   | 45<br>22 | 63<br>28   |
| B767-200*          | 128 820<br>80 717           | 46,9  | 1,26                            | 29<br>17  | 34<br>18   | 40<br>22 | 47<br>25      | 33<br>19  | 35<br>20   | 42<br>22 | 57<br>28   |
| B767-200*          | 141 520<br>80 890           | 46,9  | 1,26                            | 33<br>17  | 38<br>19   | 46<br>22 | 53<br>25      | 37<br>19  | 40<br>20   | 48<br>22 | 66<br>28   |
| Caravelle Serie 10 | 52 000<br>29 034            | 46,1  | 0,75                            | 15<br>7   | 17<br>8    | 20<br>9  | 22<br>10      | 15<br>7   | 17<br>7    | 19<br>9  | 23<br>11   |
| Caravelle Serie 12 | 55 960<br>31 800            | 46,0  | 0,88                            | 16<br>8   | 19<br>9    | 22<br>10 | 25<br>12      | 17<br>8   | 19<br>9    | 21<br>10 | 26<br>12   |
| Concorde           | 185 066<br>78 698           | 48,0  | 1,26                            | 61<br>21  | 71<br>22   | 82<br>25 | 91<br>29      | 65<br>21  | 72<br>22   | 81<br>26 | 98<br>32   |
| Canadair CL 44     | 95 708<br>40 370            | 47,5  | 1,12                            | 25<br>9   | 30<br>10   | 35<br>11 | 40<br>13      | 27<br>9   | 30<br>10   | 36<br>11 | 47<br>14   |
| Convair 880 M      | 87 770<br>40 195            | 46,6  | 1,03                            | 26<br>9   | 31<br>10   | 36<br>12 | 41<br>14      | 27<br>10  | 31<br>10   | 36<br>12 | 44<br>15   |
| Convair 990        | 115 666<br>54 685           | 48,5  | 1,28                            | 41<br>15  | 48<br>17   | 54<br>19 | 60<br>22      | 40<br>15  | 45<br>16   | 53<br>19 | 64<br>24   |
| DC-3               | 11 430<br>7 767             | 46,8  | 0,31                            | 6<br>4  | 7<br>5     | 7<br>5   | 7<br>5        | 4<br>3  | 6<br>4     | 8<br>5   | 9<br>6     |
| DC-4               | 33 113<br>22 075            | 46,75   | 0,53                            | 13<br>8   | 15<br>9    | 17<br>10 | 18<br>11      | 11<br>7   | 14<br>9    | 16<br>10 | 20<br>12   |
| DC-8-43            | 144 242<br>61 919           | 46,5  | 1,22                            | 41<br>15  | 49<br>16   | 57<br>18 | 65<br>21      | 43<br>15  | 49<br>16   | 59<br>18 | 74<br>23   |
| DC-8-55            | 148 778<br>62 716           | 47,0  | 1,30                            | 45<br>15  | 53<br>16   | 62<br>19 | 69<br>22      | 46<br>15  | 53<br>16   | 63<br>18 | 78<br>24   |
| DC-8-61            | 148 778<br>68 992           | 48,0  | 1,30                            | 46<br>17  | 54<br>19   | 63<br>22 | 71<br>25      | 48<br>18  | 54<br>19   | 64<br>21 | 80<br>28   |
| DC-8-62            | 160 121<br>65 025           | 46,5  | 1,29                            | 47<br>15  | 56<br>16   | 65<br>19 | 73<br>22      | 49<br>16  | 56<br>16   | 67<br>18 | 83<br>24   |
| DC-8-63            | 162 386<br>72 002           | 47,6  | 1,34                            | 50<br>17  | 60<br>19   | 69<br>23 | 78<br>26      | 52<br>18  | 59<br>19   | 71<br>22 | 87<br>29   |
| DC-9-15            | 41 504<br>22 300            | 46,2  | 0,90                            | 23<br>11  | 25<br>12   | 26<br>13 | 28<br>14      | 21<br>10  | 22<br>11   | 26<br>12 | 28<br>14   |

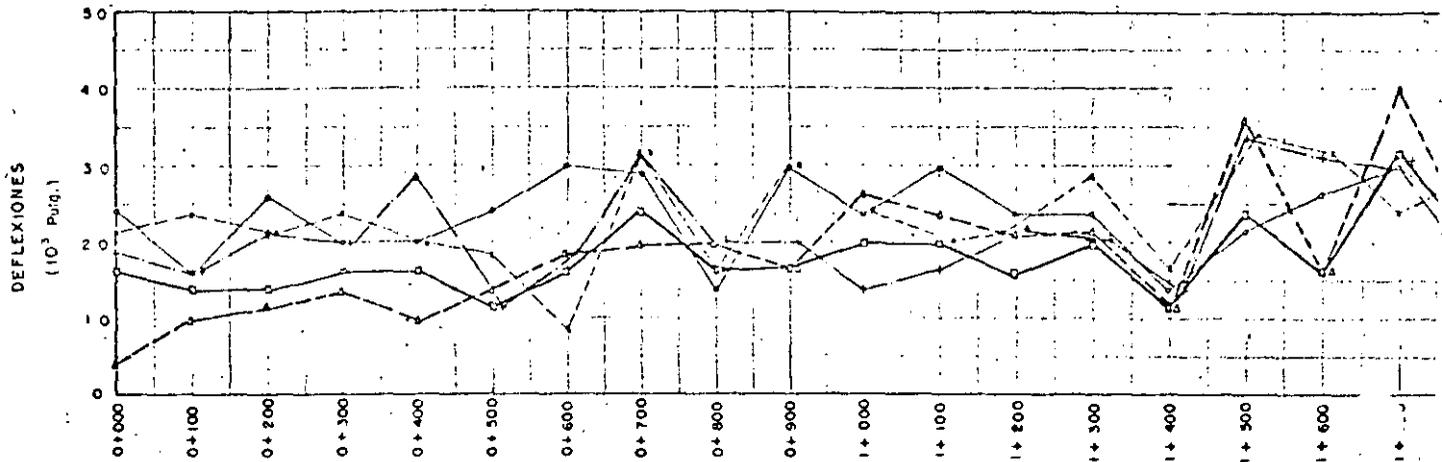
\* Preliminar

| Tipo de aeronave       | Masa total de despegue (kg) | Carga sobre una de las patas del tren de aterrizaje principal % | Presión de los neumáticos (MPa) | Terrenos de fundación de pavimentos rígidos — MN/m <sup>2</sup> |            |          |               | Terrenos de fundación de pavimentos flexibles — CBR |            |          |            |
|------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------|---|------------|----------|---------------|---|------------|----------|------------|
|                        |                             |   |                                 | Alta 150  | Mediana 80 | Baja 40  | Ultra baja 20 | Alta 15   | Mediana 10 | Baja 6   | Muy baja 3 |
|                        |                             |   |                                 | ACN   |            |          |               | ACN   |            |          |            |
| (1)                    | (2)                         | (3)   | (4)                             | (5)   | (6)        | (7)      | (8)           | (9)   | (10)       | (11)     | (12)       |
| DC-9-21                | 45 813<br>23 879            | 47,15   | 0,98                            | 27<br>12  | 29<br>13   | 30<br>14 | 32<br>15      | 24<br>11  | 26<br>12   | 29<br>13 | 32<br>15   |
| DC-9-32                | 49 442<br>25 789            | 46,2  | 1,05                            | 29<br>14  | 31<br>15   | 33<br>15 | 34<br>16      | 26<br>12  | 28<br>13   | 31<br>14 | 34<br>16   |
| DC-9-41                | 52 163<br>27 821            | 46,65   | 1,10                            | 32<br>15  | 34<br>16   | 35<br>17 | 37<br>18      | 28<br>13  | 30<br>14   | 33<br>15 | 37<br>18   |
| DC-9-51                | 55 338<br>29 336            | 47  | 1,17                            | 35<br>17  | 37<br>17   | 39<br>18 | 40<br>19      | 31<br>15  | 32<br>15   | 36<br>16 | 39<br>19   |
| DC-9-81                | 63 958<br>42 638            | 47,8  | 1,17                            | 41<br>25  | 43<br>27   | 45<br>28 | 46<br>29      | 36<br>22  | 38<br>23   | 42<br>26 | 46<br>29   |
| DC-9-82                | 67 133<br>44 755            | 47,65   | 1,24                            | 44<br>27  | 46<br>28   | 48<br>30 | 49<br>31      | 38<br>23  | 41<br>24   | 45<br>27 | 49<br>31   |
| DC-10-10               | 196 406<br>108 940          | 47,15   | 1,28                            | 45<br>23  | 52<br>25   | 63<br>28 | 73<br>33      | 52<br>26  | 57<br>27   | 68<br>30 | 93<br>38   |
| DC-10-30               | 253 105<br>120 742          | 37,7  | 1,17                            | 44<br>20  | 53<br>21   | 64<br>24 | 75<br>28      | 53<br>22  | 59<br>23   | 70<br>25 | 97<br>32   |
| DC-10-40               | 253 105<br>122 567          | 37,7  | 1,17                            | 44<br>20  | 53<br>21   | 64<br>24 | 75<br>28      | 53<br>22  | 59<br>23   | 70<br>26 | 97<br>32   |
| DCH 7<br>DASH 7        | 19 867<br>11 793            | 46,75   | 0,74                            | 11<br>6   | 12<br>6    | 13<br>7  | 13<br>7       | 10<br>5   | 11<br>6    | 12<br>6  | 14<br>8    |
| FOKKER 27<br>Mk500     | 19 777<br>11 879            | 47,5  | 0,54                            | 10<br>5   | 11<br>6    | 12<br>6  | 12<br>7       | 8<br>4  | 10<br>5    | 12<br>6  | 13<br>7    |
| FOKKER 28<br>Mk1000LTP | 29 484<br>15 650            | 46,3  | 0,58                            | 14<br>6   | 15<br>7    | 17<br>8  | 18<br>9       | 11<br>5   | 14<br>6    | 16<br>7  | 19<br>9    |
| FOKKER 28<br>Mk1000HTP | 29 484<br>16 550            | 46,3  | 0,69                            | 15<br>8   | 16<br>8    | 18<br>9  | 18<br>10      | 13<br>6   | 15<br>7    | 17<br>8  | 20<br>10   |
| HS125-400              | 10 600<br>5 683             | 45,5  | 0,77                            | 6<br>3  | 6<br>3     | 7<br>6   | 7<br>3        | 5<br>2  | 5<br>3     | 6<br>3   | 7<br>3     |
| HS125-600              | 11 340<br>5 683             | 45,5  | 0,83                            | 7<br>3  | 7<br>3     | 7<br>3   | 8<br>3        | 5<br>2  | 6<br>3     | 7<br>3   | 8<br>3     |
| HS748                  | 21 092<br>12 183            | 43,6  | 0,59                            | 10<br>5   | 11<br>5    | 11<br>6  | 12<br>6       | 8<br>4  | 9<br>5     | 11<br>6  | 13<br>7    |
| IL62                   | 161 570<br>66 400           | 45,5  | 1,65                            | 47<br>17  | 54<br>17   | 62<br>19 | 70<br>21      | 48<br>16  | 52<br>16   | 61<br>18 | 76<br>23   |
| L-1011-1               | 195 952<br>108 862          | 47,4  | 1,33                            | 45<br>24  | 52<br>25   | 62<br>28 | 73<br>33      | 52<br>25  | 56<br>27   | 66<br>29 | 91<br>38   |
| L-1011-100/200         | 212 281<br>110 986          | 46,8  | 1,21                            | 46<br>23  | 55<br>24   | 66<br>28 | 78<br>32      | 56<br>25  | 61<br>26   | 73<br>30 | 100<br>38  |

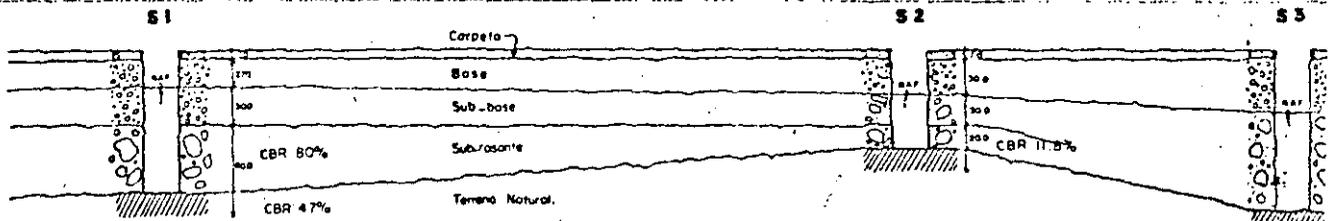
| Tipo de aeronave | Masa total de despegue (kg) | Carga sobre una de las patas del tren de aterrizaje principal % | Presión de los neumáticos (MPa) | Terrenos de fundación de pavimentos rígidos — MN/m <sup>2</sup> |            |         |               | Terrenos de fundación de pavimentos flexibles — CBR |            |        |            |
|------------------|-----------------------------|---|---------------------------------|---|------------|---------|---------------|---|------------|--------|------------|
|                  |                             |   |                                 | Alta 150  | Mediana 80 | Baja 40 | Ultra baja 20 | Alta 15   | Mediana 10 | Baja 6 | Muy baja 3 |
|                  |                             |   |                                 | ACN   |            |         |               | ACN   |            |        |            |
| (1)              | (2)                         | (3)   | (4)                             | (5)   | (6)        | (7)     | (8)           | (9)   | (10)       | (11)   | (12)       |
| L-1011-500       | 225 889                     | 46,2  | 1,27                            | 50  | 59         | 72      | 84            | 60  | 65         | 79     | 107        |
|                  | 108 924                     |   |                                 | 23  | 24         | 27      | 31            | 25  | 26         | 28     | 36         |
| Trident 1E       | 61 160                      | 46  | 1,03                            | 32  | 34         | 37      | 39            | 23  | 24         | 27     | 32         |
|                  | 33 203                      |   |                                 | 15  | 16         | 17      | 18            | 10  | 11         | 12     | 15         |
| Trident 2E       | 65 998                      | 47  | 1,07                            | 37  | 39         | 42      | 44            | 26  | 28         | 31     | 36         |
|                  | 33 980                      |   |                                 | 16  | 17         | 18      | 19            | 11  | 12         | 13     | 16         |
| Trident 3        | 68 266                      | 45,5  | 1,14                            | 37  | 40         | 42      | 44            | 26  | 28         | 31     | 36         |
|                  | 39 060                      |   |                                 | 18  | 19         | 21      | 22            | 13  | 14         | 15     | 18         |
| VC10-1150        | 151 953                     | 48,25   | 1,01                            | 38  | 46         | 56      | 65            | 44  | 50         | 61     | 77         |
|                  | 71 940                      |   |                                 | 16  | 17         | 20      | 23            | 17  | 18         | 21     | 27         |



DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN ESTANDAR



PERFIL ESTRATIGRAFICO



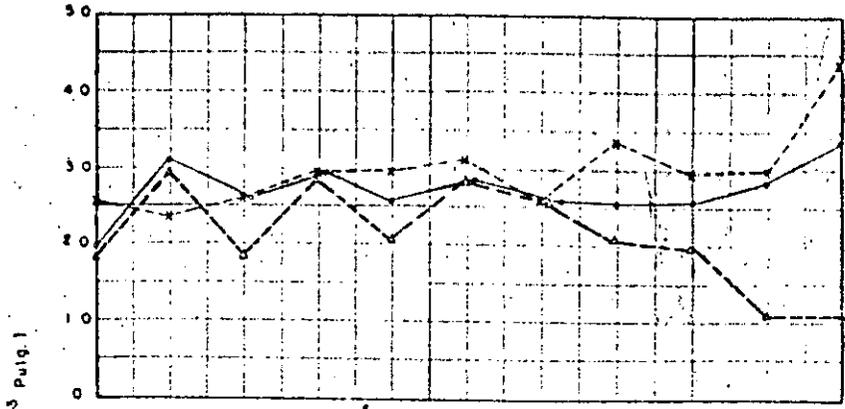
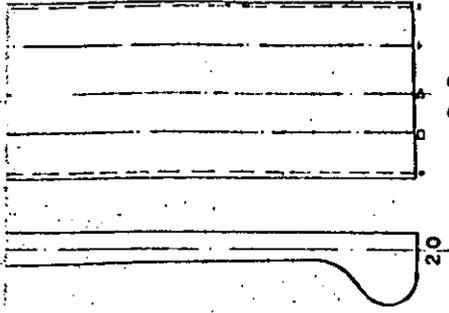
ESTUDIO DE INDICE DE PERFIL  
(Diciembre 1984)

|                 | 0+000       | 0+020        | 0+180        | 0+340        | 0+500        | 0+660        | 0+820        | 0+980        | 1+140        | 1+300        | 1+460        | 1+620        |
|-----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1               | 2.8         | 3.2          | 1.8          | 1.9          | 3.4          | 4.0          | 4.7          | 5.1          | 5.2          | 6.3          | 6.4          | 6.4          |
| 2               | 2.5         | 3.1          | 4.8          | 3.1          | 4.0          | 3.0          | 2.7          | 2.6          | 4.2          | 4.2          | 4.2          | 4.2          |
| 3               | 3.3         | 2.7          | 1.9          | 3.0          | 3.5          | 2.5          | 2.2          | 2.8          | 5.4          | 5.4          | 5.4          | 5.4          |
| 4               | 3.9         | 3.4          | 3.9          | 3.4          | 4.4          | 3.2          | 4.4          | 3.5          | 4.7          | 4.7          | 4.7          | 4.7          |
| 5               | 2.0         | 2.4          | 1.8          | 2.2          | 6.3          | 2.3          | 2.8          | 4.7          | 3.4          | 3.4          | 3.4          | 3.4          |
| 6               | 2.9         | 3.3          | 4.7          | 4.2          | 6.0          | 4.4          | 6.5          | 3.1          | 4.7          | 4.7          | 4.7          | 4.7          |
| 7               | 2.5         | 3.4          | 3.9          | 3.2          | 2.5          | 2.8          | 4.2          | 4.4          | 3.2          | 3.2          | 3.2          | 3.2          |
| 8               | 2.1         | 2.9          | 3.1          | 4.8          | 4.0          | 4.0          | 4.0          | 2.9          | 3.2          | 3.2          | 3.2          | 3.2          |
| 9               | 2.0         | 1.8          | 3.8          | 1.8          | 3.2          | 1.1          | 1.6          | 7.4          | 2.6          | 2.6          | 2.6          | 2.6          |
| 10              | 3.0         | 1.8          | 2.8          | 2.5          | 3.4          | 3.1          | 1.3          | 3.4          | 2.6          | 2.6          | 2.6          | 2.6          |
| <b>Promedio</b> | <b>3.67</b> | <b>3.257</b> | <b>3.539</b> | <b>3.437</b> | <b>4.140</b> | <b>3.247</b> | <b>3.808</b> | <b>3.834</b> | <b>3.318</b> | <b>3.179</b> | <b>3.441</b> | <b>3.441</b> |

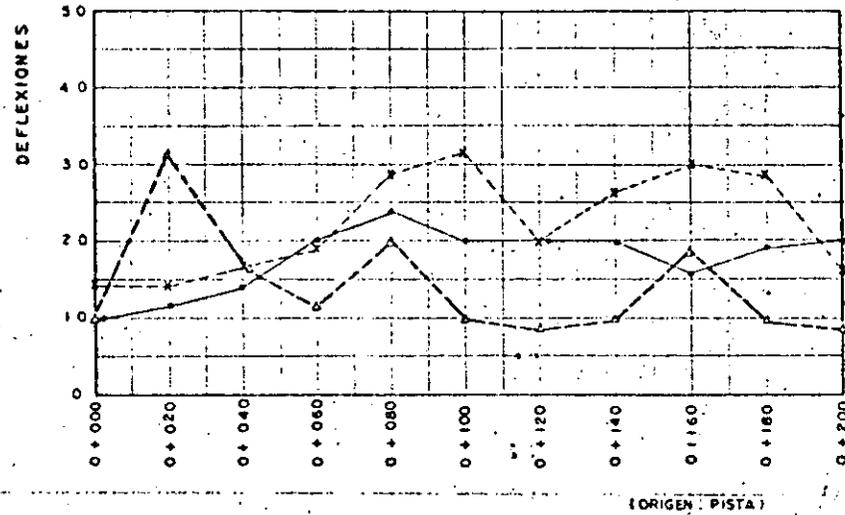
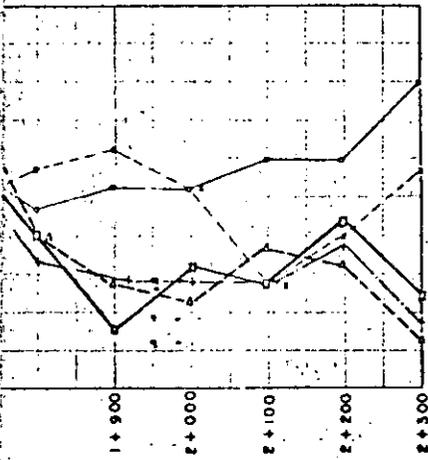
EJES  
0987654321  
000000000000

15

RODAJE BRAVO

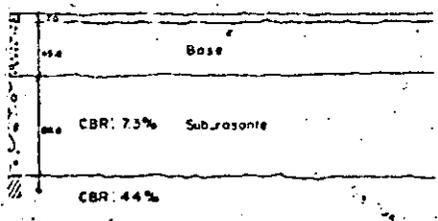


RODAJE ALFA

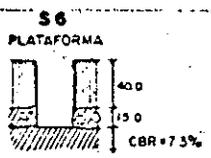
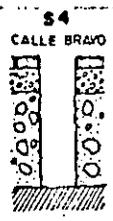


(ORIGEN: PISTA)

16



NOTA.  
 COTAS EN CM.  
 CBR = VRS.

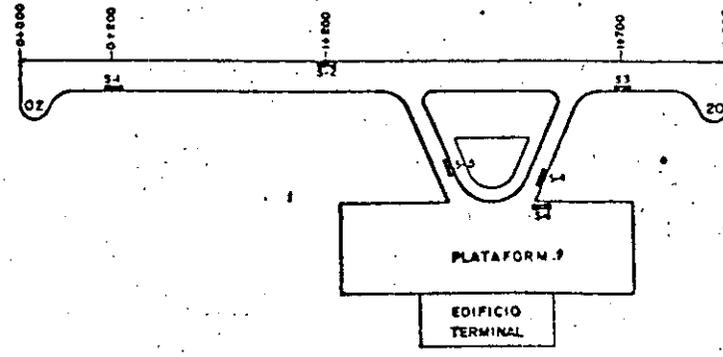


SIMBOLOS

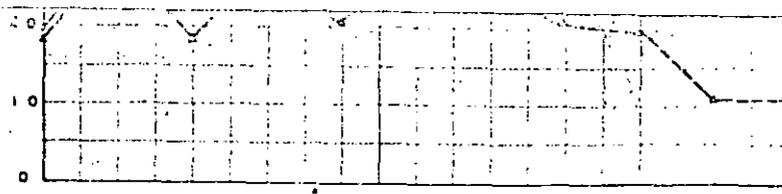
- EJE DERECHO
- EJE CENTRAL D.
- △ EJE CENTRAL I.
- ◊ EJE CENTRAL M.
- ✱ EJE IZQUIERDO
- ▨ CARPETA ASFAL.
- ▧ SUB-RASANTE
- ⊙ ARENA CON BOL.
- ▧ SUB BASE Y/O BASE NICRALIC.
- ▨ FERRENO NATU.
- ▧ ARCILLA CON B.
- ▧ ESPESOR INDEF.
- ▧ VALORES DE I MATO
- ▧ ENTR.
- ▧ MENO

| Stationing | Value 1 | Value 2 | Value 3 |
|------------|---------|---------|---------|
| 1+700      | 68.7    | 54.0    | 61.5    |
| 1+800      | 77.2    | 40.8    | 65.6    |
| 1+900      | 59.5    | 51.3    | 74.9    |
| 2+000      | 2.3     | 51.4    | 75.2    |
| 2+100      | 9.6     | 78.8    | 84.1    |
| 2+200      | 1.2     | 47.8    | 65.0    |
| 2+300      | 7.3     | 44.1    | 63.8    |
| 2+400      | 6.2     | 44.2    | 50.8    |
| 2+500      | 6.1     | 34.2    | 74.1    |
| 2+600      | 6.1     | 31.4    | 45.3    |
| 2+700      | 59.78   | 53.40   | 68.63   |

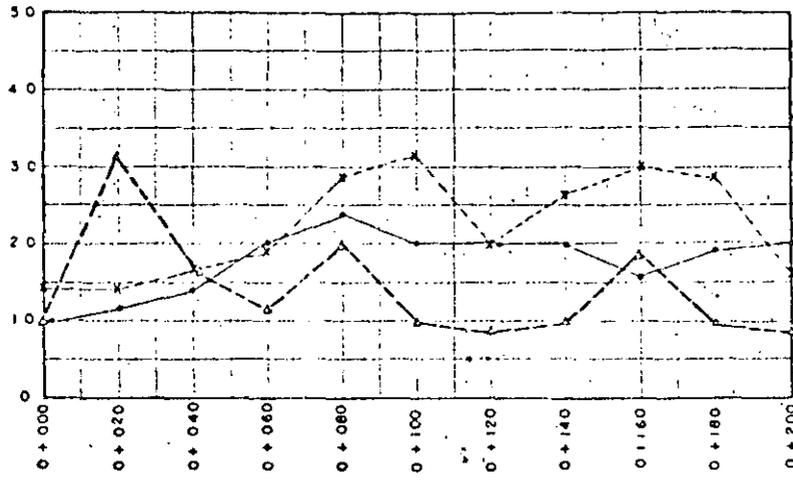
CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS



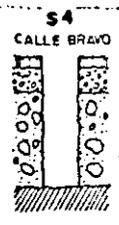
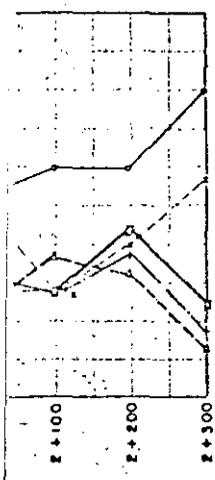
DEFLEXIONES (10<sup>-3</sup> Pulg.)



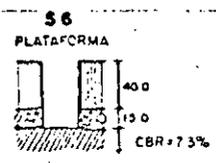
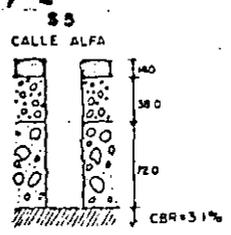
**RODAJE ALFA**



(ORIGEN: PISTA)



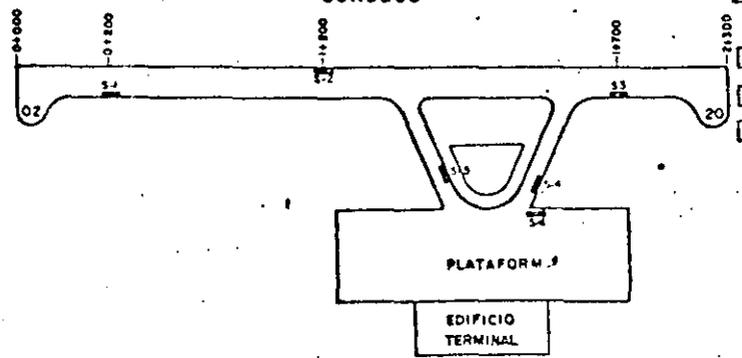
16



**SIMBOLOGIA**

- EJE DERECHO
- EJE CENTRAL DERECHO
- ▲ EJE CENTRAL
- ♦ EJE CENTRAL IZQUIERDO
- × EJE IZQUIERDO
- ▨ CARPETA ASFALTICA
- ▩ SUB-RASANTE
- ◻ ARENA CON BOLEO
- ▤ SUB BASE Y/O BASE HIDRAULICA
- ▥ TERRENO NATURAL (ARCILLA)
- ▧ ARCILLA CON BOLEOS
- ↑ ESPESOR INDEFINIDO
- VALORES DE INDICE DE PERFIL
- MAYORES DE 60
- ENTRE 40 Y 60
- MENORES DE 40

**CROQUIS DE LOCALIZACION DE SONDEOS**



TA.  
COTAS EN CM.  
CBR = VRS

|   |   |   |
|---|---|---|
| 0 | 4 | 3 |
| 1 | 8 | 8 |
| 2 | 7 | 9 |
| 3 | 7 | 2 |
| 4 | 8 | 1 |
| 5 | 6 | 2 |
| 6 | 6 | 8 |
| 7 | 7 | 1 |
| 8 | 4 | 3 |

**SCT** DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ESPECIALES  
OFICINA DE ESTUDIOS GEOTECNICOS E HIDRAULICOS

**AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN. EVALUACION DE PAVIMENTOS (Trabajos de Campo)**

**ELABORACION**  
EL JEFE DE LA OFICINA  
*[Signature]*  
Ing. Manuel Cerro Ortiz  
EL JEFE DE LA SECCION  
*[Signature]*  
Ing. Trinidad Delgado Briseño  
FORNOYORILLO J ANTONIO ZUÑIGA CRTIZ

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO  
*[Signature]*  
Ing. Eugenio Ramirez Rodriguez  
Mexico, D.F. Febrero 1984  
Plano No.

| ENSAYE EN   |                        | Km. 0 + 200               |           |   |                      |
|---|------------------------|---------------------------|-----------|---|----------------------|
| UBICACION   |                        | POZO A CIELO ABIERTO N° J |           |   |                      |
| CAPA  |                        | BASE                      | SUB-BASE  | SUB-RAS                                       | T.MAT.               |
| ESPESOR   | ( C.m.)                | 27                        | 30        | 60  |                      |
| P.V. SECO SUELTO                                      | ( Kg/m <sup>3</sup> )  | 1789                      | 1779      | 1866  | 1129                 |
| P.V. SECO MAXIMO                                      | ( Kg/m <sup>3</sup> )  | 2185                      | 2158      | 2179  | 1405                 |
| HUMEDAD OPTIMA  | ( % )                  | 7.1                       | 7.5       | 7.02  | 28.7                 |
| P.V. DEL LUGAR  | ( Kg/m <sup>3</sup> )  | 2187                      | 2182      |   |                      |
| HUMEDAD DEL LUGAR                                     | ( % )                  | 11.6                      | 17.6      | 8.5   | 37.4                 |
| EXPANSION   | ( % )                  | 0.0                       | 0.0       | 0.11  | 9.2                  |
| VALOR CEMENTANTE                                      | ( Kg/cm <sup>2</sup> ) | 30.8                      | 27.6      |   |                      |
| EQUIVALENTE DE ARENA                                  | ( % )                  | 21.4                      | 19.4      |   |                      |
| PRUEBAS EN MATERIAL MAYOR QUE LA MALLA<br>N° 3/8"     |                        |                           |           |   |                      |
| ABSORCION   | ( % )                  | 1.77                      | 2.18      |   |                      |
| DENSIDAD  |                        | 2.63                      | 2.98      |   |                      |
| PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA<br>MALLA N° 40 |                        |                           |           |   |                      |
| LIMITE LIQUIDO  | ( % )                  | 29                        | 31        |   |                      |
| LIMITE PLASTICO                                       | ( % )                  | 19                        | 26        |   |                      |
| INDICE PLASTICO                                       |                        | 10                        | 5         |   |                      |
| CONTRACCION LINEAL                                    | ( % )                  | 3.0                       | 1.9       | 1.7   | 22.2                 |
| CLASIFICACION SUCS                                    |                        | GC                        | GM        | GM  | CH2                  |
| PORCIENTO DE COMPACTACION ( % )                       |                        | 100.1                     | 101.1     | Mat. suelto                                   | 96                   |
| V.R.S. EN EL LUGAR                                    | ( % )                  |                           |           | 8.0   | 4                    |
| V.R.S. ESTANDAR SATURADO                              | ( % )                  | 99                        | 109       | 7.6   | 15                   |
| DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL                 |                        | Grava Arena               | Cementada | Grava Arena<br>con boleros<br>hasta de 6" tic | Arilla Gr<br>de Alta |

ON DE PAVIMENTOS 18 AEROPUERTO

PISTA

| Nº 1      | Km. 1 + 200               |           |         |              | Km. 1 + 700               |          |         |              |
|-----------|---------------------------|-----------|---------|--------------|---------------------------|----------|---------|--------------|
|           | POZO A CIELO ABIERTO Nº 2 |           |         |              | POZO A CIELO ABIERTO Nº 3 |          |         |              |
| NAT       | BASE                      | SUB-BASE  | SUB-RAS | T. NAT       | BASE                      | SUB-BASE | SUB-RAS | T. NAT       |
|           | 30                        | 30        | 20      |              | 45                        |          | 38      |              |
| 29        | 1712                      | 1373      |         |              | 1750                      |          | 1506    | 163          |
| 105       | 2138                      | 1901      |         |              | 2174                      |          | 2008    | 1814         |
| 128.7     | 60                        | 134       |         |              | 5.7                       |          | 9.2     | 188          |
|           | 2294                      | 1843      |         |              | 2431                      |          |         |              |
| 37.4      | 90                        | 187       |         |              | 7.5                       |          | 14.5    | 30.3         |
|           |                           |           |         |              |                           |          |         |              |
| 92        | 00                        | 06        |         |              | 00                        |          | 0.10    | 7.12         |
|           | 23.5                      | 19.8      |         |              | 26.5                      |          |         |              |
|           | 30.5                      | 27.6      |         |              | 23.2                      |          |         |              |
|           |                           |           |         |              |                           |          |         |              |
|           | 1.23                      | 1.47      |         |              | 1.77                      |          |         |              |
|           | 241                       | 260       |         |              | 2.5                       |          |         |              |
|           |                           |           |         |              |                           |          |         |              |
|           | 26                        | 25        |         |              | 32                        |          |         |              |
|           | 21                        | INAP.     |         |              | 26                        |          |         |              |
|           |                           |           |         |              |                           |          |         |              |
|           | 6                         | INAP.     |         |              | 6                         |          |         |              |
| 22.2      | 1.6                       | 0.0       |         |              | 1.9                       |          | 2.2     | 200          |
| H2        | SC                        | SM        |         |              | GC                        |          | SM      | CH           |
|           |                           |           |         |              |                           |          |         |              |
| 96        | 107                       | 97        |         |              | 104.8                     |          | 98      | 95           |
| 47        |                           |           | 118     |              |                           |          | 73      | 44           |
| 19        | 108                       | 60.2      |         |              | 103                       |          | 88      | 33           |
| llo Gris  | Grava Arena               | Cementada |         | Arcilla Gris | Grava Arena               |          |         | Arcilla café |
| Alfa Plas |                           |           |         |              | Cementada                 |          |         | claro compac |
| dad       |                           |           |         |              |                           |          |         | ta.          |

NO SE DISTINGUIO ESTA CAPA

PO Y LABORATORIO

PTO DE CULIACAN, SIN. 19

RODAJES

| BRAVO         |                           |          |         |                | ALFA                      |          |         |                |
|---------------|---------------------------|----------|---------|----------------|---------------------------|----------|---------|----------------|
| Nº 3          | POZO A CIELO ABIERTO Nº 4 |          |         |                | POZO A CIELO ABIERTO Nº 5 |          |         |                |
| T. NAT.       | BASE                      | SUB-BASE | SUB-RAS | T. NAT.        | BASE                      | SUB BASE | SUB-RAS | T. NAT.        |
|               | 20                        |          | 80      |                | 38                        |          | 72      |                |
| 163           | 1750                      |          | 1450    | 1257           | 1760                      |          | 1799    | 1111           |
| 81.4          | 2207                      |          | 1959    | 1460           | 2189                      |          | 2098    | 1830           |
| 188           | 8.0                       |          | 107     | 254            | 63                        |          | 7.4     | 188            |
|               | 2100                      |          |         |                | 2108                      |          |         |                |
| 30.3          | 107                       |          | 158     | 307            | 92                        |          | 9.2     | 340            |
|               |                           |          |         |                |                           |          |         |                |
| 7.12          | 0.0                       |          | 1.15    | 9.4            | 0.30                      |          | 0.0     | 1.12           |
|               | 214                       |          |         |                | 171                       |          |         |                |
|               | 244                       |          |         |                | 213                       |          |         |                |
|               |                           |          |         |                |                           |          |         |                |
|               | 286                       |          |         |                | 194                       |          |         |                |
|               | 247                       |          |         |                | 26                        |          |         |                |
|               |                           |          |         |                |                           |          |         |                |
|               | 29                        |          |         |                | 29                        |          |         |                |
|               | 23                        |          |         |                | 22                        |          |         |                |
|               |                           |          |         |                |                           |          |         |                |
|               | 6                         |          |         |                | 7                         |          |         |                |
| 20.0          | 2.0                       |          | 0.5     | 18.8           | 23                        |          |         |                |
| CH            | GC-SC                     |          | SC      | CH             | GC-SC                     |          | SM      | CH2            |
|               |                           |          |         |                |                           |          |         |                |
| 95            | 95                        |          | 94.3    | 92             | 96.3                      |          | 98      | 93.1           |
| 4.4           |                           |          | 16.9    | 6.6            |                           |          |         | 3.1            |
| 3.3           | 98                        |          | 69      | 1.9            | 108                       |          | 73      | 2.4            |
| Arcilla cafe' | Grava Arena               |          |         | Arcilla cafe'  | Grava Arena               |          |         | Arcilla cafe'  |
| compacta      | Cementada                 |          |         | claro compacta | Cementada                 |          |         | claro compacta |

20

| A L F A            |         |                                 | PLATAFORMA DE OPERACIONES LADO NORTE |          |                  |         |
|--------------------|---------|---------------------------------|--------------------------------------|----------|------------------|---------|
| CIELO ABIERTO Nº 5 |         |                                 | POZO A CIELO ABIERTO Nº 6            |          |                  |         |
| UB BASE            | SUB-RAS | T. NAT.                         | BASE                                 | SUB-BASE | SUB-RAS          | T. NAT. |
|                    | 72      |                                 | 40                                   | 15       |                  |         |
|                    | 1799    | 1111                            |                                      | 1779     |                  | 1163    |
|                    | 2098    | 1830                            |                                      | 2213     |                  | 1490    |
|                    | 7.4     | 188                             |                                      | 81.4     |                  | 24.7    |
| CAPA               | 9.2     | 340                             |                                      |          | CAPA             | 35      |
| ESTA               | 0.0     | 11.2                            | CARPETA Y BASE ASFALTICA             | 1.29     | ESTA             | 11.2    |
| NO SE DISTINGUIO   |         |                                 |                                      |          | NO SE DISTINGUIO |         |
|                    |         |                                 |                                      | 1.00     |                  | 20.7    |
|                    | SM      | CH2                             |                                      | GC       |                  | CH2     |
|                    | 98      | 93.1                            |                                      |          |                  | 96      |
|                    |         | 3.1                             |                                      |          |                  | 7.3     |
|                    | 73      | 2.4                             |                                      |          |                  | 1.3     |
|                    |         | Arcilla cafe<br>claro compacto. |                                      |          |                  |         |

**EVALUACION DE PAVIMENTOS AEROPUERTO DE CULIACAN, SIN.  
DATOS BASICOS Y VALORES DE PCN RESULTANTES**

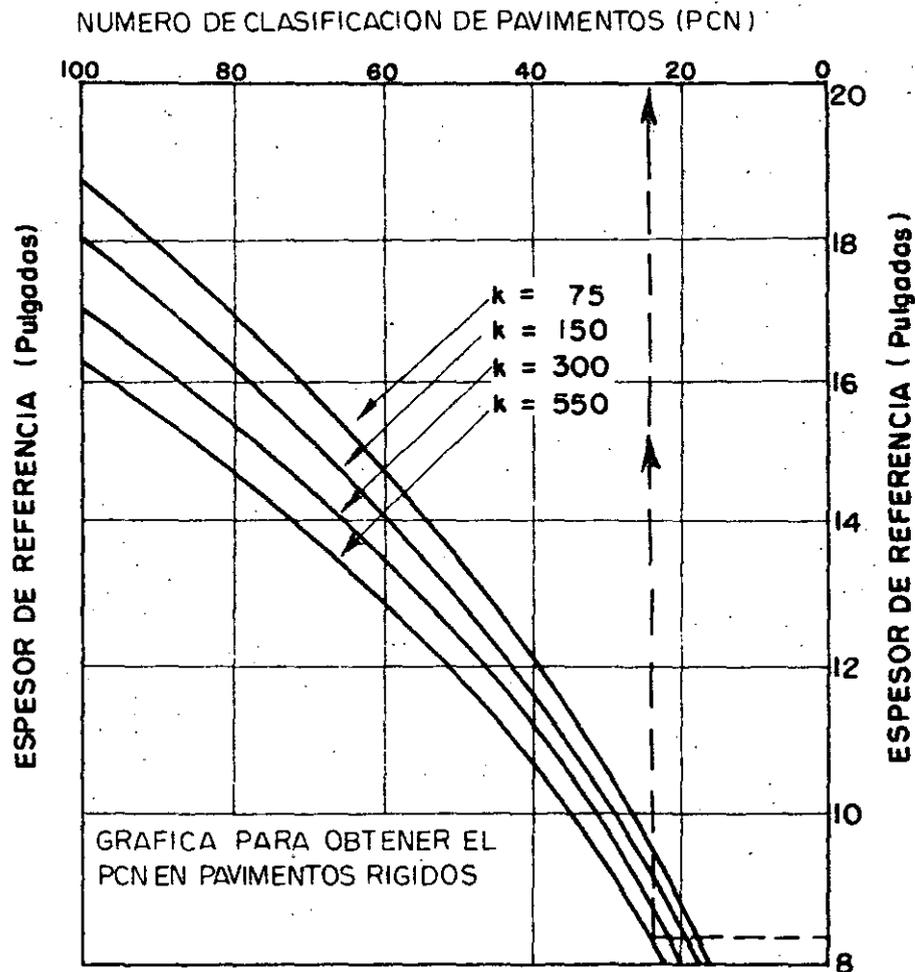
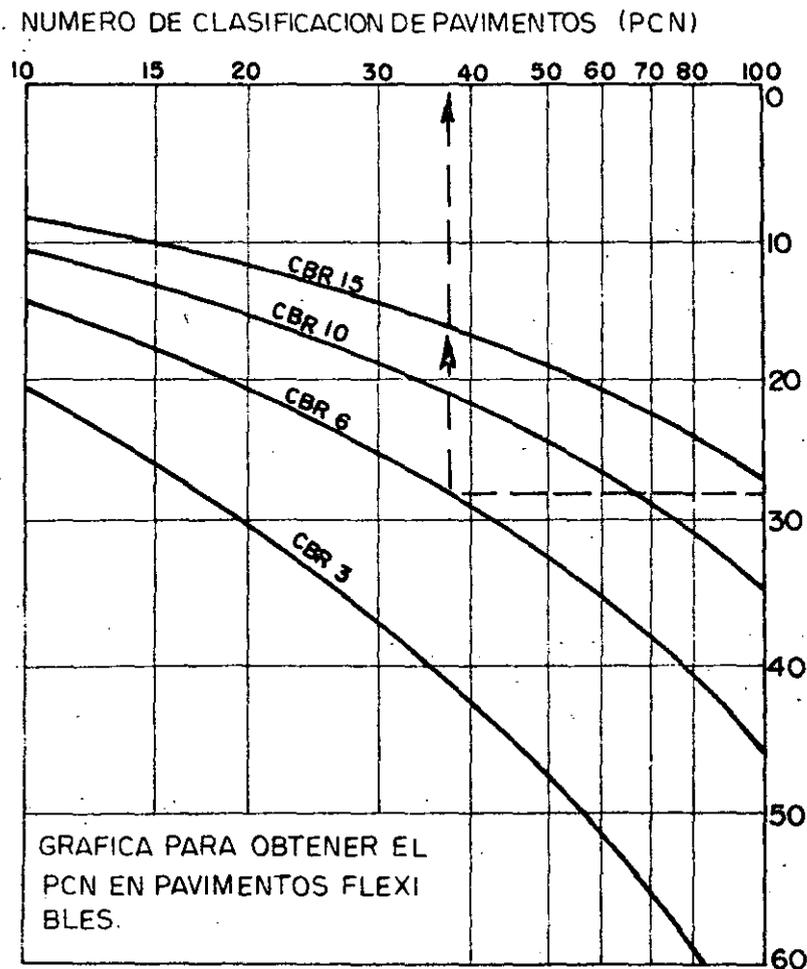
| ELEMENTO<br>AERONAUTICO<br>TERRESTRE | SONDEO<br>Nº | VALOR RELATIVO<br>DE SOPORTE (%) |            | ESPESOR<br>(cms.) |          | P C N<br>(Pavement Clasification Number.) |                    |
|--------------------------------------|--------------|----------------------------------|------------|-------------------|----------|---|--------------------|
|                                      |              | SUB-RAS                          | T. NATURAL | PARCIAL *         | TOTAL ** | VRS. SUBRAS/E. PARCIAL                    | VRS. TNAT/E. TOTAL |
| P<br>I<br>S<br>T<br>A                | 1            | 8.0                              | 4.7        | 67                | 127      | 4 2                                       | 8 5                |
|                                      | 2            | 11.8                             |            | 70                | 90       | 7 3                                       | —                  |
|                                      | 3            | 7.3                              | 4.4        | 55                | 143      | 2 5                                       | 9 5                |
| RODAJE<br>BRAVO                      | 4            | 16.9                             | 6.6        | 35                | 115      | 3 0                                       | 10 0               |
| RODAJE<br>ALFA                       | 5            | 12.0<br>(supuesto)               | 3.1        | 59                | 131      | 5 7                                       | 6 2                |
| PLATAFORMA<br>DE<br>OPERACIONES      | 6            | —                                | 7.3        | 60                | 75       | —   | 4 8                |

(\*) ESPESOR PARCIAL : CARPETA + BASE + SUB-BASE

(\*\*) ESPESOR TOTAL : E. PARCIAL + SUBRASANTE

**NOTA:** Los espesores de carpeta se afectaron por un coeficiente de 1.5, los de base, sub.base y sub.rasante por 1.0

# EVALUACION DE PAVIMENTOS DE AEROPUERTOS ( PROCEDIMIENTO ACN-PCN )



CBR : California Bearing Ratio (VRS)

k : Modulo de reaccion de la  
Sub base (lb/in<sup>3</sup>)

FIGURA Nº 1

FUENTE : AIRCRAFT LOADING ON AIRPORT  
PAVEMENTS ACN, PCN.  
U.S. AVIATION INSTITUTE OF TECHNOLOGY WORKING  
GROUP. MAR. 1983

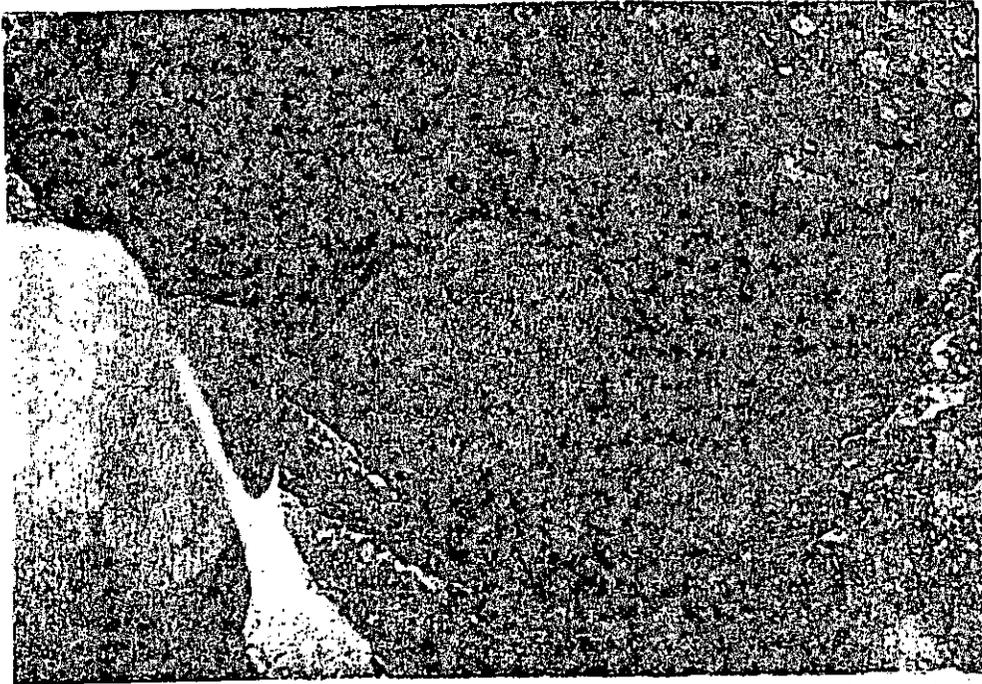


Foto No. 1.- Sondeo No. 1 a nivel de la capa sub-rasante. Se muestra una capa de arena graduada utilizada para uniformizar la superficie donde se determinará el CBR. En las paredes del sondeo se aprecian las capas de base y sub - base.

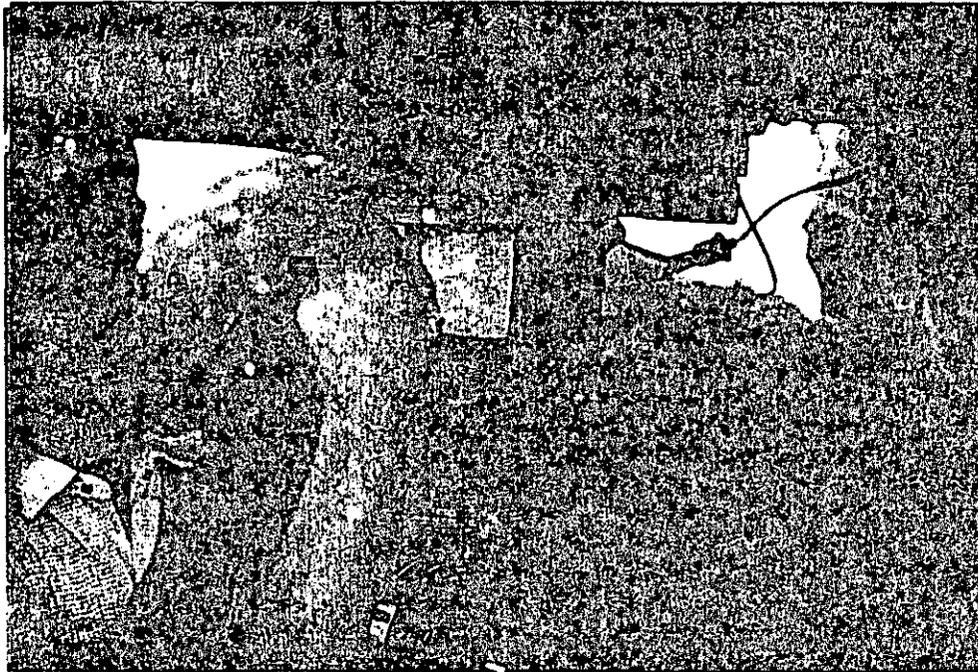


Foto No. 2 .- Adaptación del gato de carga bajo el vehículo-lastrado para la determinación del CBR. Bajo el gato aparece el anillo calibrado para el registro de las cargas.

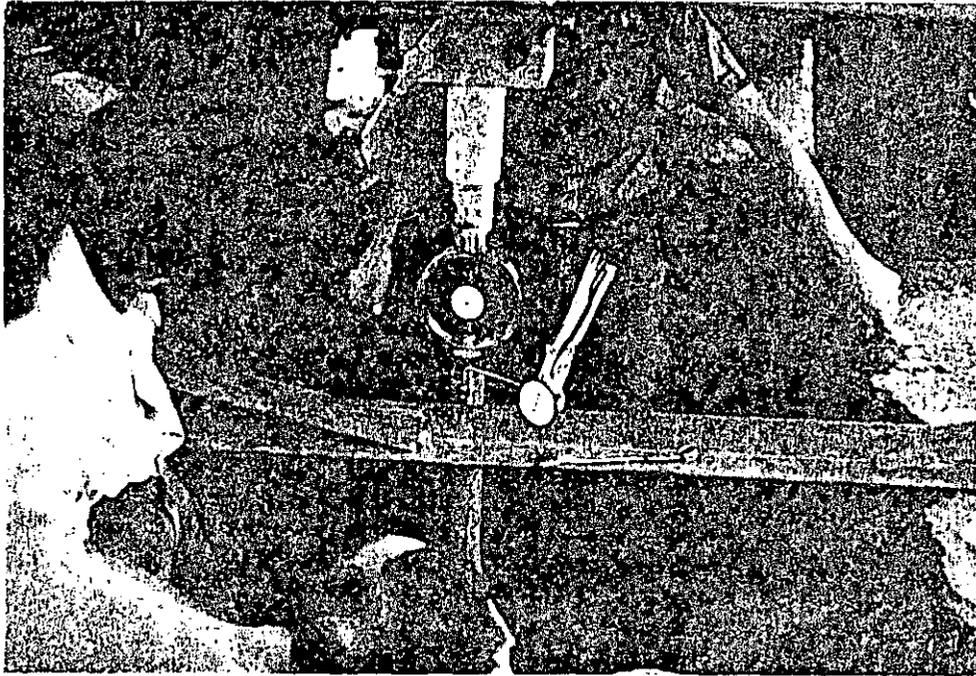


Foto No. 3 .- Vista del conjunto, gato, anillo calibrado y extensión para la transmisión de la carga, mostrándose además el puente para el apoyo del micrómetro que registra -- las deformaciones.

## 3.- IRREGULARIDADES SUPERFICIALES

Introducción

25

La estructura de los pavimentos de las aeropistas está expuesta permanentemente al intemperismo del medio ambiente y a la aplicación de esfuerzos repetitivos que le provoca el paso de las aeronaves; estas condiciones son las responsables del desarrollo progresivo de irregularidades superficiales que pueden ocasionar un exceso de vibraciones en los aviones durante su carrera de despegue ó aterrizaje, provocando sobre esfuerzos en la estructura del avion y en el propio pavimento, alteraciones en las lecturas de los instrumentos de a bordo e incomodidad para los pasajeros.

Para detectar las irregularidades de las aeropistas, obteniendo además un índice que refleje la intensidad de dichas irregularidades, en México se utiliza la técnica del Perfilógrafo longitudinal; esta técnica permite evaluar periódicamente las condiciones superficiales de de las aeropistas con el fin de programar las obras de rehabilitación necesarias para mantener un adecuado nivel de servicio de los pavimentos.

En la Dirección General de Aeropuertos se utiliza además la técnica del Perfilógrafo para el control del acabado superficial de las aeropistas nuevas; este control se lleva a cabo incluyendo en los proyectos especificaciones que limitan las irregularidades a valores que no deben exceder cierto límite, mismo que se verifica con mediciones del Perfilógrafo al término de la construcción de la aeropista.

Perfilógrafo Hveem

Para evaluar las irregularidades superficiales de un pavimento, en función del llamado "Índice de Perfil, se utiliza el Perfilógrafo tipo-Hveem que se muestra esquemáticamente en la fig. 1; este aparato está formado por una estructura de aluminio de 7.6 m de longitud, una rueda de bicicleta que detecta las ondulaciones de la superficie del pavimento y un mecanismo graficador.

Al diagrama obtenido con el aparato se le llama "Perfilograma" -- ( ver fig. 2 ), que representa las irregularidades del pavimento en una escala horizontal de 1:300 y a una vertical de 1:1.

A partir de los perfilogramas, los índices de perfil ( I.P ) se determinan cuantificando en cantidad y tamaño la parte del perfilograma -- que sobresale de una banda central de 0.5 cms utilizada como escantillón.

#### Metodología de una evaluación con perfilógrafo

El Perfilógrafo tipo Hveem mostrado esquemáticamente en la fig. 1 se hace rodar empujándolo manualmente siguiendo la trayectoria de 10 -- ejes longitudinales trazados previamente en la aeropista con una separación transversal de 2 m entre sí ( de esta forma se cubre la -- franja central de 20 m sujeta a la mayoría de los pasos de avión ).

Los perfilogramas resultantes se procesan en gabinete cuantificando el número y magnitud de las deformaciones que sobresalen de la banda central de 0.5 cms de ancho ( dos décimas de pulgada ); la cuantificación se realiza contando el número de décimas de pulgada de irregularidades sobresaliendo de la banda central de 0.2 pulgadas por cada -- tramo 54.2 cms de perfilograma ( 160 m ).

Lo anterior da por resultado que el Índice de Perfil tenga unidades de pulgadas de deformación por milla de longitud.

Se obtiene así un valor de Índice de Perfil por cada tramo de 160 m ( 0.1 millas ) en cada una de las 10 líneas trazadas en la aeropista ( en el perfilograma de la fig. 2 se ejemplifica el conteo de las -- deformaciones en décimas de pulgada ).

Los valores de Índice de Perfil por tramo de 160 m de los 10 ejes -- pueden manejarse como un promedio general ó como un promedio por tramo de 160 m de pista; el primer promedio reflejará las condiciones --

generales de la pista y los promedios por tramo de 160 m de pista - permitirán zonificar los tramos específicos en malas condiciones para recomendar trabajos de rehabilitación en forma aislada.

#### Normas para calificar el estado superficial de los pavimentos.

En aeropistas nuevas se exige que ningún valor de Índice de Perfil exceda de 30 pulgadas por milla; si los valores de I. P. se distribuyen uniformemente en el intervalo de 0 a 30, podría especificarse que el promedio general de los I.P. de una aeropista nueva no exceda de 15.

En la práctica es normal que una aeropista nueva en buenas condiciones presente un I.P. promedio inferior a 20.

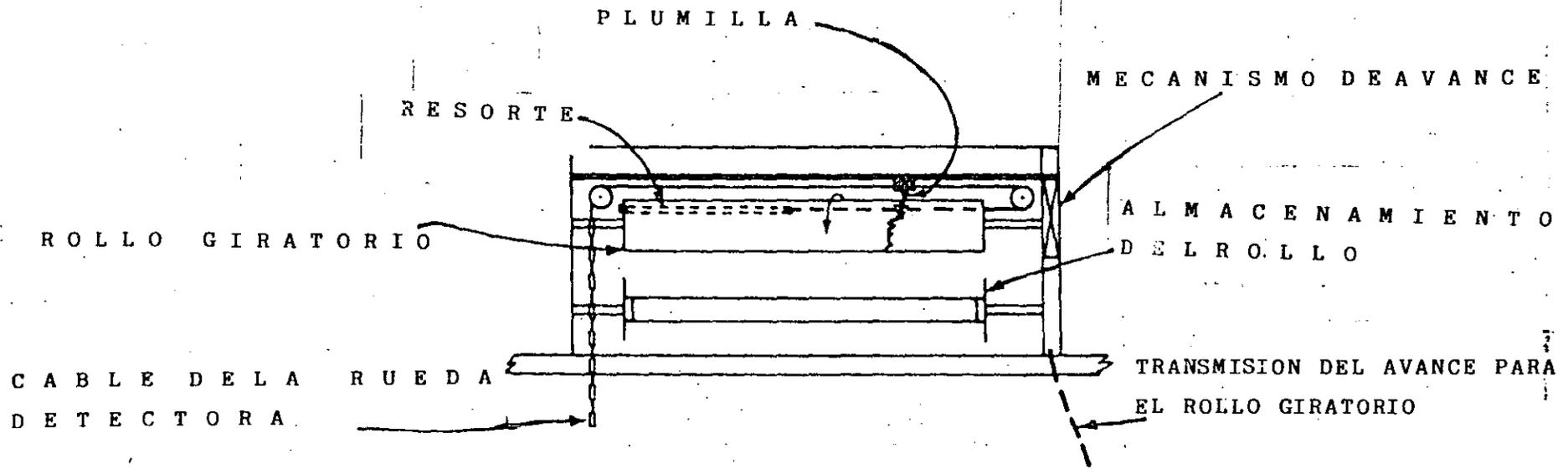
Las aeropistas en operación son evaluadas cada 3 años aproximadamente con el fin de detectar la evolución de las irregularidades; en este caso, los I.P. se presentan en promedios por tramo de 160 m de pista. Esta forma de presentación permite localizar los tramos con I. P. mayor de 30 para recomendar su rehabilitación.

En el plano No. 1 anexo se presentan los resultados de I.P. de la aeropista de Culiacán en donde destaca que del Km 0 + 180 al Km 2 + 260 los I.P. promedio por tramo de 160 m son mayores de 30; en el mismo plano, puede verse que el tercio de pista con menor PCN ( cabecera - 20 ) presenta los mayores I.P. ( 51.8 a 68.6 ) .

#### Comentario

La utilización del Perfilógrafo Hveem para detectar irregularidades superficiales, es una técnica comparable a la especificación de la regla de 5 m y depresiones menores de 0.5 cm ó de la regla de 3 m y depresiones menores de 0.3 cm. ( Norma OACI ).

De hecho, un valor de I.P. igual a 0 corresponde a una superficie - cuyas irregularidades son menores de 0.5 cms.



28

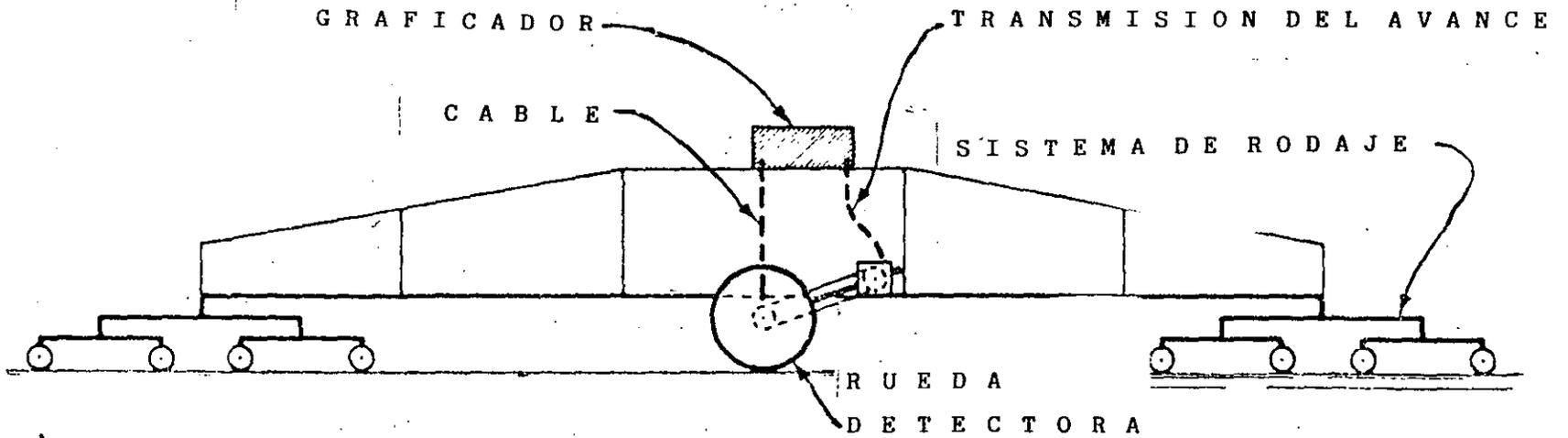
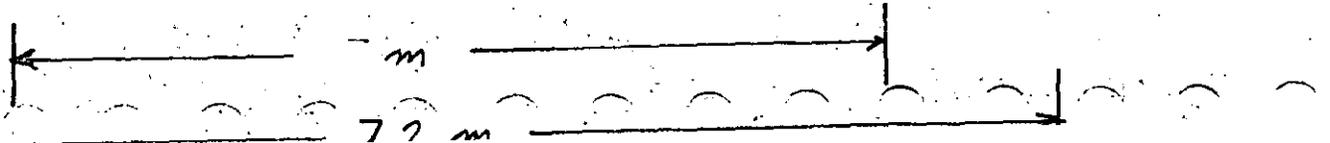
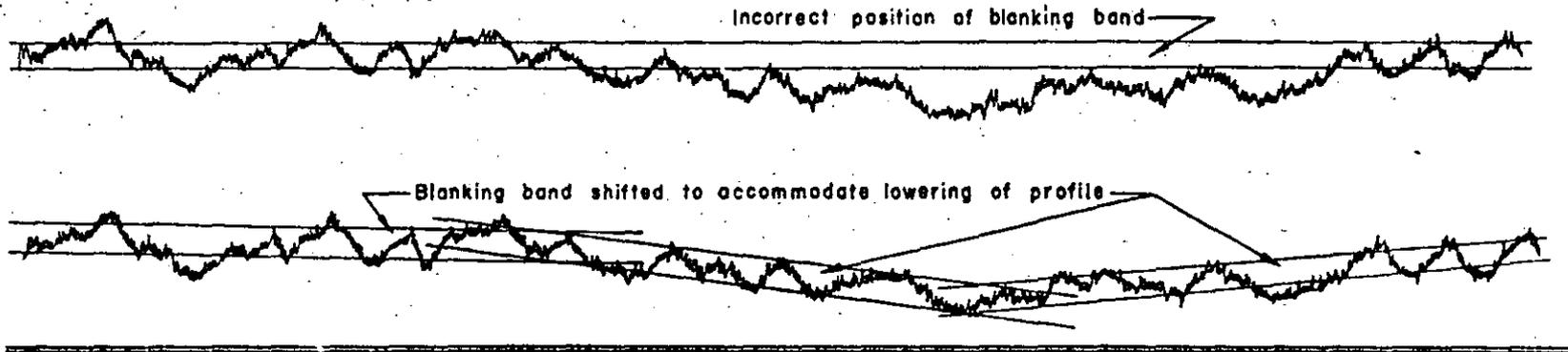


FIG. 1

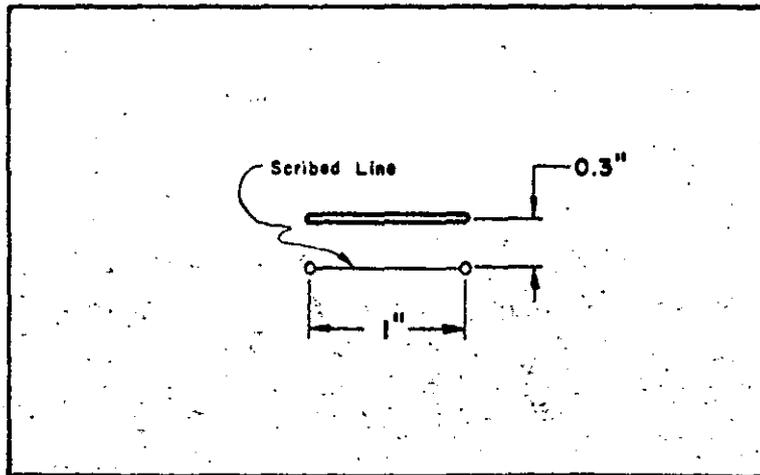
Per lo grato



METHOD OF COUNTING WHEN POSITION OF PROFILE SHIFTS AS IT MAY  
WHEN ROUNDING SHORT RADIUS CURVES WITH SUPERELEVATION



METHOD OF PLACING TEMPLATE WHEN LOCATING BUMPS TO BE REDUCED



BUMP TEMPLATE

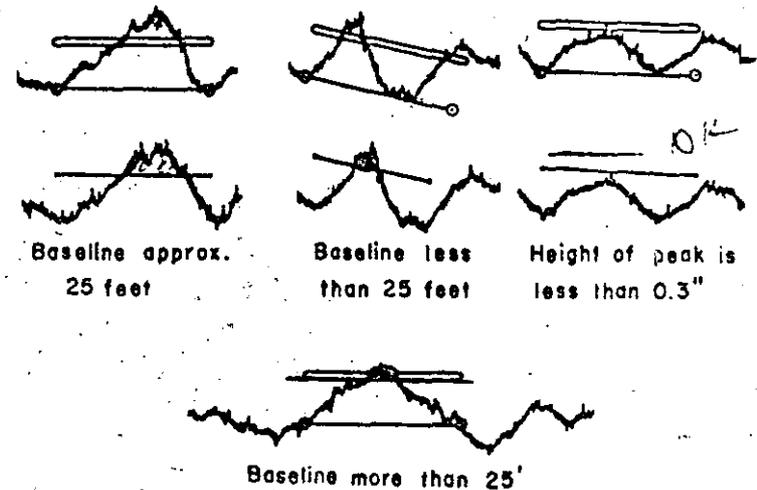
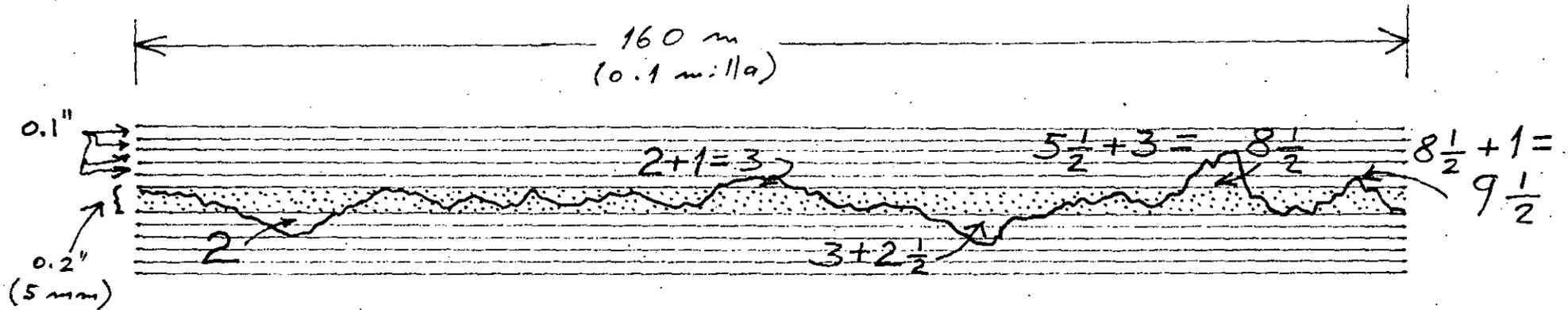


FIGURE II



Suma de irregularidades : 9.5

Indice de Perfil : 9.5 pulgadas/milla

FIG. 2

Ejemplo de perfilograma con el  
conteo de irregularidades mayores de 0.2"

## 4.- COEFICIENTE DE ROZAMIENTO

31

Introducción

El coeficiente de rozamiento de la superficie de las pistas debe medirse para:

- a) proporcionar calibraciones periódicas de la superficie del pavimento.
- b) evaluar la resbalosidad de las pistas cuando están mojadas
- c) determinar el efecto del rozamiento cuando las características de drenaje son deficientes.
- d) detectar condiciones resbaladizas en circunstancias excepcionales .

Las mediciones del coeficiente de fricción deben hacerse sobre superficies limpias; además, para lograr uniformidad y permitir la comparación con otras pistas, los ensayos deben hacerse con un espesor de agua uniforme ( de 0.5 a 1.0 mm ), por lo que es necesario emplear equipos con aplicador automático de agua.

Es preferible que se utilice un aparato de medición que proporcione una evaluación continua del coeficiente de rozamiento.

Dispositivos de medición

Existe una variedad de aparatos de medición; a título enunciativo tenemos los siguientes:

- Vehículo de frenado en diagonal ( DBV )
- Remolque LPC ( Frances )
- Medidor del valor  $\mu$
- Deslizómetro
- Stradografo

Existen correlaciones entre los resultados de los - - - - -  
5 dispositivos mencionados ( Manual de Servicios de Aeropuertos, Par-  
te 2, OACI ); por lo tanto; la entidad que utilice cualquiera de es-  
tos aparatos puede convertir sus mediciones a las que correspondan al  
resto de los dispositivos.

#### Medidor del valor Mu ( mu-meter )

En México se utiliza el mu-meter como un método para clasificar pis-  
tas desde el punto de vista de la fricción y para estimar la eficacia  
de frenado.

Es sabido que las aeronaves modernas aplican a las ruedas un par de  
frenado controlado para garantizar un "porcentaje de deslizamiento"  
constante ( alrededor del 15% ); este porcentaje de deslizamiento -  
prefijado permite aprovechar el máximo coeficiente de rozamiento posi-  
ble, valor que tiende a disminuir cuando la rueda se bloquea ( 100%  
de deslizamiento ). Por la razón anterior, si el coeficiente de roza-  
miento instrínseco de la superficie es bajo, disminuye la eficacia de  
frenado y se requerirá mayor longitud de pista durante los aterri-  
jes.

una ventaja del mu-meter radica en que puede detectar el peligro de  
hidroplaneo cuando se opera a la velocidad estándar de 65 Kms/hora y  
con una presión de neumaticos de 10 psi; el hidroplaneo del aparato  
( condición en que las llantas no hacen contacto con el pavimento ),  
es semejante al mismo fenómeno ocurriendo en un avión con llantas in-  
fladas a 100 psi y viajando a una velocidad de 160 kms/hora.

Otra ventaja del mu-meter es que hace mediciones continuas en toda la  
distancia cubierta, registrando éstas en un rollo de papel que se des-  
plaza proporcionalmente a la distancia recorrida por el aparato.

El mu - meter ( ver fotos ) se remolca con un vehículo común a veloci-  
dad constante y desarrolla fricción entre la superficie del pavimento  
y dos ruedas exteriores que se desplazan con una desviación de 7.5 -  
grados con respecto a la línea de arrastre ( ver parte superior de -  
la fig. 1 ).

Las fuerzas de fricción desarrolladas se transmiten a la estructura principal del aparato y son registradas en una celda de presión para convertirse, previa calibración, a valores del coeficiente de rozamiento ( $\mu$ ) que se grafican en forma continua en un rollo de papel ( fig. 2 ). ( El valor de " $\mu$ " es la constante física que representa la relación entre la fuerza de fricción y la fuerza normal de superficie. ) El avance del rollo de papel se regula mecánicamente a través de la tercera rueda del aparato.

El peso total del aparato mu-meter es de 245 Kgs. Los neumaticos tienen 40 cms de diámetro y 10 cms de ancho cuando estan inflados a 10 psi; las ruedas medidoras utilizan neumáticos lisos para asegurarse que el desgaste de la huella no afecte los resultados.

Las dimensiones totales del remolque son: 150 cm de largo, 80 cm de ancho y 85 cm de alto.

#### Mediciones y presentación de resultados

Las mediciones se realizan en condiciones de pavimento mojado remolcando el mu-meter a velocidades de 50 y 75 kms/h siguiendo dos líneas paralelas al eje de la pista y separadas de éste de 5 a 10 m.

Los resultados se presentan en una gráfica cuya escala vertical es el coeficiente de rozamiento ( $\mu$ ) y la horizontal el cadenamiento de la pista.

Mediante examen directo de las gráficas se determina el coeficiente de rozamiento promedio de los tercios extremos y central de la pista y se reportan para cada velocidad de prueba.

El coeficiente de rozamiento obtenido con el mu-meter no debe ser menor de 0.7 para aeropistas nuevas; para aeropistas en operación, se especifica un nivel de mantenimiento de 0.5.

Para fines de notificación de la eficacia de frenado, los resultados del mu-meter pueden utilizarse con la siguiente tabla:

| <u>Eficacia de frenado</u> | <u>Coeficiente " mu "</u> |
|----------------------------|---------------------------|
| Buena                      | 0.5 ó mayor               |
| Mediana                    | 0.26 a 0.49               |
| Deficiente                 | menor de 0.25             |

Estas calificaciones tienen carácter de orientación y deben usarse con discreción.

La expresión "buena" trata de indicar que los aviones no experimentarán dificultades de dirección ni de frenado debido al estado de la pista. Cuando la eficacia de frenado se indica como "media", el frenado puede ser tal que para hacer un buen aterrizaje debe recurrirse a una ejecución precisa de los métodos de vuelo recomendados. Cuando la eficacia de frenado se indique "deficiente", puede -- ocurrir una importante pérdida de las posibilidades de frenado y de dirección. En caso que deba aterrizar se aconseja asegurarse que la distancia de aterrizaje necesarias para pistas resbaladizas especificadas en el Manual de vuelo del avión no exceda de la distancia de aterrizaje disponible.

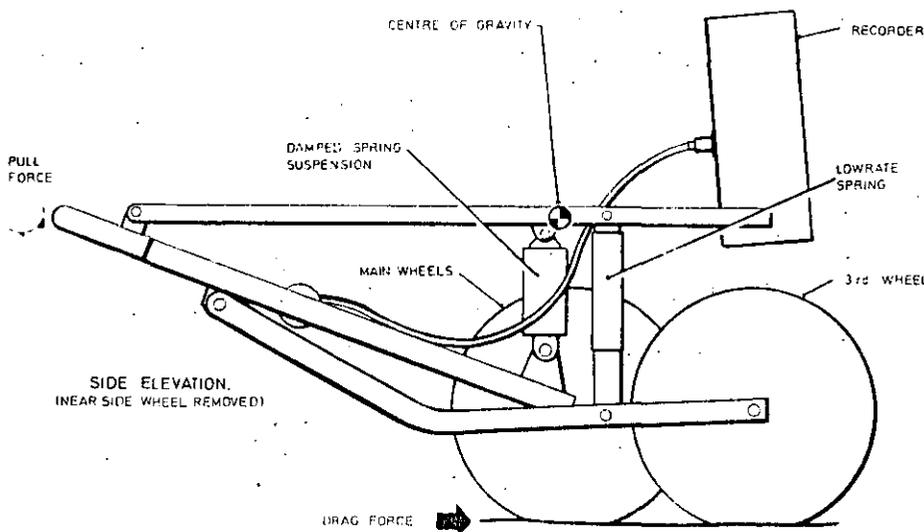
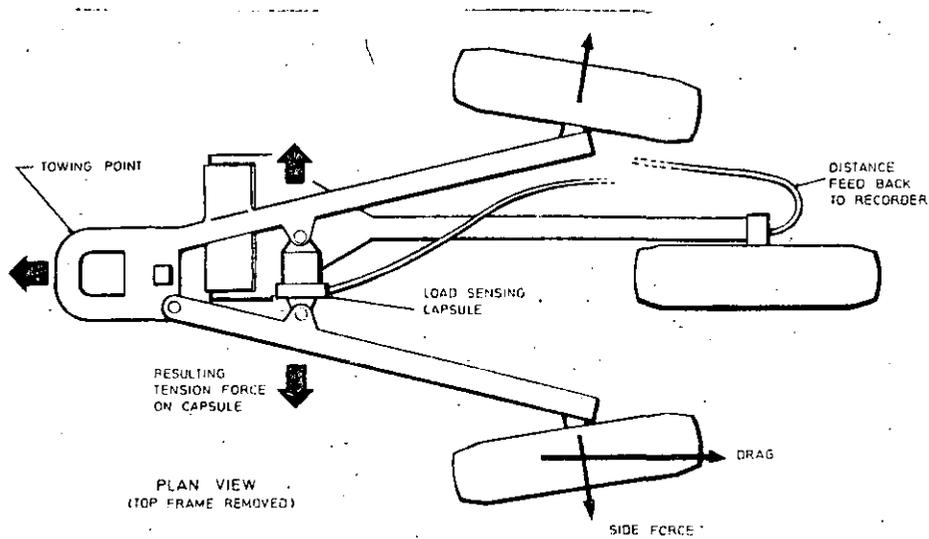
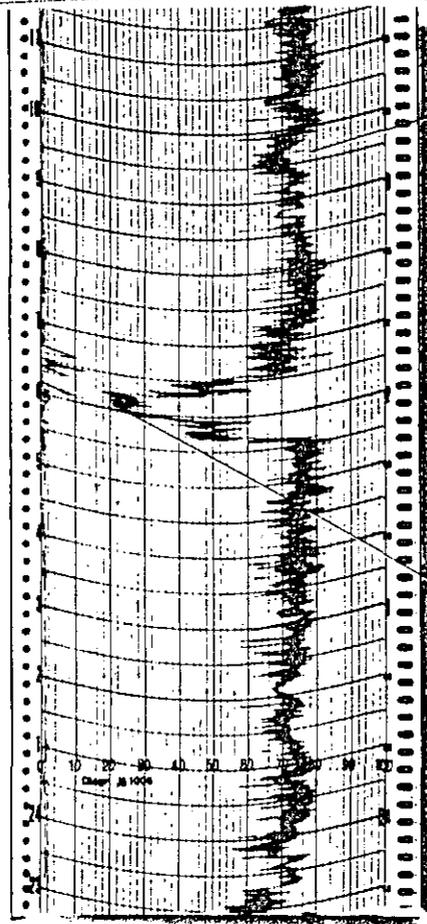


FIG. 1 ESQUEMA DEL " MU - METER "



Good adhesion

ESCALA

1: 5315

( 1" = 450 pies )

Poor adhesion

Fig. 2. Operación del " mu-meter " y gráfica de resultados.

## 5.- BIBLIOGRAFIA

- Normas y Metodos recomendados Internacionales. Aerodromos. Anexo 14 al convenio sobre aviación civil internacional. 1983 ( OACI )
  
- Manual de Servicios de Aeropuertos parte 2: Estado de la superficie de los pavimentos. 1977 ( OACI )
  
- Aircraft Loading on Airport Pavements. ACN - PCN. U.S. Aviation - Industry Working Group, 1983
  
- Airport Operations. Ashford, Stanton and Moore. Wiley Interscience, 1984.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

**CURSO: MANTENIMIENTO Y OPERACION DE AEROPUERTOS  
DEL 8 AL 19 DE JULIO  
MEXICO D.F.**

**MANTENIMIENTO DE AREAS DE OPERACION  
AERONAUTICA**

**M. EN C. RODOLFO TELLEZ GTZ.  
JULIO DE 1985**

1

MANTENIMIENTO Y OPERACION DE AEROPUERTOS

**T E M A :** "Mantenimiento de areas de operación aeronautica".

**EXPOSITOR:** M. en C. Rodolfo Téllez Gutierrez

**OBJETIVOS:** Que los asistentes adquirieran una visión general de los métodos y prácticas recomendadas para el mantenimiento rutinario de los pavimentos, las instalaciones de drenaje y de las areas no pavimentadas de los aeropuertos,

I N D I C E

- 1.- Resumen de prácticas de mantenimiento en pavimentos rígidos y flexibles.
- 2.- Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Un caso especial de construcción y conservación de pavimentos.
- 3.- Criterios de selección entre pavimentos rígidos y flexibles.
- 4.- Mantenimiento del drenaje del aeropuerto ( cap. 5 de la parte 9 " Metodos de Mantenimiento de Aeropuertos " Doc. 9137 OACI )
- 5.- Mantenimiento de las zonas no pavimentadas ( cap. 6 de la parte 9 " Metodos de Mantenimiento ...Doc. 9137 OACI )

MANTENIMIENTO MENOR Y MAYOR

EN PAVIMENTOS RIGIDOS Y FLEXIBLES

Ponente: M. en C. ING. RODOLFO TELLEZ GUTIERREZ.

MAYO 1985

|   |
|---|
| <b>CONSERVACION DE PAVIMENTOS<br/>RIGIDOS</b> |
|---|

| CONCEPTO  | CAUSAS PROBABLES DEL PROBLEMA...  | RECOMENDACIONES.  |
|---|---|---|
| - Desintegración del concreto.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiales poco durables</li> <li>- Condiciones severas del clima</li> <li>- Ciclos de hielo - deshielo</li> <li>- Escaso o nulo aire incluido</li> </ul>  | - Demoler y reponer el pavimento defectuoso   |
| Superficies con escamas o costuras.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocación del concreto con exceso de agua.</li> <li>- Acabados excesivos de la superficie.</li> <li>- Impurezas en los agregados.</li> <li>- Utilización de productos químicos en la superficie.</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parchar con mortero de cemento y resinas epóxicas u otro adhesivo.</li> <li>- Parchar con mezcla asfáltica.</li> <li>- Si no hay agujeros profundos, aplicar una o mas capas de mortero asfáltico</li> </ul>   |
| Astillamientos o desconchamientos cercanos a las juntas   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Infiltración de materiales no compresibles en la junta</li> <li>- Impedimento de movimiento del pasajuntas.</li> <li>- Concreto poco resistente.</li> <li>- Manejo inadecuado de las cimbras durante la construcción.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminar previamente la causa.</li> <li>- Hacer cajón y reponer el concreto; utilizar resinas epóxicas u otro adhesivo adecuado.</li> <li>- Sellar la junta.</li> <li>- Solución alterna: parchar con concreto asfáltico.</li> <li>- Solución alterna: parchar con insertos prefabricados fijados con adhesivo epóxico.</li> </ul>   |
| Defectos en la superficie:<br>- Surcos<br>- Lavaderos<br>- Ranuras<br>- Ondulaciones<br>- Baños de pájaros. | Control pobre durante la colocación del concreto.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para defectos muy localizados parchar individualmente con mortero de cemento y resinas epóxicas, o con mezcla asfáltica.</li> <li>- Para áreas defectuosas muy extensas, repavimentar.</li> </ul>  |
| Grietas longitudinales y transversales.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contracción por cambios de temperatura.</li> <li>- Contracción de fraguado.</li> <li>- Alabeos</li> <li>- Movimiento en la cimentación</li> <li>- Falla de estructura.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sellar la grieta con material flexible.</li> <li>- O soldar la grieta con adhesivo a base de resinas epóxicas o polímeros eliminando previamente la causa del problema.</li> <li>- Demoler y sustituir la grieta por una junta.</li> </ul>   |
| Grietas en esquina y en diagonal.   | - Falla estructural debida a las cargas sobre esquinas carentes de apoyo.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si la grieta forma un pequeño triángulo en la esquina de la losa:<br/>- Remover el material dañado y parchar con concreto asfáltico. Sellar la junta.</li> <li>- O remover el material dañado y parchar con concreto hidráulico y resinas epóxicas u otro adhesivo adecuado, si se ha eliminado la causa del problema.</li> <li>- Si la grieta está mas al centro de la losa:<br/>- Sellar la grieta con material flexible para evitar infiltraciones.</li> <li>- Soldar la grieta con adhesivo a base de resinas epóxicas o polímeros, eliminando previamente la causa del problema.</li> </ul> |

S.C.T.

DIRECCION GENERAL DE AERORUERTOS

Dirección de Programación

Coordinación de Programación

**CONSERVACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS**

| CONCEPTO  | CAUSAS PROBABLES DEL PROBLEMA  | RECOMENDACIONES  |
|---|--|--|
| Hundimientos diferenciales.<br>Agrietamientos con hundimientos.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inestabilidad de la subbase y subrasante</li> <li>- Inadecuada transferencia de cargas entre losas.</li> <li>- "Bombeo" de los materiales de cimentación.</li> <li>- Subdrenaje defectuoso.</li> <li>- Progresión de otras fallas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantar las losas hundidas mediante la inyección de asfalto con arena o de mortero de cemento. Sellar previamente las juntas o grietas hasta la mitad.</li> <li>- Nivelar el pavimento aplicando una capa de concreto hidráulico y resinas epóxicas, o aplicando concreto asfáltico.</li> <li>- Si los hundimientos van acompañados de agrietamientos considerables, demoler las losas, hacer caja y parchar con concreto hidráulico. Utilizar fierro de refuerzo y resinas epóxicas u otro adhesivo adecuado.</li> <li>- Si el área fallada es muy extensa repavimentar utilizando el pavimento viejo como base.</li> </ul> |
| Losas que se "botan"  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excesiva expansión de las losas</li> <li>- Material no compresible en las juntas, que impide que las losas se expandan.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remover la parte dañada.</li> <li>- Parchar con concreto hidráulico y resinas epóxicas u otro adhesivo adecuado, o parchar con concreto asfáltico.</li> <li>- Proveer una junta de expansión</li> <li>- Sellar la junta.</li> </ul>   |
| Cortes en el pavimento.   | Necesidad de tender una tubería, una obra de drenaje, ductos eléctricos, o alguna otra instalación.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cortar la losa al menos 15 cm mas allá de la orilla de la zanja,</li> <li>- Excavar la zanja con cuidado.</li> <li>- Rellenar en capas perfectamente compactadas.</li> <li>- Parchar con concreto hidráulico en el espesor de la losa mas 5 cm., hacia abajo.</li> <li>- Utilizar fierro de refuerzo y adhesivo a base de resinas epóxicas u otro producto adecuado.</li> </ul>   |
| Juntas o grietas sin sellar.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de limpieza de las caras de las juntas al sellarlas originalmente.</li> <li>- Temperatura indebida al aplicar el sello.</li> <li>- Calidad inadecuada del material de sellado.</li> <li>- Aparición de nuevas grietas.</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quitar el material de sello defectuoso.</li> <li>- Limpiar las juntas y sellar debidamente.</li> <li>- Si aflora material sellante cuando la temperatura ambiente no es muy alta, eliminar el excedente.</li> </ul>   |
| Acumulación de caucho en la superficie que origina - se reduzca el coeficiente de rozamiento.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Número considerable de operaciones de aterrizaje en la pista.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceder al ranurado transversal y/o rebajado de la superficie por medio de equipo adecuado.</li> <li>- Llevar control de la evolución del coeficiente de rozamiento por medio de un medidor de fricción.</li> <li>- Solución alterna: eliminar el caucho con productos químicos y/o agua a presión (no muy recomendable)</li> </ul>  |
| Irregularidades en la superficie del pavimento que provocan vibraciones en los aviones  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poco control durante la construcción.</li> <li>- Equipo inadecuado para el colado.</li> <li>- Fallas del pavimento.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceder al rebajado longitudinal por medio de equipo adecuado.</li> <li>- Controlar los trabajos por medio de perfilógrafo</li> <li>- Solución alterna: Tender sobrecarpeta (generalmente es una solución mas costosa).</li> </ul>   |
| <p>NOTA: Se recomienda que en todos los casos, los procedimientos de construcción, utilización y elaboración de materiales, se sujeten a las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.</p> |  |  |

## CONSERVACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

| CONCEPTO                            | CAUSAS PROBABLES DEL PROBLEMA   | RECOMENDACIONES  |
|-------------------------------------|---|--|
| Erosión del Pavimento.              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- El chorro de las turbinas;</li> <li>- El paso de las ruedas de los aviones a gran velocidad; y/o</li> <li>- Pobre adherencia entre el material pétreo y el asfalto, causada por:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- elaboración defectuosa del concreto asfáltico;</li> <li>- agregados pétreos hidrófilos o de poca afinidad con el asfalto.</li> <li>- efectos circunstanciales (p.ej. derrame de combustibles y lubricantes)</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si la erosión está en la etapa inicial, aplicar un riego de mortero asfáltico; evitar el uso de riegos de sello.</li> <li>- Si la erosión se ha profundizado mucho, darle tratamiento similar al de un bache.</li> <li>- Cuando se presenten derrames de combustibles, lavar inmediatamente el área afectada de manera de diluir y eliminar el líquido disolvente (mantenimiento preventivo)</li> </ul>                       |
| Disgregación o desmoramiento.       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Insuficiente compactación durante la construcción.</li> <li>- Colocación de la carpeta en tiempo muy húmedo o frío.</li> <li>- Utilización de agregados sucios, desintegrables o de poca afinidad con el asfalto.</li> <li>- Falta de asfalto en la mezcla; y/o</li> <li>- Sobrecalentamiento de la mezcla asfáltica.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si la falla se encuentra en sus inicios, aplicar un riego de mortero asfáltico.</li> <li>- Si la falla se encuentra muy avanzada y la superficie es muy extensa, reencarpetar</li> </ul>  |
| Agujeros                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poca resistencia de la carpeta en la zona, debida a:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de asfalto en la mezcla</li> <li>- Falta de espesor de carpeta</li> <li>- Exceso o carencia de finos en la mezcla, y/o</li> <li>- Drenaje deficiente.</li> </ul> </li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reparación temporal: Limpiar el agujero y rellenarlo con mezcla asfáltica; compactar.</li> <li>- Reparación permanente: Efectuar cortes formando un rectángulo con sus paredes verticales; imprimir las paredes y rellenar la cavidad con mezcla asfáltica; compactar</li> </ul>  |
| Sangrado o Afloramiento de Asfalto. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exceso de asfalto en la mezcla asfáltica.</li> <li>- Construcción inadecuada del sello</li> <li>- Riego de liga o de impregnación - excesivos.</li> <li>- Solventes que acarrear el asfalto a la superficie.</li> <li>- El paso de las cargas del tráfico pesado puede acelerar el sangrado.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remover o raspar el exceso de asfalto aflorado y aplicar un tratamiento superficial (Mortero asfáltico)</li> </ul>  |
| Oxidación del Asfalto               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excesivo intemperismo del asfalto por agentes meteorológicos y/o por el escape de las turbinas a altas velocidades y temperaturas.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar un tratamiento superficial (mortero asfáltico) para proteger la estructura de concreto asfáltico.</li> <li>- O aplicar un producto rejuvenecedor ("Reclamite")</li> </ul>   |
| Corrimientos de la Carpeta          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de adherencia entre la carpeta y la base, debida a:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impurezas situadas entre las dos capas (Polvo, aceite, caucho, - agua)</li> <li>- Falta de riego de liga durante la construcción del pavimento.</li> </ul> </li> <li>- Exceso del contenido de arena en la mezcla.</li> <li>- Inadecuada compactación durante la construcción.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remover la carpeta afectada y por lo menos - 30 cm de la carpeta circundante en buen estado; efectuar cortes rectangulares con sus paredes verticales.</li> <li>- Limpiar con cepillo y aire a presión.</li> <li>- Aplicar riego de liga ligero.</li> <li>- Colocar la mezcla asfáltica; extender con cuidado para evitar segregación.</li> <li>- Compactar adecuadamente con placa vibratoria o rodillo metálico.</li> </ul> |

## CONSERVACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

| CONCEPTO                                     | CAUSAS PROBABLES DEL PROBLEMA   | RECOMENDACIONES   |
|--|---|---|
| Corrimientos Circulares.                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Giros de los aviones muy cerrados</li> <li>- Poca capacidad del pavimento, para resistir esfuerzos de tensión.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sellar la grieta si no es muy profunda.</li> <li>- Abrir caja y reponer el material si la falla se prolongó hasta las capas inferiores del pavimento.</li> </ul>   |
| Corrugaciones                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cargas del tráfico y</li> <li>- Concreto asfáltico de poca estabilidad debido a:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- exceso de asfalto en la mezcla.</li> <li>- exceso de agregados finos.</li> <li>- agregados pétreos demasiado redondeados o lisos.</li> <li>- cemento asfáltico demasiado blando.</li> <li>- humedad excesiva</li> <li>- contaminación por derrame de aceites.</li> <li>- falta de aireación al colocar la mezcla asfáltica (cuando se emplean asfaltos rebajados)</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si las corrugaciones son pocas, recortar las irregularidades sobresalientes y aplicar a la superficie un mortero asfáltico.</li> <li>- Si las corrugaciones son excesivas, remover la zona afectada y colocar concreto asfáltico bien proporcionado</li> <li>- Si hay subdrenaje defectuoso, este debe ser corregido previamente.</li> </ul>   |
| Hundimientos o Depresiones                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operaciones de cargas superiores a las de diseño del pavimento.</li> <li>- Falta de compactación de las capas inferiores del pavimento.</li> <li>- Asentamientos del terreno de cimentación</li> <li>- Flujo del suelo de cimentación hacia los lados de la pista (en algunos suelos arcillosos).</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para hundimientos debidos a compactación del terreno de cimentación o de las capas del pavimento, efectuar una nivelación.</li> <li>- Para hundimientos causados por fallas de tuberías o alcantarillas, repararlas previamente, lo que requerirá la remoción del pavimento.</li> <li>- Para hundimientos acompañados de grietas, efectuar estudio para determinar la causa de la falla y suprimirla.</li> </ul>   |
| Canalizaciones.                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Consolidación o movimiento lateral de una o varias de las capas subyacentes provocada (o) por el tráfico.</li> <li>- Carpetas nuevas mal compactadas.</li> <li>- Baja estabilidad del concreto.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivelar las depresiones y</li> <li>- Colocar una sobrecarpeta</li> </ul>   |
| Grietas longitudinales de orilla y de junta. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de soporte lateral o</li> <li>- Asentamientos del material cercano a la grieta, debidos a:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Drenaje defectuoso</li> <li>- Acción de las heladas.</li> <li>- Contracciones por secado del suelo de cimentación.</li> <li>- Vegetación cercana a la orilla del pavimento.</li> </ul> </li> <li>- Débil unión entre dos tramos de construcción de la carpeta.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corregir el drenaje si está defectuoso.</li> <li>- Limpiar las grietas con cepillo y aire a presión; sellarlas.</li> <li>- Si existen además asentamientos: picar la superficie afectada, limpiarla, aplicar un riego de lija, colocar mezcla asfáltica y compactarla con rodillo o placa vibratoria.</li> </ul>   |
| Grietas Transversales                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asentamientos aislados de la subrasante, base o subbase (p.e.) cuando el pavimento es cruzado por tuberías o ductos).</li> <li>- Movimientos mas generales y mas amplios del suelo de cimentación (p. ej. grietas por secado de suelos arcillosos; grietas por movimientos tectónicos; grietas por fallas geológicas activas)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpiar las grietas con cepillo y aire a presión; sellarlas.</li> <li>- Si existen además asentamientos: picar la superficie afectada; limpiarla; aplicar un riego de lija; colocar mezcla asfáltica y compactarla con rodillo o placa vibratoria.</li> <li>- Si una tubería mal sellada ocasionó la falla por el arrastre de materiales, abrir caja y corregir el defecto; rellenar la excavación en capas, compactando adecuadamente.</li> <li>- Si la falla es debida a movimientos generales del suelo, se puede intentar reducir sus efectos - colocando una sobrecarpeta provista de una malla de acero de refuerzo sobre la zona afectada.</li> </ul> |

S.C.T.

DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS

Dirección de Programación.

Coordinación de Programación.

**CONSERVACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES**

| CONCEPTO  | CAUSAS PROBABLES DEL PROBLEMA   | RECOMENDACIONES.  |
|---|---|---|
| Grietas de Contracción.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios de volumen en la mezcla asfáltica o en las capas inferiores.</li> <li>- Cambios de volumen del agregado fino de las mezclas asfálticas, que tienen un alto contenido de asfalto de baja penetración</li> <li>- La falta de tráfico apresura la falla.</li> <li>- Diferentes colores de la superficie del pavimento (p.ej. marcas de pintura) que provocan diferentes absorciones térmicas de los rayos del sol.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpiar la zona afectada con cepillos y aire a presión; rellenar las grietas con producto asfáltico o emulsión asfáltica y aplicar un tratamiento superficial a base de mortero asfáltico.</li> <li>- Si existe pintura, raspar previamente.</li> </ul>  |
| Grietas de Reflexión.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Movimientos verticales u horizontales en el pavimento que se encuentra debajo de una sobrecarpeta.</li> <li>- Movimientos ocasionados por cambios de temperatura o humedad y que provocan expansiones y contracciones.</li> <li>- El paso del tráfico.</li> <li>- Movimientos de tierra.</li> <li>- Pérdida de humedad en subrasante con alto contenido de arcillas.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rellenar las grietas.</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agrietamientos tipo piel de cocodrilo.</li> <li>- Agrietamientos tipo mapa.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deflexiones excesivas de la carpeta, debidas a una subrasante, sub-base y/o base inestables o resilientes.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Remover la carpeta y la base hasta la profundidad necesaria para obtener un apoyo firme; efectuar cortes rectangulares o cuadrados con sus paredes verticales;</li> <li>- Instalar sub-drenaje si la causa de la falla fué el agua;</li> <li>- Aplicar un riego de impregnación a las paredes;</li> <li>- Rellenar con mezcla asfáltica;</li> <li>- Compactar adecuadamente con rodillo o placa vibratoria (compactar en capas si la excavación tiene mas de 15 cm. de profundidad)</li> <li>- Reparación temporal de emergencia: aplicar un mortero asfáltico. En caso de haber hundimientos; rellenar las grietas y nivelar con mezcla asfáltica.</li> </ul> |
| Crecimiento de yerba y afloramiento de agua.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Textura de la carpeta demasiado abierta.</li> <li>- Capa base saturada de agua.</li> <li>- Agua atrapada en la carpeta durante la construcción</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corregir el sub-drenaje y/o el drenaje si estos fueron la causa de la falla.</li> <li>- Reponer el pavimento alterado.</li> <li>- Aplicar un tratamiento superficial a la base de mortero asfáltico a la zona de carpeta de textura muy abierta.</li> </ul>  |

**CONSERVACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES**

| CONCEPTO   | CAUSAS PROBABLES DEL PROBLEMA   | RECOMENDACIONES  |
|--|---|--|
| Acumulación de caucho en la superficie.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Numero considerable de operaciones de aterrizaje en la pista.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceder al ranurado transversal y/o rebajado de la superficie por medio de equipo adecuado.</li> <li>- Llevar control de la evolución del coeficiente de rozamiento por medio de un medidor de fricción.</li> </ul>                |
| Irregularidades en la superficie del pavimento que provocan vibraciones a los aviones. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poco control durante la construcción.</li> <li>- Equipo inadecuado para el tendido.</li> <li>- Fallas del pavimento</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceder al rebajado longitudinal por medio de equipo adecuado.</li> <li>- Controlar los trabajos por medio de perfilógrafo</li> <li>- Solución alterna: Tender sobrecarpeta (generalmente es una solución mas costosa).</li> </ul> |
|  |   |  |

"AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO"UN CASO ESPECIAL DE CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE  
PAVIMENTOS

Dentro de la red nacional aeroportuaria en México de 50 aeropuertos de mediano y largo alcance, el internacional de la Ciudad de México es considerado como un caso muy especial en cuanto a prácticas de mantenimiento y construcción. En 1325 los Aztecas fundaron la ciudad en el Lago de Texcoco. En 1933 se construyó el aeropuerto original en las afueras de la ciudad, pero desafortunadamente sobre los mismos terrenos secos del lago. El actual aeropuerto fue construido en la misma área en 1950 sobre el terreno pobre del lago, dotándosele de dos pistas principales y una tercera para aviación general.

Los efectos del bombeo indiscriminado, la evaporación y el crecimiento de la ciudad todo esto a través de los años, redujo el tamaño del lago en forma considerable, con un tipo de suelo de características físicas y mecánicas pobres con valor relativo de soporte de aproximadamente 0, un contenido de agua del 400%, arcillas expansivas con un comportamiento especial cuando se les seca y además suelo salitroso ( a la fecha una fábrica está explotando la sal de esa zona).

Con esa calidad de suelo los técnicos mexicanos construyeron buenos pavimentos para el aeropuerto en cuestión con las técnicas de esa época y su comportamiento fue adecuado en general para las cargas y el tráfico de ese período. Pero con el tiempo, el volumen del tráfico y las cargas se incrementaron tremendamente hasta 800 operaciones por día actuales y con pistas colocadas sobre esa clase de suelo los pavimentos empezaron a comportarse como un montaña rusa con largos asentamientos diferenciales no uniformes, requiriéndose una sobrecarpeta de concreto asfáltico cada 6 meses para renivelar la longitud total.

#### 1.- RESULTADOS ACTUALES

Dado el tipo de mantenimiento mayor previamente mencionado, el espesor total de la estructura del pavimento llegó a 2.10 mts. (1.5 mts. de car

peta asfáltica). El peso muerto de la estructura del pavimento sin cargas de aeronaves es tan pesado que produce los asentamientos mayores - no uniformes que requieren del mantenimiento mayor único especial y costoso (ver anexo de perfiles 1981).

## 2.- SOLUCIONES

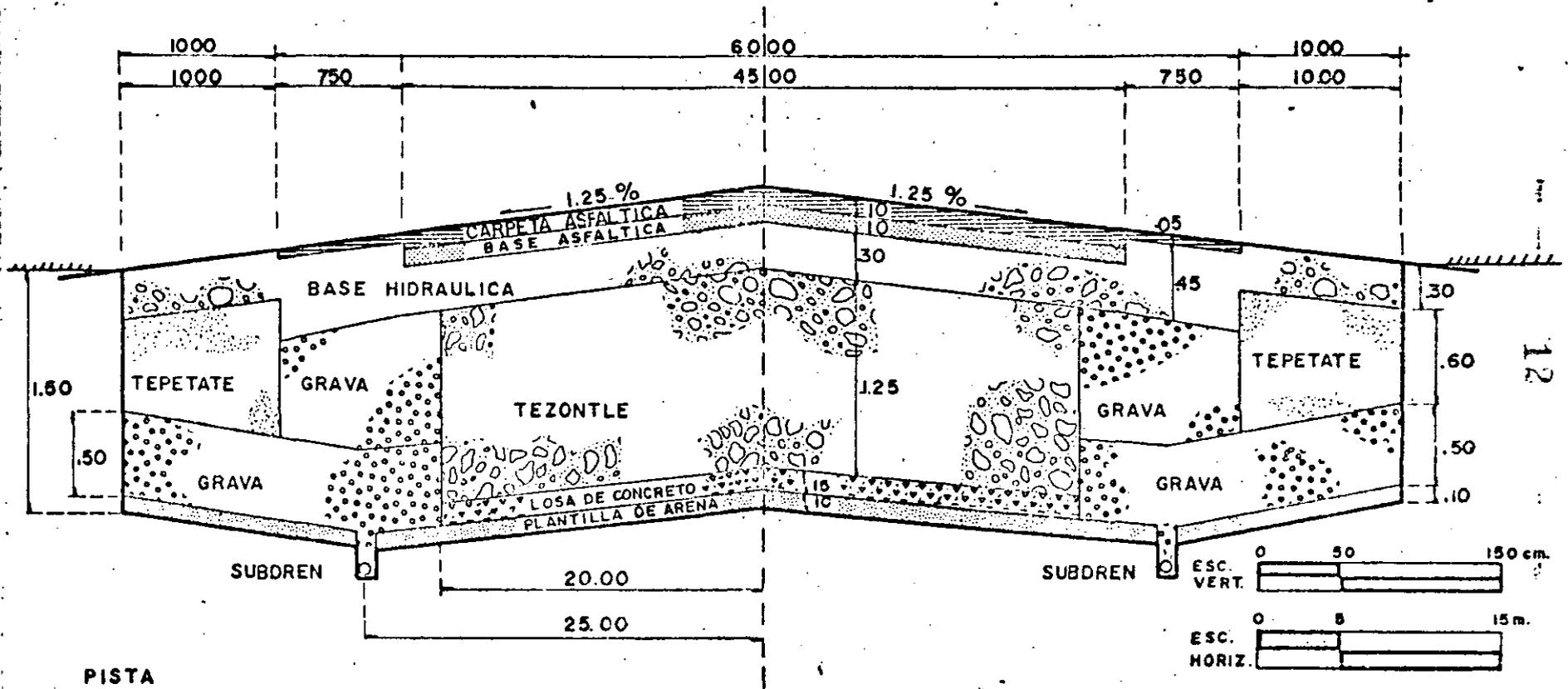
- a) Se trató en principio de desvastar al pavimento para su renivelación con las máquinas de la Dirección General de Aeropuertos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, pero dado el alto número de operaciones, el tráfico durante 24 hrs. y las deformaciones permanentes mayores, se decidió por otro tipo de solución más expedita, como es el reencarpetado frecuente.
- b) En base a los problemas previamente mencionados y con las nuevas técnicas de ingeniería para el diseño de pavimentos y su construcción, se efectuó un contrato con una compañía mexicana consultora que trabajó en forma coordinada con los ingenieros de la Dirección General de Aeropuertos, llegando al diseño efectivo de un nuevo pavimento llamado "Sección Compensada Flotante", por lo que las ampliaciones de las pistas existentes del aeropuerto de la Ciudad de México se construyeron de esa manera obteniéndose excelentes resultados desde 1961, 1972 y 1980.

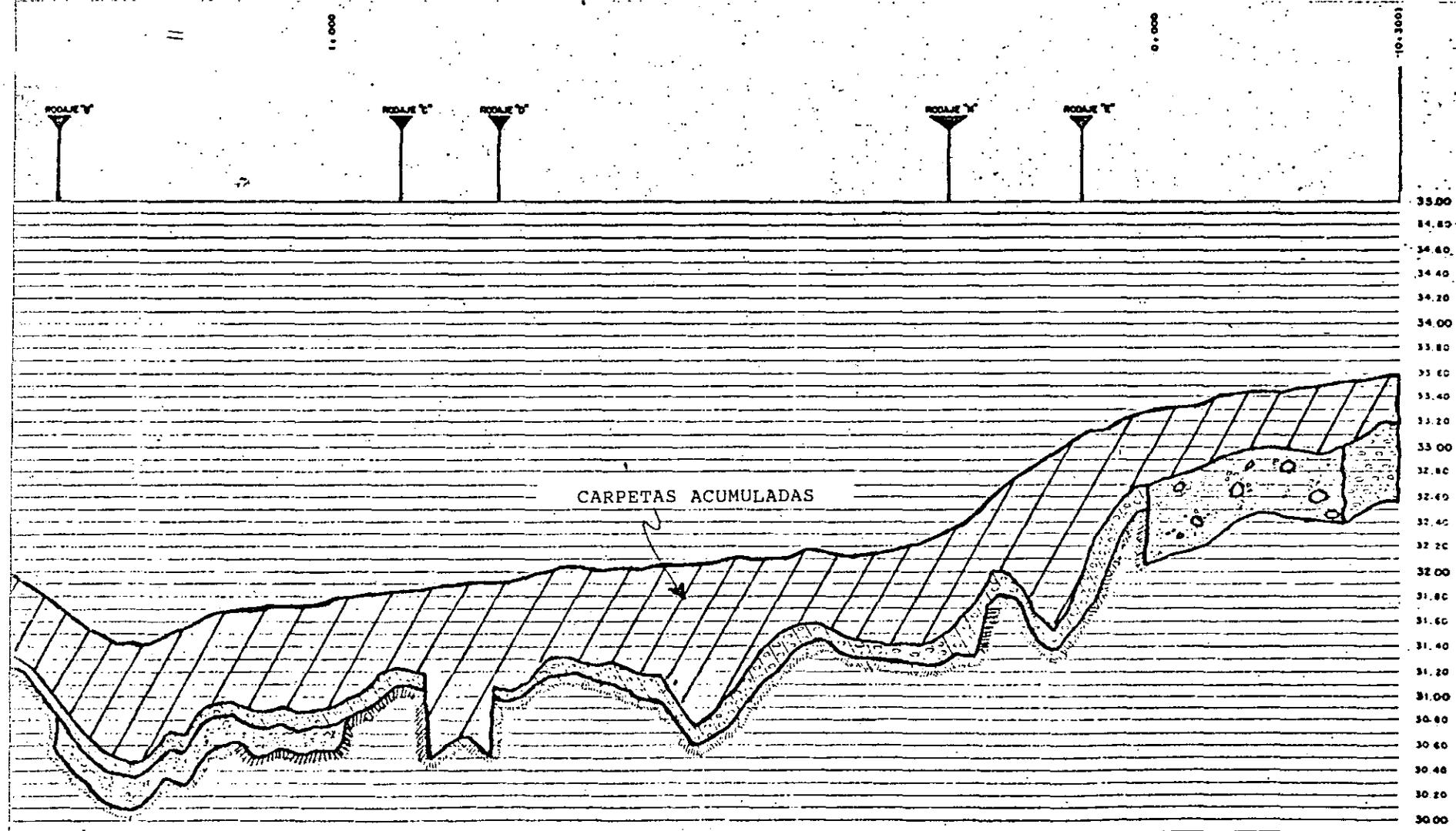
El proyecto para el nuevo aeropuerto internacional de la Ciudad de México,

tendrá

4 pistas principales y una para aviación general. Hace aproximadamente 3 años se construyeron secciones experimentales del mismo tipo con pavimento de sección compensada, una para pista de 200 x 85 mts. y un segundo tramo para plataforma de 300 x 100 mts., para obtenerse un récord detallado del comportamiento en cuanto a asentamientos. (Ver anexo copia de la nueva sección compensada).

# SECCION COMPENSADA A.I.C.M.





1981 Perfiles de la Estructura del Pavimento de la pista 051-23D del  
Aeropuerto Internacional de la Cd. de México.

*Sol de México**8 III 84*

## Cerrarán una Pista del Aeropuerto Capitalino

Por Roberto AGUILAR

Ante el próximo cierre de la pista 5—derecha del aeropuerto capitalino, el Colegio de Pilotos Aviadores de México ha notificado ya a los integrantes de ese organismo, las medidas a tomar del 2 al 8 de abril, a fin de garantizar la seguridad en las operaciones aéreas.

Aeropuertos y Servicios Auxiliares realizará durante esos días los trabajos de reencarpetaamiento y renivelación en la mencionada pista, de acuerdo a los requerimientos del terreno que exige este tipo de trabajos cada 18 meses.

Las autoridades aeroportuarias estiman que en ese lapso será suficiente para cumplir con los trabajos, y lograr la conclusión de las obras antes del inicio del período vacacional de Semana Santa.

El Colegio de Pilotos Aviadores informó a sus integrantes que, con toda oportunidad, se darán a conocer los comunicados correspondientes al cierre de la pista y de las calles de rodaje.

Esta información será actualizada constantemente por Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

Se informó también a los pilotos que las ayudas de precisión llamadas I.L.S. tanto para la pista 5—derecha como 23—izquierda quedarán desactivadas.

Por otra parte, ASA utilizará los señalamientos adecuados para indicar a las tripulaciones que la pista se encuentra cerrada al tráfico.

## Cerrarán una Pista en el Aeropuerto

A Partir del Lunes  
Reencarpetarán la  
5-Derecha-23 Izquierda

Por JUAN DE DIOS  
GARZA G.

El próximo lunes se cerrará la pista 5-Derecha-23 Izquierda del aeropuerto internacional de esta capital, para ser sometida a los trabajos de nivelación y reencarpetado, y para ello se han tomado ya diversas medidas de seguridad.

La pista permanecerá cerrada un mes, ya que existe el deseo de que entre a funcionar antes del aumento del tráfico aéreo con motivo de la Semana Santa, que se inicia el 15 de abril próximo.

Se estima que en esta obra se haga una inversión de los 200 millones de pesos.

Debido a lo fangoso del terreno, estos trabajos de nivelación se vienen haciendo con mayor regularidad, pues anteriormente se tardaban hasta seis años, pero este periodo se ha reducido a un poco más de dos años, y es que cada vez el peso que recibe se hunde.

Dentro de las medidas de seguridad que han tomado las autoridades de Aeropuertos y Servicios

Auxiliares, conjuntamente con el Seneam, los gerentes de operación de las líneas aéreas y el Colegio de Pilotos Aviadores de México, se encuentran entre otros, la emisión de los Notams (avisos) correspondientes al cierre de la referida pista y sus calles de rodaje con toda oportunidad.

Asimismo, se desconectarán o desactivarán todas las ayudas de precisión, luces, ILS, etc.; de la pista. También se utilizarán los señalamientos adecuados para indicar que la pista se encuentra cerrada. Para ello, durante el día, se utilizarán cruces que tengan las medidas reglamentarias. Durante la noche se mantendrán las pistas de luces y aproximación apagadas, para evitar cualquier confusión.

Las calles de rodaje que se vayan a cerrar deberán también de contar con su señalamiento adecuado, de día vallas de madera pintadas de rojo y blanco, y de noche, luces rojas cintilantes, colocadas sobre las vallas.

# Cerrarán por Trabajos de Nivelación la Pista "5 Derecha" del Aeropuerto

El aeropuerto internacional de la ciudad de México cerrará una de sus pistas de aterrizaje y despegue a partir del día 12 de este mes. La clausura temporal de la pista "5 Derecha", obedece a obras de nivelación que darán mayor seguridad a las operaciones y evitarán demoras a las aeronaves.

Lo anterior fue informado por el Colegio de Pilotos Aviadores de México. Se explicó que la pista permanecerá cerrada aproximadamente 30 días y que se tomarán todas las medidas necesarias para evitar algún accidente.

Tales medidas, que serán puestas en marcha por la oficina de Aeropuertos y Servicios Auxiliares, incluyen la emisión de los NOTAMS correspondientes al cierre de la pista y las llamadas "calles de rodaje", que se encuentran a los lados.

El aviso de cierre será incluido en la información del ATIS o Sistema Internacional Automático de Terminales. También el ILS, que es un sistema de precisión para ayuda a la navegación aérea, será puesto fuera de servicio en la pista a reparar.

Para mayor seguridad, las luces de la pista permanecerán apagadas y se colocarán señales visuales diurnas y nocturnas en las calles de rodaje. Estas comprenden vallas de madera, pintadas de rojo, y luces cintilantes, del mismo color, para la noche.

Adicionalmente, se publicará la carta del aeropuerto, mostrando la pista cerrada y una leyenda especial en la que se indicará el tiempo que permanecerá fuera de servicio.

Mediante una circular que envió a sus colegas de todo el país, el Colegio de Pilotos Aviadores de México, los exhorta a colaborar, reportando cualquier irregularidad en los señalamientos, comunicaciones, ayudas a la navegación o información, que haga peligrosos los vuelos.

Finalmente se informó que la decisión de

renivelar la pista, se tomó luego de efectuar reuniones con funcionarios de ASA, el Colegio de Pilotos y otros organismos conectados con las actividades aeroportuarias.

Todos los vehículos y personal que inter-

vengan durante la obra de reparación, estará perfectamente controlado, "en forma similar a como se hizo el año pasado, cuando esta misma pista fue cerrada para otras reparaciones.

*El Nacional*  
8 III PC

Excelsior

8 III 84

## Será Cerrada una de las dos Pistas del Aeropuerto Para Reparaciones

Por JAIME DURAN

El próximo lunes, una de las dos pistas del aeropuerto internacional de la ciudad de México —la 5 derecha 23 izquierda— será cerrada a todo el tránsito aéreo, porque durante 30 días se realizarán en ella los trabajos de nivelación y repavimentación.

Jaime Luis González Navarro, secretario de prensa de ASPA, dijo que "ya se ha comunicado la información correspondiente a todos los pilotos nacionales y extranjeros así como a todas las aerolíneas internacionales".

Indicó que, de acuerdo con Héctor Martínez Santamaría, presidente del Colegio de pilotos, "deberán quedar desactivadas las ayudas de precisión del L. L. S., para aterrizajes y despegues de los aviones de la mencionada pista, y las calles de rodaje que permanezcan cerradas deberán contar con señalamientos adecuados: de día, vallas

de madera pintadas de rojo y blanco, y de noche, con luces rojas cintilantes.

"También deberá controlarse al personal que labo-

re en la pista como equipos mecánicos, camiones, etcétera a fin de evitar que se desoriente a los pilotos por falta de identificación correspondiente" dijeron.

ASA informó que en un término de un mes, del 12 de marzo al 12 de abril, se realizarán los trabajos en los que se invertirán cerca de 300 millones de pesos y participarán expertos mexicanos en mecánica de suelos y con tecnología mexicana en pistas sobre subsuelo cenagoso la que incluso va a ser aplicado en los aeropuertos Fiumicino, de Roma, San Francisco California y otros.

El sindicato de pilotos designó un comité de ocho pilotos con Jaan Albrecht, quien se mantendrá en contacto, diariamente mientras se llevan al cabo las obras, a cargo de René Etcharren, quien dirigirá los trabajos. La pista se reabrirá antes de las vacaciones de la Semana Santa, temporada en que hay una mayor incidencia de vuelos y tránsito aéreo.

*Heraldo**8 III 84*

## La Pista 5 del Aeropuerto Cerrada por 30 Días

Por Xavier Rojas L.

La pista 5 derecha del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México permanecerá cerrada 30 días, a partir del 12 del presente mes.

Así lo dio a conocer ayer el Colegio de Pilotos Aviadores de México, puntualizando que el plazo podría ampliarse, ya que todo depende del avance de las obras.

Se hizo hincapié en que dentro de las medidas de seguridad, Aeropuertos y Servicios Auxiliares emitirá

los NOTAMS correspondientes al cierre de la mencionada pista.

También se boletinará la información acerca de las calles de rodaje que también estarán cerradas a causa de las obras y que todo ello será incluido en el Automatic Terminal International System.

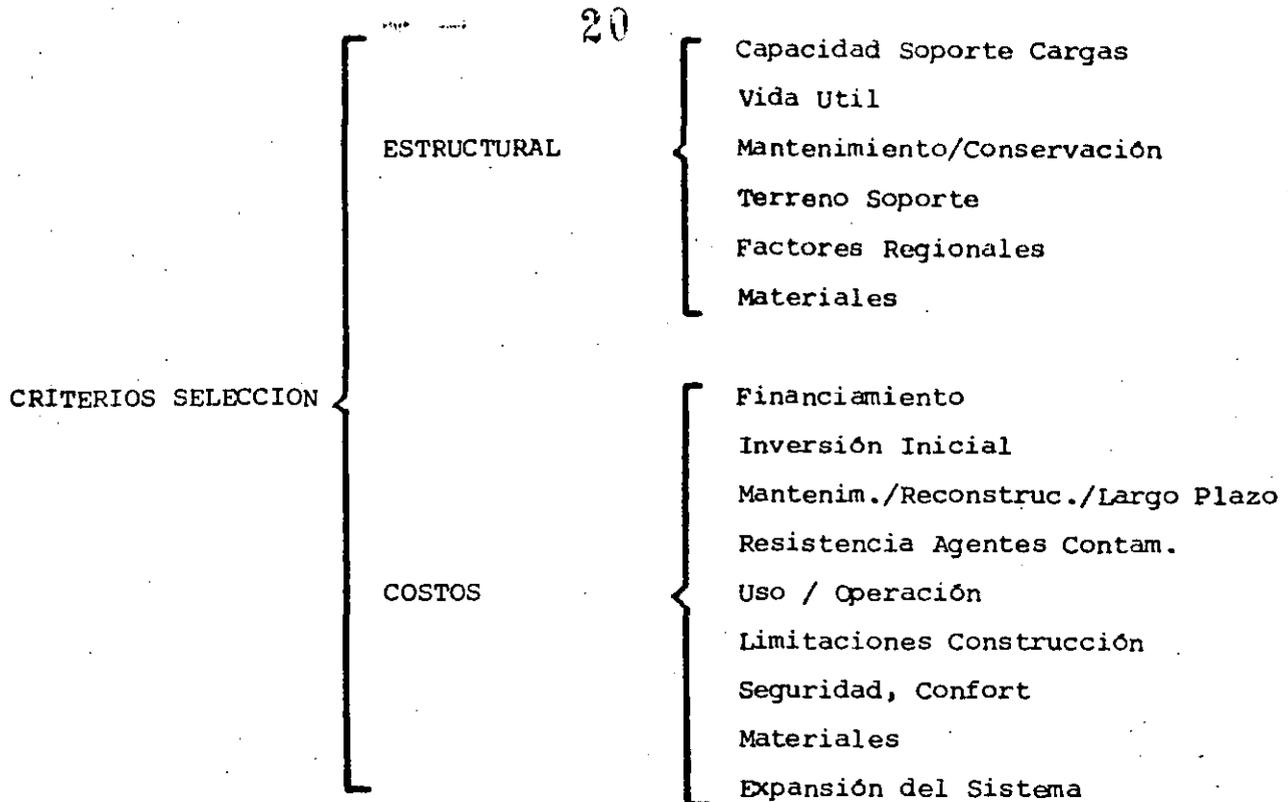
El Colegio de Pilotos indicó que quedarán desactivadas las ayudas de precisión ILS para la pista 5 derecha que se cerrará a partir del 12 de marzo.

La infraestructura aeroportuaria es fundamental para el desarrollo de un país por los beneficios socio-económicos que genera. Se vé claramente la importancia de su correcta planeación, diseño y construcción por la magnitud de la inversión que representa, por el tiempo que deben mantenerse - prestando un servicio adecuado, etc.

Si se toma en cuenta la clasificación de grupos de pavimentos para aeropuertos, flexible de varias capas o integrales de una sola, rígidos de concreto hidráulico simple sin refuerzo o con refuerzo en las juntas, rígidos de concreto con refuerzo continuo, de concreto presforzado o combinados vertical u horizontalmente, el ingeniero proyectista se enfrenta con varias opciones - dentro de las cuales seleccionará la alternativa óptima en función de múltiples factores o criterios de selección.

La diferencia principal entre estos pavimentos, es la forma en la cual distribuyen las cargas sobre el terreno de soporte. Los rígidos, a causa de su módulo de elasticidad alto y su rigidez tienden a distribuir la carga sobre un área del suelo significativa, por lo que gran parte de la capacidad estructural del pavimento es proporcionada por la losa de concreto en sí misma. Por esta razón, variaciones menores en la resistencia del terreno soporte tienen poca influencia en la capacidad estructural del pavimento rígido. Por otro lado, los pavimentos flexibles funcionan con el principio del sistema de capas para obtener la capacidad estructural de soporte de cargas de los mismos, debiendo tener la capa más resistente y de más alta calidad en la superficie.

Los pavimentos de plataformas, rodajes y pistas de un aeropuerto requieren de diseños óptimos que involucran estudios complejos de suelos y materiales, su comportamiento bajo cargas y su habilidad para soportar el tráfico a lo largo de su vida útil en todas las condiciones climatológicas. Como fase importante del diseño intervienen los criterios de selección entre pavimentos rígidos y flexibles, por su gran trascendencia en costos y capacidad estructural entre otros, por lo que se definen dos grandes criterios que sintetizan la selección, el "estructural" y el de "costos" que agrupan los factores siguientes:



Es importante hacer notar que los factores para decisión listados, pueden influir terminantemente con uno solo ( mandatorio por condiciones especiales ) o normar el criterio por el conjunto de varios de ellos. También debe tomarse en cuenta la interacción que pudiera existir entre varios factores o entre grupos para un proyecto específico.

El criterio actual en el Sistema Aeroportuario Mexicano ha sido hasta la fecha en general el gobernado por factores de costos y con base a ello se tomaron decisiones de selección de pavimentos combinados, esto es, rígidos para plataformas de aviación comercial, flexibles para rodajes, pistas y plataformas de aviación general y en algunos casos se ha optado por la combinación o mixtos en pistas ( rígido en la franja de tránsito canalizado ) como por ejemplo Villahermosa. En otros casos aislados, por condiciones del terreno natural de soporte el criterio de selección estructural fué el mandatorio, como el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

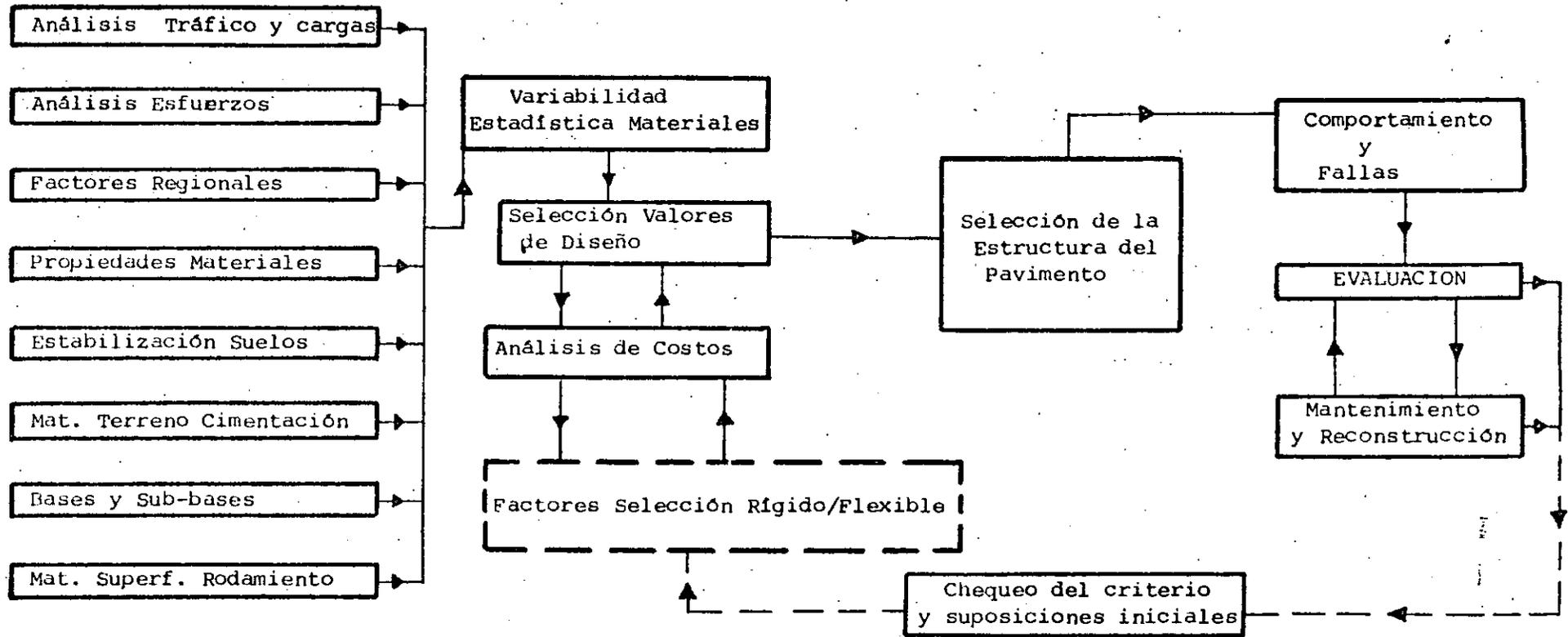
En las dos tablas anexas se resume el listado de factores para la decisión en función de conceptos fundamentales y su grado de prioridad y como estos factores intervienen en el "Análisis del Sistema" general del diseño de los pavimentos.

FACTORES DE DECISIÓN PARA LA SELECCIÓN EN EL DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO O FLEXIBLE  
EN AEROPUERTOS

| FACTOR                          | FUNCION DE   | PRIORIDAD |
|---------------------------------|--|-----------|
| CAPACIDAD ESTRUCTURAL PAVIMENTO | Clasificación<br>Demanda<br>Pronósticos<br>Canalización<br>Maniobras <span style="float: right;">CARGAS</span> | 1         |
| FINANCIAMIENTO                  | Externo, Interno<br>Monto, Intereses   | 2         |
| COSTOS                          | Inversión Inicial<br>Mediano y Largo Plazo   | 3         |
| VIDA UTIL                       | Indice de Servicio ( A/F )<br>Proyecto   | 4         |
| MANTENIMIENTO / CONSERVACION    | Pronóstico Operaciones<br>Presupuestos Disponibles<br>Tipo Mantenimiento (0,-,+)                               | 5         |
| TERRENO NATURAL SOPORTE         | Tipo<br>Resistencia<br>Características/Propiedades<br>Drenaje  | 6         |
| MATERIALES                      | Estudio, ENVEJECIMIENTO,<br>Clasificación,<br>Características:   | 7         |
| FACTORES REGIONALES             | Climáticos<br>Suceptibilidad<br>Temperaturas   | 8         |
| AGENTES CONTAMINANTES           | Derrame Combustibles<br>Efecto de Chorro<br>Vegetación   | 9         |
| USO/ OPERACION                  | Comercial<br>Militar<br>General<br>Rural ( Alimentadores )   | 10        |
| LIMITACIONES DE CONSTRUCCION    | Bancos Materiales, Disponibilidad<br>Plantas Aprovisionamiento<br>Maquinaria y Refacciones                     | 11        |
| SEGURIDAD                       | Especificaciones Intern/Locales  | 12        |
| CONFORT                         | Vibraciones<br>Juntas<br>Asentamientos Losas   | 13        |
| EXPANSION DEL SISTEMA           | Plan Maestro<br>Demanda<br>Avión Crítico<br>Ampliaciones<br>Cambio Categoría                                   | 14        |

# ANALISIS DEL SISTEMA

FACTORES INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DEL DISEÑO



VARIABLES DE ENTRADA

PROCESO DE DECISION

DISEÑO

SERVICIO



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: MANTENIMIENTO Y OPERACION DE AEROPUERTOS  
DEL 8 AL 19 DE JULIO  
MEXICO D.F.

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO  
AMBIENTAL POR RUIDO EN LOS AEROPUERTOS

ING. FRANCISCO M. CERRO DIAZ  
JULIO DE 1985

MANTENIMIENTO Y OPERACION DE AEROPUERTOS

TEMA: METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL  
POR RUIDO EN LOS AEROPUERTOS.

EXPOSITOR: ING. FRANCISCO MANUEL CERRO DIAZ

OBJETIVO: a) EL ASISTENTE COMPRENDERA LOS ALCANCES Y LIMITACIONES DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL POR RUIDO.

b) SERA FAMILIARIZADO CON LA INTERPRETACION DE RESULTADOS, ASI COMO EL RECONOCIMIENTO DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA ABATIR LOS EFECTOS DAÑINOS DEL RUIDO EN LOS AEROPUERTOS Y SU ENTORNO.

2

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL POR  
RUIDO EN LOS AEROPUERTOS

C O N T E N I D O

INTRODUCCION

I.- EL RUIDO

EL RUIDO DEL AVION

EVENO DE MEDIDAS SINGULARES

EVENO DE MEDIDAS ACUMULATIVAS

RESPUESTA DE LA COMUNIDAD AL RUIDO DE AVION

ESCALAS DE RUIDO

II.- TECNICA DE MEDICION DE RUIDO

METODO DEL AREA EQUIVALENTE

ANTECEDENTES

DESARROLLO

METODO DEL AREA EQUIVALENTE

EJEMPLO ILUSTRATIVO

III.- ABATIMIENTO DEL RUIDO

DISEÑO O MODIFICACION DE AERONAVES

OPERACION Y USO DE AERONAVES

DISEÑO Y PLANEACION DE AEROPUERTOS

USO DEL SUELO EN LA VECINDAD DEL AEROPUERTO

REACCION DEL PUBLICO AL RUIDO

APENDICE (FIGURAS)

BIBLIOGRAFIA

## INTRODUCCION

El ruido que puede ser definido como sonido indeseable, es un producto necesario de la operación de los vehículos de transportación. El transporte aéreo no es el único transporte que genera ruido. Los automóviles lo generan de fuentes tales como la máquina, las llantas y la caja de velocidades. Los ferrocarriles generan ruido aerodinámicamente y del contacto riel - rueda, suspensión y la tracción de los motores. El avión produce ruido de sus máquinas y del flujo aerodinámico del aire sobre el fuselaje y las alas.

Es importante tener en cuenta que los aeropuertos no generan el ruido. Es el ruido generado por el avión dentro y fuera de los aeropuertos lo que causa los problemas.

Visto que el modo aéreo no es el único generador de ruido, se puede ver que él, es el generador del más fuerte y más molesto ruido.

## I- EL RUIDO

El espectro audible de sonido es de 20 - 20,000 Hz. La sensibilidad máxima para el sonido es percibida alrededor de la mitad de este rango. Ha sido conocido por algún tiempo que la oreja es particularmente sensitiva a frecuencias dentro del A - rango. (dBA), el cual refleja los rangos sensitivos. (Fig 1).

Puesto que el ruido es un sonido indeseable, hay un elemento fuerte de subjetividad en su medida. Obviamente la intensidad de sonido único, no es un medida apropiada. Por ejemplo, otro factor que afecta fuertemente las reacciones del individuo y los grupos es el tiempo. El sonido es solo, raramente constante sobre el tiempo, y el tiempo como una variable ha sido fundado para influenciar la evaluación subjetiva en ruido, en términos de:

- La longitud o duración del sonido
- El número de tiempos que el sonido es repetido
- La hora del día en que ocurre el ruido

(2)

## RUIDO DEL AVION

El método simple dBA no es enteramente satisfactorio. Siguiendo la introducción del avión jet, la investigación efectuada en el aeropuerto JFK, Nueva York, indicó que el ruido añadido a la oreja es mucho más complicado que la A - escala considerada de dBA. Como un resultado, otra medida de nivel de ruido fue contemplado, el percibido nivel de ruido (PNL), una D - adición ponderada que es suficientemente compleja garantiza el cálculo computarizado.

## EVENTO DE MEDIDAS SINGULARES

La intensidad de ruido por si mismo no es una completa medida de ruido. La intensidad requiere del factor de duración el cual ha sido establecido para tener una influencia de fuerza en la respuesta subjetiva al ruido. Las dos principales medidas de eventos singulares de ruido usadas son nivel efectivo de ruido percibido (EPNL) y nivel de sonido expuesto (SEL).

Esta medida de un evento singular incorpora por consiguiente medidas de nivel de sonido, distribución de frecuencia y duración. (SEL). El SEL está programado para la acumulación instantánea de niveles de sonido, de peso en la A - escala, sobre el tiempo durante el cual el sonido es detectable. El procedimiento de acumulación toma nota del logaritmo natural de la suma de sonido. Ambos el EPNL y el SEL son usados como una base para desarrollar las medidas del ambiente de exposición de ruido.

## EVENTO DE MEDIDAS ACUMULATIVAS

En el caso de molestia de ruido generado en el proceso de operación del aeropuerto, no es simplemente la magnitud del peor evento de ruido singular que da una medida del impacto ambiental. Durante el día operacional del aeropuerto -- ocurren muchos "EVENTOS" de ruido. Por consiguiente, el evento singular indica que no son útiles los métodos de medir la perturbación de ruido del avión, el cual es relacionado con la molestia e interferencia en la relajación, lenguaje, trabajo y sueño. Cuantificando que interferencia requieren las medidas de ruido en términos de niveles instantáneos, frecuencia, duración, hora del día y número de repeticiones. Muchos reconocimientos han sido llevados a cabo para correlacionar las respuestas de la comunidad a todos estos factores.

## RESPUESTA DE LA COMUNIDAD AL RUIDO DE AVION

Por definición, el ruido ha sido un sonido indeseable; existe un rango extenso de respuesta del individuo al ruido de las operaciones del avión en la cercanía de los aeropuertos. Los niveles de ruido son extremadamente molestos para algunos individuos, causan poca perturbación a otros. Las razones de las diferencias son complejas y están ampliamente basadas en la sociedad. La investigación ha indicado que la reacción individual es diferente a la respuesta de la comunidad porque del gran número de individuos implicados es más predecible. Las <sup>Fig. 2</sup> a y b muestran las relaciones que han sido establecidas para aparecer entre los niveles de ruido expuesto y las perturbaciones en la comunidad en términos del porcentaje de personas, afectadas. Se puede observar que abajo de los niveles de exposición de 55 LDN y 35 NNI, el porcentaje de individuos afectados que

(4)

son altamente molestados por el ruido de avión, es muy bajo. En los niveles de exposición arriba de 65 NNI y 80 LDN, la mitad de la comunidad es altamente molesta. La figura es interesante ya que indica que hasta en niveles intolerables cercanos a la exposición de ruido cerca del 10% de la población no se entera del ruido o sólo ocasionalmente es perturbado.

#### ESCALAS DE RUIDO

Una gran variedad de escalas han sido usadas para expresar los niveles de ruido. Aunque no hay aceptación general en la escala de ruido, solo unas pocas escalas de utilidad tienen gran aceptación. Algunas escalas de ruido de las más comúnmente empleadas se describen a continuación.

Una de las más simples y más aproximada técnica de medición de ruido consiste en la medición del nivel total de la presión del sonido, la cual es nombrada energía total de sonido sobre el rango de la frecuencia audible. No obstante, el sobrepeso de la presión del nivel de ruido no es correlacionado fuertemente con el receptor humano subjetivo a la respuesta del ruido.

La clasificación de la composición de ruido (CNR) fué desarrollada en los años 50's para acabar con los problemas de ruido alrededor de las bases aéreas militares. Han sido utilizados por los planeadores como una técnica para planear el uso del suelo y por la Administración Federal de la Vivienda para evaluar la ubicación mas adecuada de la zona residencial en la vecindad de los aeropuertos.

El procedimiento CNR estima el área expuesta al ruido de las aeronaves en la vecindad de los aeropuertos y relaciona esta exposición con la respuesta anticipada a las comunidades residenciales a los alrededores. Esta basado en 4 factores:

(5)

- 1.- Niveles de Ruido de las Aeronaves (PNdB ó EPNdB)
- 2.- Número de aterrizajes, despegues y a los motores de propulsión
- 3.- Hora del día
- 4.- Porcentaje de la utilización de la pista.

No es necesario para medir los niveles de ruido usados en el cálculo de -- CNR, con un medidor de nivel de sonido o alguna idea semejante. La publica-- ción de juego de mapas de contorno de ruido generalizado ha hecho posible estimar el ruido producido durante el aterrizaje, despegue y operaciones de embalamiento por algunas clases diversas de aeronaves. La figura<sup>3</sup> presenta -- un ejemplo de un mapa de contorno de ruido. El primer paso en el procedimiento CNR es para coleccionar la siguiente información en las operaciones de las -- aeronaves de el aeropuerto en cuestión: El número promedio de despegues, aterrizajes, y el porcentaje de utilización de cada pista. El número promedio de movimientos, es determinado separadamente para el día (0700 a 2200) Hrs. y la noche (2200 a 0700) Hrs.

En base de esta información operacional, los juegos apropiados de contornos -- de ruido son seleccionados y los niveles percibidos de ruido (PNdB ó EPNdB) in-- dicados por el área en cuestión son indicados directamente desde las cartas. Las correcciones estan sumadas algebraicamente a las indicaciones de los mapas de contorno de ruido son tomados en cuenta para otros factores tal como el -- número de operaciones , porcentaje de utilización de las pistas, y hora del -- día . El número resultante se le llama la composición de clasificación de ruido. En el análisis de este punto, encontraremos valores de CNR, uno por cada opera-- ción existente considerada. Un solo valor CNR deberá ser cambiado para repre-- sentar las condiciones de ruido para el área bajo estudio para todas las condi-- ciones de vuelo, acordando al procedimiento siguiente:

## II.- TECNICA DE MEDICION DE RUIDO

El sonido sea molesto o no , es producido por vibraciones en el aire. Cuando un objeto vibra, se producen variaciones a pequeña escala en la presión atmosférica normal. Esta perturbación es propagada desde el origen en forma de ondas esféricas repetitivas con una velocidad (en el aire) de aproximadamente 1100 ft/seg (340 m/seg).

Pueden ser reflejadas, parcialmente absorbidas, atenuadas antes de alcanzar al que escucha, para producir una sensación de sonido.

El ruido está caracterizado por sus niveles de sonido, su espectro de frecuencia y sus variaciones en el tiempo. El "Nivel de Sonido" se refiere a una medición física que corresponde a la concepción subjetiva que sobre el ruido tiene el individuo receptor.

Es una función de la magnitud de las fluctuaciones de la presión con respecto a la presión atmosférica.

Se puede hablar de la resistencia de estas fluctuaciones en términos de algunas variables siendo los más comunes intensidad del sonido y presión del sonido.

Intensidad del Sonido (llamada también intensidad de la potencia del sonido) es la razón promedio la energía del sonido transmitida a través del área unitaria perpendicular a la dirección del sonido, las mediciones típicas se realizan en pico watts\* por metro cuadrado (PW/m<sup>2</sup>). El oído humano puede detectar intensidades de sonidos tan débiles como un pico watt y soporta intensidades tan altas como  $10^{13}$  PW. Debido a la dificultad de manejar tales valores, en un amplio rango se utilizó una unidad logarítmica de medición llamada decibel (dB) para describir el nivel.

(7)

de ruido: La intensidad del sonido, expresada en decibeles es:

$$\text{INTELSIDAD DEL SONIDO} = 10 \text{ Log}_{10} \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

\* 1 pico watt =  $10^{-12}$  watt.

DONDE:

$$I = \text{INTELSIDAD DEL SONIDO (PW/M}^2)$$

$$I_0 = (\text{PW/M}^2) \text{ UNA REFERENCIA ESTANDAR QUE REPRESENTA EL SONIDO AUDIBLE MAS DEBIL}$$

Dado que ningún instrumento es utilizable para mediciones directas del nivel de potencia de un emisor, la presión del sonido, el cual es usualmente proporcional a la raíz cuadrada de la potencia del sonido; es utilizada como una medida de la magnitud de un sonido perturbador. La presión del sonido, en decibeles es:

$$\text{PRESION DEL SONIDO} = 10 \text{ Log}_{10} \left( \frac{P}{P_0} \right)^2$$

$$\text{PRESION DEL SONIDO} = 20 \text{ Log}_{10} \left( \frac{P}{P_0} \right)$$

DONDE:

$$P = \text{LA RAIZ CUADRADA DE LA PRESION MEDIA DEL SONIDO (N/M}^2)$$

$$P_0 = \text{REFERENCIA ESTANDAR DE LA PRESION AUDIBLE MAS DEBIL (20 N/M}^2 \text{ ó } 0.0002 \text{ DINAS/CM}^2)$$

El nivel de sonido al medirse con un medidor de sonido, consiste esencialmente de un micrófono que convierte las luctuaciones en las líneas de presión del sonido en línea equivalente de voltaje eléctrico.

Uno ó más amplificadores, y un medidor de voltaje, el cual está calibrado normalmente para leer en decibeles.

(8)

Para propósitos prácticos, el rango de escala de decibeles es desde cero, nivel más bajo audible, hasta 140 dB, donde produce dolor. Para cada incremento de 10 dB, hay una duplicidad de la energía del sonido.

La nota más baja en un piano tiene una frecuencia de 27 Hz, y la nota más alta tiene una frecuencia de 4186 Hz. El oído humano puede oír sonidos con frecuencia desde alrededor de 20 Hz hasta 20,000 Hz, pero es más sensitivo a los sonidos en la mitad del rango de frecuencia. Dado que la mayoría de la gente considera a los ruidos de alta frecuencia más molestos que los ruidos de baja frecuencia en el mismo nivel de sonido, puede requerirse un análisis para evaluar en forma apropiada la fuente del ruido.

La mayoría de los ruidos están hechos de una mezcla de componentes que tienen diferentes frecuencias:

El sonido de un tractor ó trailer a diesel a una alta velocidad en la carretera combina el intenso ruido de arrastre de las llantas y el sordo avance del motor en forma intensa, pudiendo ser distinguida ambos por un atento escucha. El aterrizaje de un jet tiene un claramente distinguible sonido al de un compresor, que mezclado con el ruido de un motor trabajando a toda potencia (suena como una cascada). Por otra parte, una arpa, si se toca suavemente contiene la mayoría de tonos puros de una sola frecuencia.

Dependiendo de como se distribuyen los componentes de un ruido en frecuencias, nuestros oídos realizan una evaluación subjetiva de la "CALIDAD". En consecuencia es importante tener una medición objetiva de la distribución de la frecuencia. Un análisis de la frecuencia se realiza por medio de un medidor de sonido que puede tener tonalidades para diferentes parte del rango de frecuencia. Los medidores eliminan o filtran todos los componentes de sonido excepto aquellos contenidos en una banda estrecha de frecuencias. Así es posi.

(9)

ble para seleccionar mediciones del nivel de sonido para diferentes bandas y para describir la distribución de frecuencias de ruido como un conjunto parcial de niveles de sonido en bandas contiguas de frecuencia que cubren totalmente el rango audible.

Las molestias que experimentan las personas debidas al ruido dependen de una considerable extensión en sus variaciones con el tiempo. Los afectos temporales se manifiestan en la duración de un solo evento de ruido, así como tambien su frecuencia y tiempo de ocurrencia.

Se aprecia claramente que el último ruido más prolongado, es el mayor interruptor de la actividad humana.

El número de operaciones aeronáuticas por día y su tiempo de ocurrencia puede estar fuertemente influido por el grado de malestar experimentado por aquellos residentes cercanos al aeropuerto. En investigaciones realizadas en el aeropuerto de Heathrow, en donde se comparo con la exposición al ruido en londres, y los resultados del estudio social realizado en los alrededores del aeropuerto. El estudio identifico el número de exposiciones de las aeronaves como uno de los factores más importantes que influenciaron el grado de molestias al público por el ruido de los aviones. Se encontró que el número de eventos por si solos tienen una alta contribución a la variación total en la respuesta que realizan el mismo nivel de ruido, Esto sugiere que la existencia de un evento de ruido puede ser más significativo que la magnitud del evento.

Por razones obvias, el ruido de las aeronaves, es más molesto durante las horas vespertinas y nocturnas que durante el día. Las operaciones nocturnas causan mas interferencia con las conversaciones. Afectan más las actividades recreacionales, y son más propensas a interrumpir el sueño que las operaciones diurnas.

(10)

## METODO DEL AREA EQUIVALENTE (AIM)

## ANTECEDENTES

El método del Area Equivalente fué originalmente desarrollado por la División de Programas de Energía y Medio - Ambiente, por la Oficina de Análisis Económicos del Consejo Civil Aeronáutico para ser usado como una herramienta analítica en la determinación del impacto por ruido en los Aeropuertos Comerciales. En el desarrollo de este procedimiento, se ha hecho evidente que el Método del Area Equivalente es una ayuda para alguna organización que necesite evaluar el ruido.

El método del Area Equivalente es un modelo matemático para analizar los problemas de ruido del área cercana a los aeropuertos. con este modelo, uno puede asegurar los ruidos relativos de las operaciones del aeropuerto para determinar las dimensiones del área de impacto (ó área expuesta a niveles altos de ruido) en un aeropuerto específico.

Del mismo modo que un mapa topográfico, con contornos de elevación los cuales definen la localización de una zona alta que un valor específico, los contornos del ruido indican el área expuesta a mayor ruido que a un valor específico. Las áreas típicas de impacto estan definidas -- por el área de 30 dB de contorno, computado por el uso del método de la descripción del ruido:

"Pronostico de la Exposición del Ruido (NEF)"

(11)

En contraste a modelos mas sofisticados comúnmente en uso, AEM requiere minimo adiestramiento y puede ser ejecutado muy rápido. Los operadores de aeropuertos, los encargados de planeación y las Dependencias de Gobierno involucradas, con el ruido de las aeronaves encontraron en el AEM un instrumento de valor para planear el futuro crecimiento del aeropuerto y determinar los efectos de su desarrollo.

#### DESARROLLO

Hasta ahora, el análisis del ruido en los aeropuertos ha requerido del uso de un complejo modelo matemático simulando las operaciones de las aeronaves.

Dos modelos semejantes son usados comúnmente:

- 1).- El Modelo Integrado de Ruido (I N M), desarrollado por la Administración Federal de Aviación (FAA) y
- 2).- La curva gráfica de Ruido (NOISEMAP) desarrollado por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos. En general estos modelos requieren grandes volúmenes (y generalmente difícil de obtener) de información.

Ambos modelos son costosos y consumidores de tiempo, en un computador, todavía proporcionan información detallada.

Con frecuencia, sin embargo, detalles semejantes no son necesarios.

Algunas decisiones pueden ser basadas sobre conocimiento de cualquier área total con un contorno de ruido o un crecimiento de área con un contorno particular de ruido.

Generalmente, el área sometida al ruido esta expuesta al incremento de las operaciones o la sustitución de equipos de vuelo mas ruidosos.

(12)

Para aplicaciones semejantes, análisis del medio ambiente ha solicitado la precisión y aplicación de 2 métodos abreviados básicos para la medición del impacto por ruido. Estas aproximaciones van tomando una de 2 formas. La primera de estas menciona el área (A) de los ciclos de despegue y aterrizaje (N):(\*) .

$$A = a N^b \quad (1)$$

donde "a" es el área de un ciclo sencillo de aterrizaje - despegue ( N = 1, ) y "b" es un parámetro escalar. El segundo método breve menciona un cambio en áreas (A1 y A2) a un cambio en exposición de ruido ( $\Delta$ ) a través de :

$$A_2 = A_1 \cdot 10^{\frac{\Delta}{K}} \quad (2)$$

donde K es un parámetro escalar con un valor alrededor de 15 para aeropuertos grandes.

Puede ser demostrado matemáticamente que los parámetros escalares (b de la primera ecuación y K de la segunda ecuación) están relacionados.

El AEM utiliza estas relaciones, con un método para combinar la contribución de energía del ruido de una sola aeronave, obteniendo una estimación del impacto de ruido total (área con un contorno específico) de las diferentes aeronaves en las operaciones de un aeropuerto.

\* Un ciclo de aterrizaje y despegue, que comprende un despegue y un aterrizaje igual a dos operaciones. Una salida puede usarse como sustituto para dos ciclos de aterrizaje o despegue, cuando ambos sean numéricamente iguales.

(13)

Usando la ecuación 2, el comportamiento del método combina la acción individual de las aeronaves, dentro de la mezcla de tráfico de un aeropuerto. La combinación de aeronaves esta basada en equivalencias respectivas (Por ejemplo - Un B 727 produce mucho más ruido que cuatro DC9's); la idea de equivalencias entre diferentes tipos de aeronaves no es nuevo, pero este análisis muestra la relación entre el cambio de área, de aquí el nombre de Metodo del Area Equivalente.

Este metodo ha sido sujeto de multiples pruebas y análisis de sensibilidad, los resultados del AEM comparados son semejantes con los resultados del INM. Todas las suposiciones son probadas (usando el INM) por simulaciones repetidas de la variedad de diferentes mezclas de aeronaves y configuraciones de pista; teniendo un alto grado de correlación, con un coeficiente de 0.99 sobre todas las regresiones existentes entre los resultados del AEM y los resultados del INM.

Estas pruebas extensas han confirmado la validez del AEM. Como un recurso para la predicción de las áreas de impacto ambiental por ruido.

#### METODO DEL AREA EQUIVALENTE

El área de impacto de ruido generada por un avión puede ser relacionada con el número efectivo de aterrizajes y despegues por la siguiente ecuación:

$$A = aN^b$$

A = AREA DE IMPACTO DE RUIDO

(14)

- N** = NUMERO EFECTIVO DE ATERRIZAJES - DESPEGUES  
**a y b** = PARAMETROS DE ESCALA OBTENIDOS A PARTIR DE MEDIDAS MAS ELABORADOS  
**NEF** = PRONOSTICO DE EXPOSICION DE RUIDO.

para el cálculo del área del contorno NEF 30, es necesario determinar las siguientes incógnitas.

- 1.- La Energía relativa de contribución y (E)
- 2.- Un factor de sobre peso (W)

Los calculos pueden hacerse rapidamente con una calculadora programable - un microprocesador ó con las hojas de cálculo (Tabla 4), apoyandose en las Tablas 1 y 2 con los parametros a y b.

Los pasos para calcular el área de la columna 1 a la 9.

- PASO 1.- Entre con los parametros "a y b" en las columnas 1 y 2 respectivamente.
- 2.- Entre con el número de operaciones\* nocturnas de cada tipo de avión en la columna 3 y en la columna 5 con las operaciones diurnas. (las nocturnas son aquellas que ocurren entre las 22:00 Hrs y las 07:00 Hrs).

\* Operación es la acción de aterrizar y despegar.

- 3.- Multiplique las operaciones nocturnas (col.3) por el factor 16.67 y entre con ese resultado a la columna 4.
- 4.- Suma las operaciones diurnas y las nocturnas ya multiplicadas por el factor (columna 4 más la columna 5) y entre con los resultados a la columna 6. Esto representa el número efectivo de operaciones ocurrido para cada tipo de avión.

(15)

5.- Utiliza la fórmula,  $\text{Arca} = a(N^b)$  donde  $N$  = número efectivo de operaciones y los valores de "a" y "b" de las columnas 1 y 2 respectivamente para cada tipo de avión y entre con el resultado en la columna 7.

O sea que el número efectivo de operaciones (col. 6) se eleva al factor "b" (columna 2) y se multiplicara por el factor "a" (columna 1) para cada tipo de avión, ubicando el resultado en la columna 7.

6.- Encierre en un círculo el área mas grande de la columna 7, esta será el área de referencia, ( $A_R$ ) que se utilizara en formula de la energía de contribución (E).

7.- Cálculo de Energía de contribución mediante la formula  $E = \left( \frac{A}{A_R} \right)^{\frac{1}{b}}$  -- donde "A" es el área de contribución;  $A_R$  es el Area de referencia que se encerro en el círculo; y  $\frac{1}{b}$  lo tomamos de la tabla 1. Entre con este valor en la columna 8. Sume la columna 8 y el total sera  $\bar{E}$ .

8.- Calcule el factor de sobrepeso ( $w = E/b$ ) para cada tipo de avión - dividiendo el valor de E (columna 8) entre el factor b (columna 2). - Entre con este valor en la columna 9. Sume los valores de la columna 9 y el total será  $\bar{W}$ .

9.- Calcule el valor  $\bar{b} = \bar{E} / \bar{W}$  dividiendo el total de la columna 8 entre el total de la columna 9 (W). Este parametro b representa el parametro de mezcla de aviones para el aeropuerto en cuestión.

10.- DETERMINE EL AREA NEF 30 MEDIANTE

$$A = (\bar{E})^{\frac{1}{b}} \times A_R \quad (16)$$

Donde

$\bar{E}$  = TOTAL DE ENERGIA

$\bar{b}$  = PARAMETRO DE MEZCLA DE AVIONES

$A_R$  = AREA DE REFERENCIA

Para verificar determine las operaciones de cada avión.

$$\bar{N} = \left( \frac{\bar{A}}{a} \right)^{\frac{1}{b}}$$

Donde

$\bar{N}$  = NUMERO DE OPERACIONES

$\bar{A}$  = AREA NEF 30 DE CADA AVION

$a$  = PARAMETRO DE LA COLUMNA 1

$b$  = PARAMETRO DE LA COLUMNA 2

y entre con estos valores a la columna 10.

Divida los valores de la columna 6 entre los valores de la columna 10 y entre con este valor en la columna 11.

Sumé la columna 11, si este valor queda dentro de un limite de 1.00 a 1.02 el área estimada es correcta.

Si el resultado quedará fuera de este rango existe un error en el cálculo y deberá volverse a calcular el área NEF 30 para cada avión.

#### EJEMPLO ILUSTRATIVO

El Aeropuerto Internacional de la imaginación, tiene la siguiente mezcla de Aeronaves en operaciones diurnas y nocturnas (Promedio de datos anuales, lo que explica las fracciones en las operaciones)

(17)

| AERONAVE     | OPERACIONES DIURNAS<br>(7:00 AM a 10:00 P.M.) | OPERACIONES NOCTURNAS<br>(10:00 P.M. a 7:00 M.) |
|--------------|---|---|
| DC9/BAC -111 | 34.0  | 1.0   |
| B-737        | 22.0  | 1.2   |
| B-727        | 96.0  | 3.5   |
| B-707        | 12.0  | 4.6   |
| DC8          | 5.0   | 4.2   |
| A -300       | 6.0   | 0.0   |
| DC10 /L1011  | 16.0  | 1.0   |
| B 747        | 5.0   | 2.2   |
| COMUTER      | 21.0  | 0.0   |

La información del porcentaje de utilización de pistas, así como la longitud de la escala no son proporcionados en este ejemplo.

Si el porcentaje es utilización de pistas así como la longitud de escala de vuelo fueran proporcionados se obtendría una mejor determinación de los valores a y b que serán utilizados.

### III.- ABATIMIENTO DEL RUIDO

Existen varias técnicas y procedimientos que pueden ser empleados para reducir los efectos indeseables del ruido en la vecindad de los aeropuertos.

Estos procedimientos pueden ser agrupados en cuatro clases relacionadas con:

- 1.- Diseño o Modificación de Aeronaves
- 2.- Operación y uso de Aeronaves
- 3.- Diseño y Planeación de Aeropuertos
- 4.- Uso del Suelo en la vecindad del Aeropuerto

#### DISEÑO O MODIFICACION DE AERONAVES

Como una parte de la certificación del proceso, la FAA marca limitaciones sobre el ruido para todos los nuevos aviones turbojet. El proceso de certificación de ruido implica el realizar mediciones de ruido en lugares -- específicos a lo largo de las trayectorias de aproximación y despegue y -- al lado de la pista. Los nucleos máximos de ruido en EPNdB. Se especifican para aterrizajes y despegues como una función del peso bruto del avión. Los fabricantes han logrado avances significativos en los últimos años en el diseño de aeronaves silenciosas, primeramente a través del diseño de motores silenciosos e implementando un diseño aerodinámico, Los cuales permite rápidas maniobras de ascenso y descenso.

#### OPERACION Y USO DE AERONAVES

Puede implementarse un control en las operaciones de las aeronaves para -- minimizar la exposición al ruido. (F-16 4 35)

Probablemente la medida más dramática en el control de operaciones fué la decisión de la FAA de prohibir el vuelo de aviones civiles a velocidades supersónicas sobre los Estados Unidos.

Donde se puedan utilizar varias pistas, las aeronaves pueden ser -- autorizadas a despegar ó aterrizar sobre áreas poco pobladas, cuando el clima, el viento y otras circunstancias lo permitan.

En forma semejante los giros deben ser especificados para los movimientos de despegue debiendose emplear trayectoria con mayor pendiente para que las aeronaves puedan variar la velocidad durante el despegue para alcanzar mayores elevaciones y movimientos más rápidos -- sobre las áreas sensitivas al ruido.

Estos y otros controles en la operación pueden ser particularmente -- benéficos durante el horario nocturno cuando la gente es más sensitiva al ruido de los aviones.

#### DISEÑO Y PLANEACION DE AEROPUERTOS

Los planeadores y diseñadores de aeropuertos consideran posibles exposiciones indeseables al ruido cuando se elige la ubicación y orientación de las pistas. Cuando se construye una pista en umbral desplazado puede ser empleado para reducir el nivel del ruido percibido al inicio y al final de la pista. Un panorama más extenso puede ayudar a proteger los alrededores del aeropuerto de las operaciones terrestres de las aeronaves.

## USO DEL SUELO EN LA VECINDAD DEL AEROPUERTO

Probablemente el procedimiento más provechoso contra el ruido de las aernaves en el uso de la planeación y control de tierra, esto es; tomando -- ventaja de las técnicas existentes de control terrestre para garantizar -- que los terrenos alrededor del aeropuerto sean utilizados en forma compatible con el ambiente del aeropuerto.

Con la posible excepción de ciertas actividades recreacionales, la mayoría de tipos de uso terrestre son compatibles con aeropuertos proveen los valores NEF que no exceden 30. La superficie que tiene valores NEF entre 30 y 40 pueden ser destinada para propositos industriales y comerciales y para oficinas y edificios públicos.

Si los edificios tienen aislamiento especial, el lugar puede ser utilizado para hoteles, moteles y departamentos. Donde los valores NEF excedan 40 -- hay algunos usos compatibles para el lugar. Tales usos pueden ser por ejemplo hoteles, moteles, oficinas y edificios públicos si se encuentran instalado un aislamiento acústico.

Por medio de estudios de ruido realizados en la vecindad del aeropuerto, -- es posible definir áreas expuestas a los niveles de ruido de una magnitud especificada.

Los resultados de tales estudios pueden ser desplegados en mapas de curvas de ruido como se muestra en la Fig.

(21)

Dichos mapas deben ser usados en forma juiciosa, reconociendo la complejidad y variabilidad de la reacción pública al ruido.

La reacción del público al ruido.

La mayoría de los factores importantes para influenciar las molestias al público en forma permanente al ruido relacionado a las características del ruido mismo. llamado, es el nivel de ruido, frecuencia y -- variación. Debe señalarse por tanto, que otros muchos factores son -- correlacionados con las molestias al público y el ruido de los aviones, habiendo una variación muy amplia en la tolerancia al ruido de algunas personas y comunidades.

Estudios de la reacción de la comunidad al ruido de las aeronaves mostraron que una variedad de factores puede contribuir al impacto total de las operaciones de los aviones en una comunidad vecina, incluyendo:

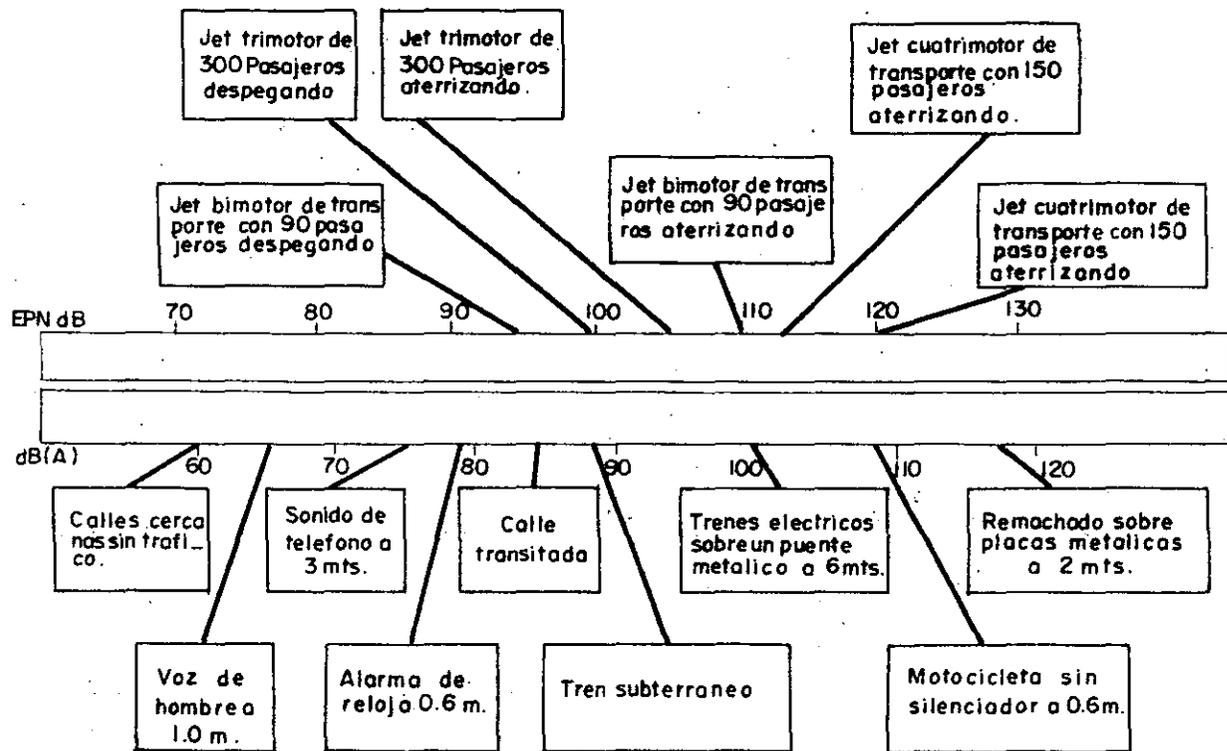
- 1.- Miedo de que un avión destruya la comunidad
- 2.- Importancia de la aportación de el Aeropuerto a la economía local
- 3.- Ingresos, estatus ocupacional y otros factores sociales

Por otra parte, el número de quejas con relación al ruido del aeropuerto pueden no ser reflejo exacto de la extensión o intensidad de las molestias experimentadas en una comunidad. Los factores tales como el grado -

(22)

de organización de la comunidad y la capacidad de los organismos institucionales para manifestar sus quejas puede ser importantes en el número de personas que se quejan. No es de sorprender, por tanto, que la influencia del impacto del ruido del avión en vecinos cercanos es un proceso inexacto que puede ser aplicado con gran atención a sus aspectos subjetivos.

APENDICE

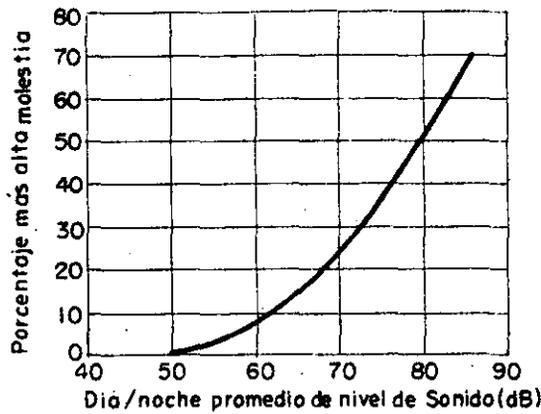


NOTA:

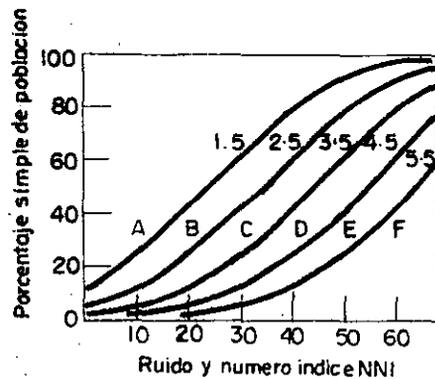
En esta comparacion del origen de varios ruidos se muestra la relacion aproximada entre las escalas EPN dB y dB (A).

MEDICION INSTANTANEA TIPICA DEL ESPECTRO DE RUIDO

Fig. 1



(a)



(b)

| CATEGORIA DE MOLESTIAS | SENSACIONES ACERCA DEL RUIDO DEL AVION   |
|------------------------|--|
| A                      | Ninguna molestia. Practicamente no se entera del ruido del avion   |
| B                      | Un poco de molestias. Ocasionalmente perturba  |
| C                      | Moderadamente molesto. Perturbacion por vibración; interferencia en la conversación y el sonido de la TV/radio y quiza despierte en la noche.            |
| D                      | Muy molesto. Considera areas pobres por el ruido del avion algunas veces espanta y despierta en la noche.  |
| E                      | Severamente molesto. Termina el descanso y perturba la relajación; impide ir a dormir; considera el ruido del avion ser la mayor desventaja del area     |
| F                      | Encuentra el ruido difícil de tolerar. Sufre severas perturbaciones; siente como querer apartarse a causa del ruido del avion y es probable que se queje |

(a) Grado de molestia por el ruido observado en estudios sociales

(b) Distribucion de grados de molestia debido a la exposicion de ruido del avion.

DISTANCIA LATERAL DE LA TRAYECTORIA DE DESPEGUE (Pies)

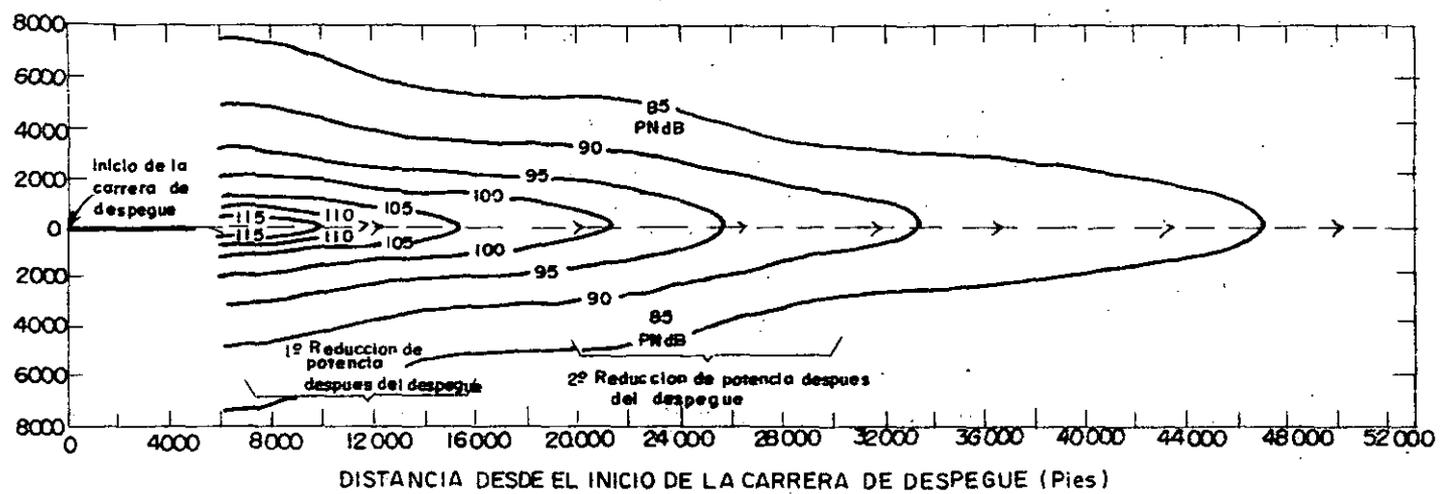


FIG. 3

TABLA 3

PROCEDIMIENTO DE CALCULO AREA NEF 30

AEROPUERTO

| COLUMNAS                   | 1       | 2     | 3                     | 4   | 5                   | 6                             | 7                        | 8   | 9                               | 10  | 11  |
|----------------------------|---------|-------|-----------------------|---|---------------------|-------------------------------|--------------------------|---|---------------------------------|---|---|
| DESIGNACION DE AVION       | a       | b     | OPERACIONES NOCTURNAS | OPERACIONES POR SOBREPESO (16.67 x columna 3) | OPERACIONES DIURNAS | OPERACIONES EFECTIVAS (4 + 5) | AREA AVION (b)<br>$a(N)$ | ENERGIA<br>$E = \left(\frac{A}{R}\right)^{\frac{1}{b}}$ | SOBREPESOS<br>$W = \frac{E}{b}$ | OPERACIONES<br>$\bar{N} = \left(\frac{A}{a}\right)^{\frac{1}{b}}$ | OPERACIONES EFECTIVAS<br>$6 \frac{1}{10}$ |
| DC9/BAC-111                | 0.167   | 0.721 |                       |   |                     |                               |                          |   |                                 |   |   |
| DC9-60                     | 0.038   | 0.718 |                       |   |                     |                               |                          |   |                                 |   |   |
| B737                       | 0.164   | 0.653 |                       |   |                     |                               |                          |   |                                 |   |   |
| B727                       | 0.158   | 0.875 |                       |   |                     |                               |                          |   |                                 |   |   |
| B707                       | 0.493   | 0.650 |                       |   |                     |                               |                          |   |                                 |   |   |
| DC-8                       | 0.538   | 0.661 |                       |   |                     |                               |                          |   |                                 |   |   |
| A 300                      | 0.077   | 0.653 |                       |   |                     |                               |                          |   |                                 |   |   |
| DC10/L1011                 | 0.082   | 0.672 |                       |   |                     |                               |                          |   |                                 |   |   |
| B747                       | 0.086   | 0.800 |                       |   |                     |                               |                          |   |                                 |   |   |
| Transport Turboprop (F-27) | 0.011   | 1.030 |                       |   |                     |                               |                          |   |                                 |   |   |
| Commuter                   | 0.001   | 1.041 |                       |   |                     |                               |                          |   |                                 |   |   |
|                            | TOTALES |       |                       |   |                     |                               |                          | E =   | W =                             |   |   |

RANGO DE = 1.00-1.02

$b = E \div W =$

VALIDEZ

$A = \left(\frac{E}{R}\right)^{\frac{1}{b}} \times A =$

TABLA 4

PROCEDIMIENTO DE CALCULO AREA NEF 30

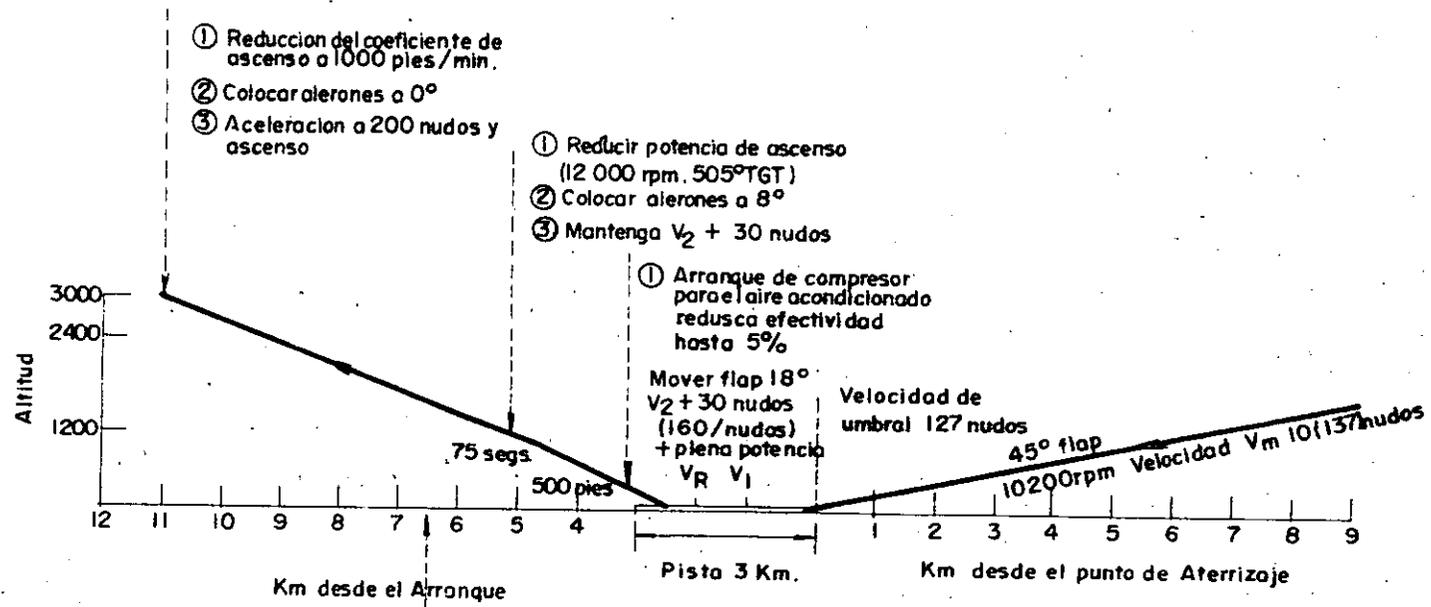
AEROPUERTO: INTERNACIONAL DE LA IMAGINACION Fecha JUNIO 1985

32

| COLUMNAS                   | 1       | 2     | 3                     | 4   | 5                   | 6                              | 7                    | 8  | 9                           | 10   | 11                                       |
|----------------------------|---------|-------|-----------------------|---|---------------------|--------------------------------|----------------------|--|-----------------------------|--|--|
| DESIGNACION DE AVION       | a       | b     | OPERACIONES NOCTURNAS | OPERACIONES POR SOBREPESO (16.67 x columna 3) | OPERACIONES DIURNAS | OPERACIONES EFECTIVAS. (4 + 5) | AREA AVION (b) o (N) | ENERGIA $E = \left( \frac{A}{R} \right)^{\frac{1}{2}}$ | SOBREPESO $W = \frac{E}{b}$ | OPERACIONES $\bar{E} = \left( \frac{A}{b} \right)^{\frac{1}{2}}$ | OPERACIONES EFECTIVAS. $\bar{E} \div 10$ |
| DC9/BAC-111                | 0.157   | 0.721 | 1.0                   | 16.67   | 34                  | 50.67                          | 2.83                 | .1208  | .1676                       | 1054.19  | .04807                                   |
| DC9-60                     | 0.038   | 0.718 |                       |   |                     |                                |                      |  |                             |  |  |
| B737                       | 0.164   | 0.653 | 1.2                   | 20.00   | 22                  | 42.00                          | 1.88                 | .0519  | .0795                       | 2237.51  | .01877                                   |
| B727                       | 0.158   | 0.875 | 3.5                   | 58.34   | 96                  | 154.34                         | 12.99                | 1.0000   | 1.1429                      | 329.90   | .46784                                   |
| B707                       | 0.493   | 0.650 | 4.6                   | 76.68   | 12                  | 88.68                          | 9.10                 | .5782  | .8896                       | 426.42   | .20796                                   |
| DC 8                       | 0.538   | 0.661 | 4.2                   | 70.01   | 5                   | 75.01                          | 9.34                 | .6069  | .9182                       | 337.82   | .22204                                   |
| A 300                      | 0.077   | 0.653 | 0.0                   | 0.00  | 6                   | 6.00                           | 0.25                 | .0023  | .0036                       | 722.02   | .00084                                   |
| DC10/11011                 | 0.082   | 0.672 | 1.0                   | 16.67   | 16                  | 32.67                          | 0.85                 | .0174  | .0259                       | 5046.80  | .00647                                   |
| B747                       | 0.005   | 0.800 | 2.2                   | 36.67   | 5                   | 41.67                          | 1.70                 | .0787  | .0984                       | 1215.28  | .03429                                   |
| Transport Turboprop (F-27) | 0.011   | 1.030 |                       |   |                     |                                |                      |  |                             |  |  |
| Comuter                    | 0.001   | 1.041 | 0.0                   | 21.00   | 21                  | 21.00                          | 0.02                 | .0023  | .0023                       | 16937.82   | .00124                                   |
|                            | TOTALES |       |                       |   |                     |                                |                      | $\bar{E} = 2.4585$                                     | $\bar{W} = 3.3280$          |  | L0075                                    |

$\bar{b} = \bar{E} \div \bar{W} = .7387$  RANGO DE = 1.00-1.02 VALIDEZ

$\bar{A} = (\bar{E})^{\frac{b}{R}} \times A = 25.25$



PROCEDIMIENTO ANTIGUO

(b)

FIG 4

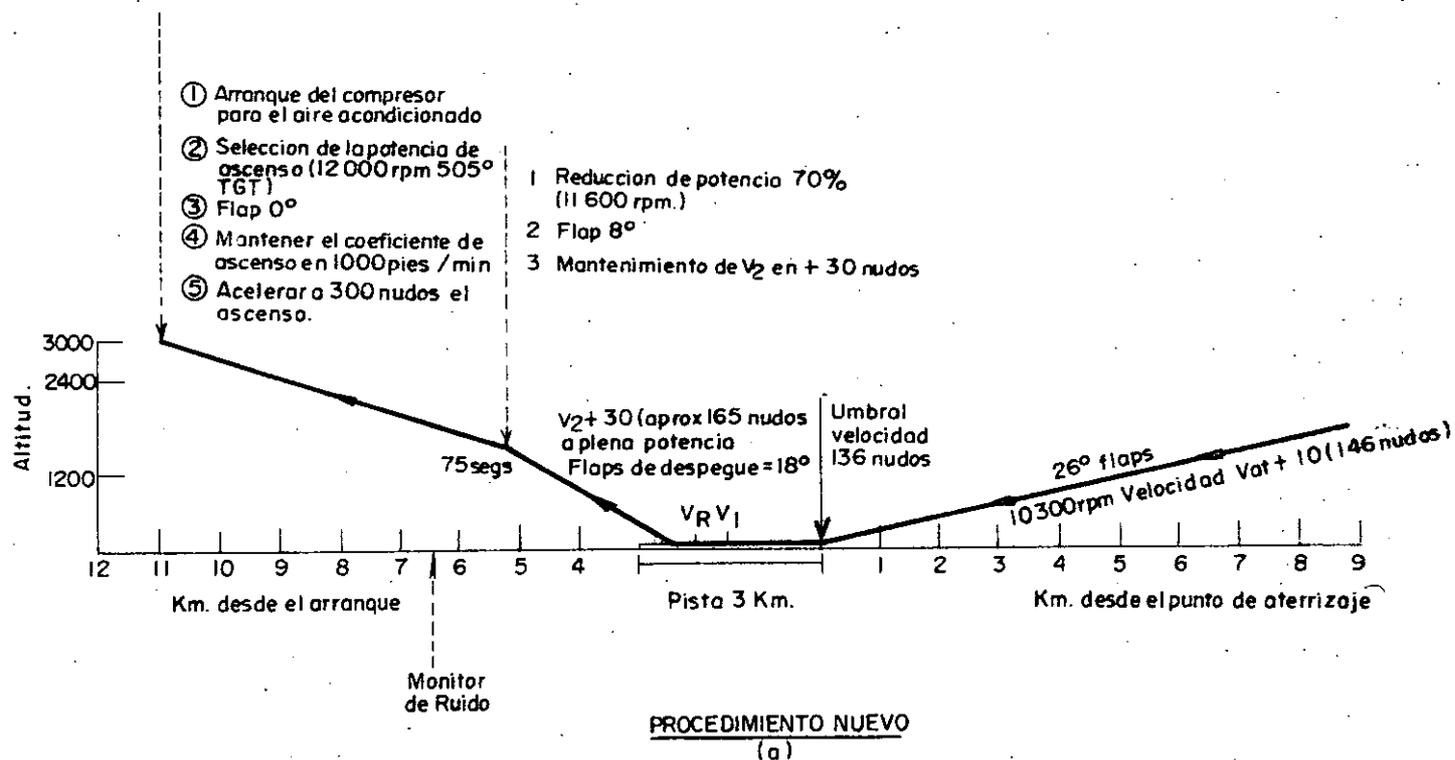
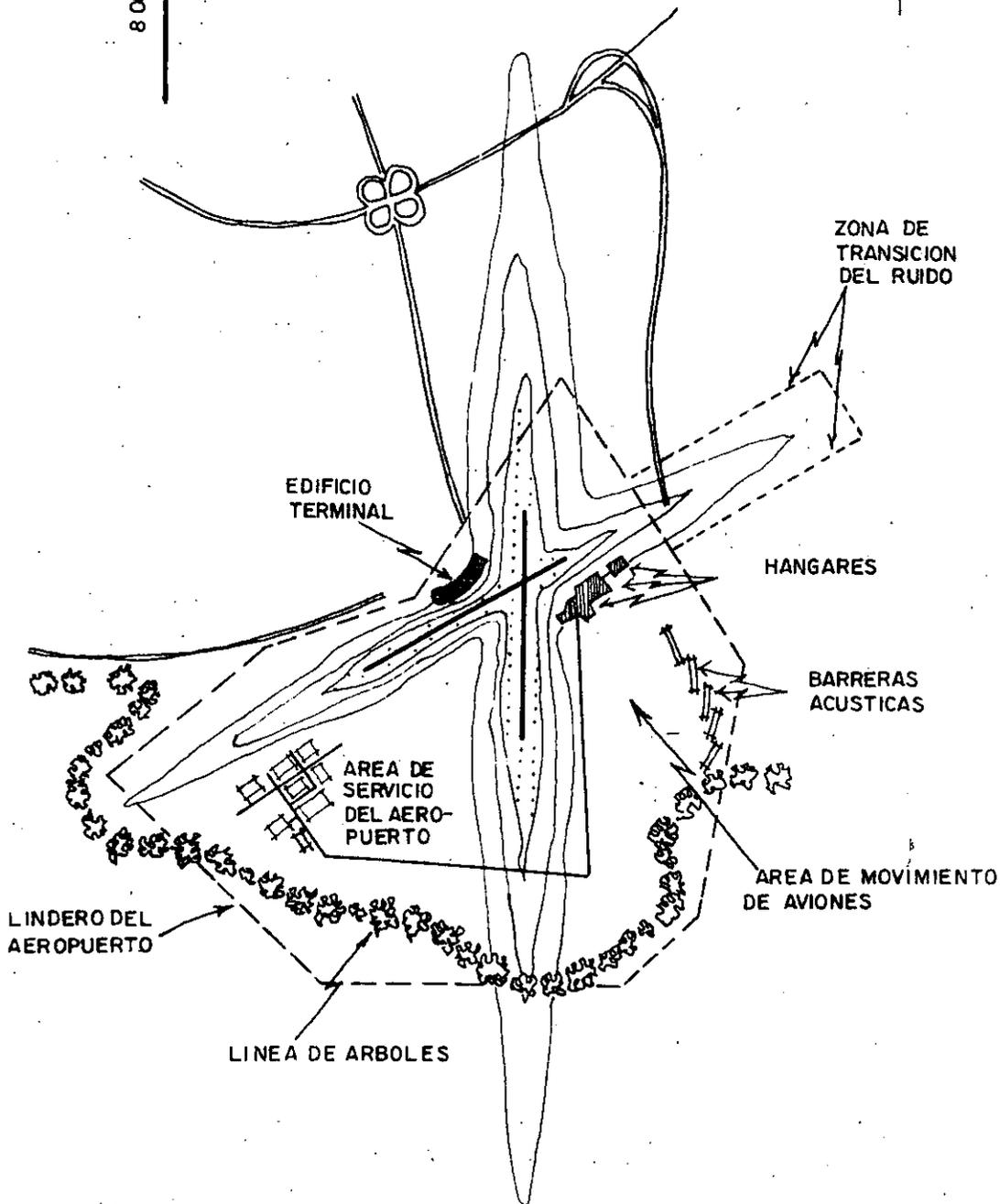
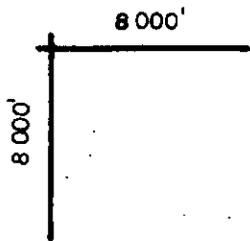
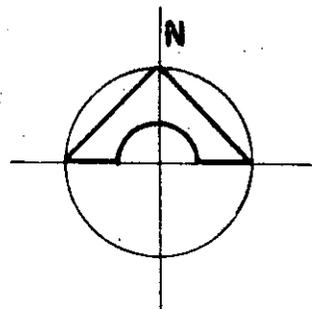


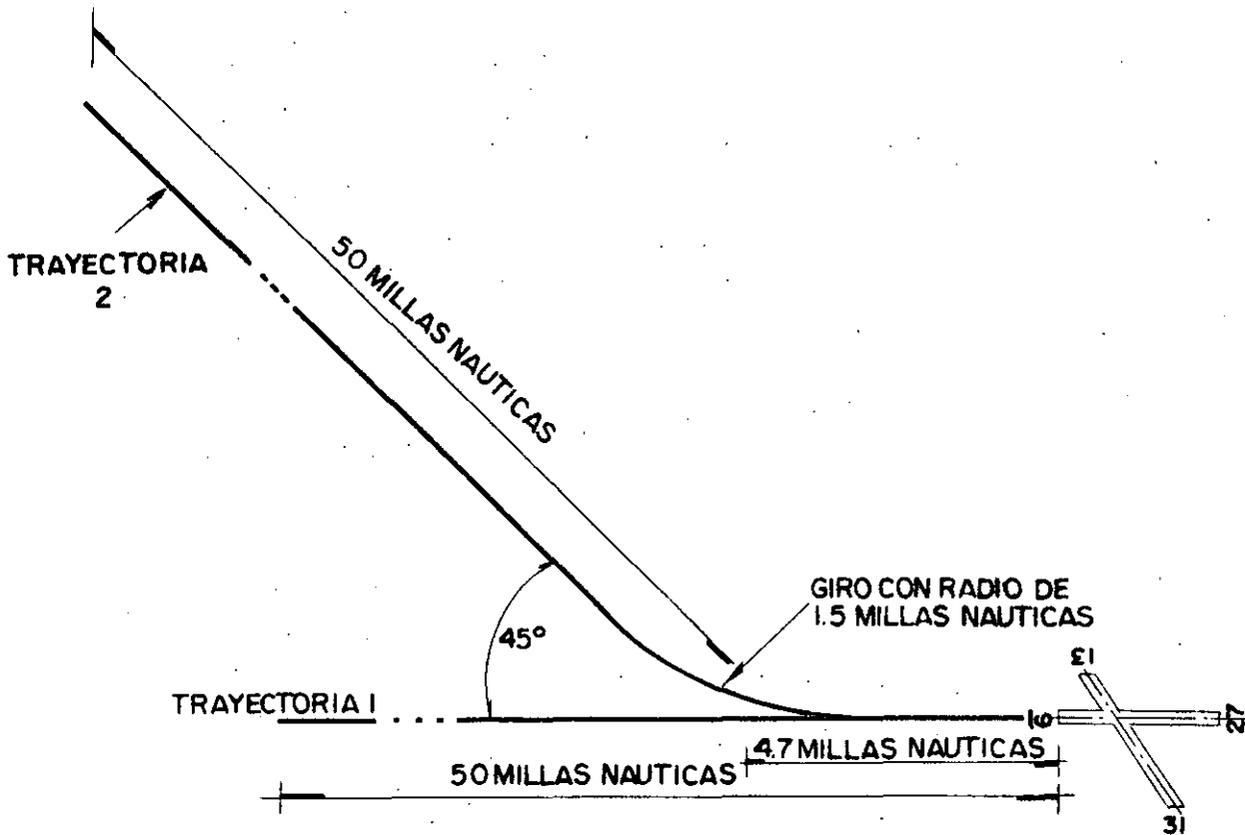
Figura 3.9 Abatimiento del Ruido por el procedimiento B.A.C. II en el Aeropuerto Internacional de Manchester(a) Procedimiento nuevo  
b) Procedimiento Antiguo (Cortesía de British Airways.)

F.A.A.

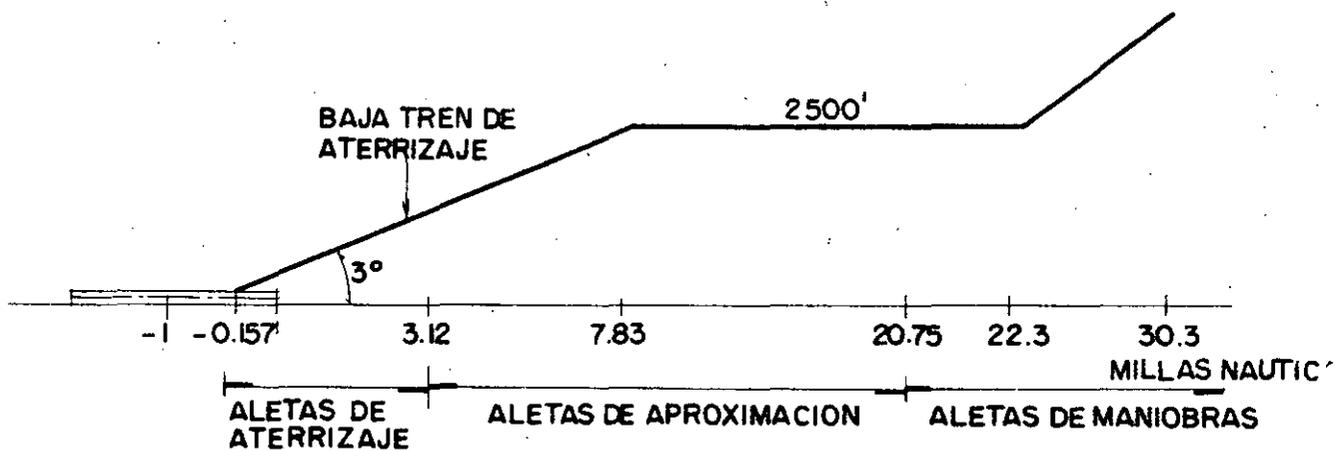
I.N.M.



EJEMPLO DE CURVAS NEF 30.0 - 40.0



**EJEMPLO DE PERFIL DE APROXIMACION**



T I T U L O : AIRPORT OPERATIONS  
A U T O R : NORMAN ASHFORD  
H.P. MARTIN STANTON  
CLIFTON A. MOORE  
EDITORIAL : WILEY INTERSCIENCE 1984

T I T U L O : AIRPORT ENGINEERING  
A U T O R : NORMAN ASHFORD  
PAUL H. WRIGHT  
EDITORIAL : WILEY INTERSCIENCE (2a. EDICION)

T I T U L O : AREA EQUIVALENT METHOD  
A U T O R : ENVIRONMENTAL AND ENERGY PROGRAMS DIVISION  
OFFICE OF ECONOMIC ANALYSIS  
CIVIL AERONAUTIC'S BOARD  
WASHINGTON D.C. 20428  
FEBREIRO DE 1982

T I T U L O : RUIDO DE LAS AERONAVES (ANEXO 16)  
A U T O R : ORGANIZACION DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL  
(OFICINA REGIONAL)  
RIO THIERS # 251 - 5o. PISO C.P. 11587

T I T U L O : AREA EQUIVALENT METHOD ON LOTUS 1-2-3

A U T O R : DONNA G. WARREN

US DEPARTMENT OF TRANSPORTATION

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION

JULIO 1984

T I T U L O : PROCEDURES FOR DEVELOPING NOISE EXPOSURE

FORECAST (AREAS FOR AIRCRAFT FLIHT OPERATIONS)

A U T O R : DEPARTAMENT OF TRANSPORTATION

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION

WASHINGTON D.C. 20590



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

CURSO: MANTENIMIENTO Y OPERACION DE AEROPUERTOS  
DEL 8 AL 19 DE JULIO  
MEXICO D.F.

ORGANIZACION Y FUNCIONES DE SENEAM  
EN LA RED AEROPORTUARIA

ING. FERNANDO MOLINAR PRIETO  
JULIO DE 1985

MANTENIMIENTO Y ORGANIZACION DE  
AEROPUERTOS

TEMA: ORGANIZACION Y FUNCIONES DE SENEAM  
EN LA RED AEROPORTUARIA

EXPOSITOR:  
FERNANDO MOLINAR PRIETO  
DIRECTOR DE NORMAS OPERACIONALES

OBJETIVO: ESTA CONFERENCIA DESCRIBE LAS FUNCIONES  
Y ORGANIZACION DE SENEAM EN FORMA GENE-  
RICA, SIN PRETENDER PROFUNDIZAR EN LOS  
DIVERSOS TEMAS ESPECIALIZADOS QUE CON-  
TIENE.

# SENEAM

## SERVICIOS A LA NAVEGACION EN EL ESPACIO AEREO MEXICANO

### GUION DE CONFERENCIA

#### 1. INTRODUCCION

##### 1.1 RESEÑA DEL ORIGEN DE SENEAM

1.1.1 PRINCIPIOS DE LOS SERVICIOS.

1.1.2 CREACION DE AERONAUTICAL RADIO DE MEXICO.

1.1.3 CREACION DE RADIO AERONAUTICA MEXICANA.

##### 1.2 CONSTITUCION DEL ORGANO DESCONCENTRADO SENEAM

1.2.1 DECRETO QUE CREA AL ORGANO DESCONCENTRADO SENEAM.

1.2.2 RAPIDA INDUCCION AL ORGANO DESCONCENTRADO SENEAM.

1.2.3 OBJETIVO DEL ORGANO DESCONCENTRADO.

#### 2. DESCRIPCION DE LOS SERVICIOS QUE PRESTA SENEAM

##### 2.1 SERVICIO DE DESPACHO E INFORMACION DE VUELO

2.1.1 FINES DEL SERVICIO DE DESPACHO.

2.1.2 CONTENIDO DEL SERVICIO.

2.1.3 DENOMINACION DE LAS UNIDADES QUE PROPORCIONAN EL SERVICIO.

2.1.4 TOTAL DE UNIDADES EN EL TERRITORIO.

2.1.5 ETAPA DEL VUELO EN QUE SE SUMINISTRA.

2.1.6 PERSONAL TECNICO AUTORIZADO.

## 2.2 SERVICIO DE METEOROLOGIA AERONAUTICA

- 2.2.1 FINES DEL SERVICIO METEOROLOGICO AERONAUTICO.
- 2.2.2 CONTENIDO DEL SERVICIO
- 2.2.3 INSTRUMENTOS MAS COMUNES UTILIZADOS.
- 2.2.4 DENOMINACION DE LAS UNIDADES QUE PROPORCIONAN EL --  
SERVICIO.
- 2.2.5 ETAPA DEL VUELO EN QUE SE SUMINISTRA.
- 2.2.6 PERSONAL TECNICO AUTORIZADO.

## 2.3 SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS

- 2.3.1 FINES DEL SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES.
- 2.3.2 CONTENIDO DEL SERVICIO.
- 2.3.3 EQUIPOS UTILIZADOS.
- 2.3.4 GAMA DE FRECUENCIAS DEL A.M.S.
- 2.3.5 COBERTURA TERRITORIAL AFTN. (PORCENTAJES)
- 2.3.6 COBERTURA TERRITORIAL DE LAS COMUNICACIONES AIRE/TIE  
RRA.
- 2.3.7 COBERTURA TERRITORIAL DE LAS COMUNICACIONES PUNTO A  
PUNTO.
- 2.3.8 ETAPA DEL VUELO EN QUE SE SUMINISTRA.
- 2.3.9 PERSONAL TECNICO AUTORIZADO.

## 2.4 SERVICIO DE RADIOAYUDAS A LA NAVEGACION

- 2.4.1 FINES DEL SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES.
- 2.4.2 CONTENIDO DEL SERVICIO.
- 2.4.3 BANDA DE FRECUENCIAS EN QUE OPERAN LAS RADIOAYUDAS.

- 2.4.4 RESUMEN DEL PRINCIPIO DE OPERACION DE CADA RADIOAYUDA.
- 2.4.5 INFORMACION AERONAUTICA QUE PROPORCIONA CADA UNA.
- 2.4.6 EQUIPOS RECEPTORES A BORDO.
- 2.4.7 TOTAL DE EQUIPOS INSTALADOS EN EL TERRITORIO.
- 2.4.8 ETAPA DEL VUELO EN QUE SE SUMINISTRA.
- 2.4.9 PERSONAL TECNICO AUTORIZADO.

## 2.5 SERVICIO DE CONTROL DE TRANSITO AEREO

- 2.5.1 FINES DEL SERVICIO DE CONTROL
- 2.5.2 CONTENIDO DEL SERVICIO.
- 2.5.3 DENOMINACION DE LAS UNIDADES QUE LO PROPORCIONAN
- 2.5.4 ESPACIOS AEREOS JURISDICCIONALES.
- 2.5.5 USO DEL RADAR EN EL ATC.
- 2.5.6 RADAR PRIMARIO Y SECUNDARIO.
- 2.5.7 EQUIPO TRANSPONDER.
- 2.5.8 COBERTURA RADAR TERRITORIAL.
- 2.5.9 BENEFICIOS DEL RADAR ATC.
- 2.5.10 ETAPA DEL VUELO EN QUE SE SUMINISTRA.
- 2.5.11 PERSONAL TECNICO AUTORIZADO.

## 3. ORGANIZACION

- 3.1 UBICACION DE SENEAM DENTRO DEL MARCO ORGANIZACIONAL DE LA S.C.T.
- 3.2 ORGANOGRAMA DE SENEAM.
- 3.3 POLITICA DE DESCENTRALIZACION EN SENEAM.

- 3.4 ALCANCE DE LOS SERVICIOS SUMINISTRADOS.
- 3.5 AREA DE RESPONSABILIDAD.

4. FUNDAMENTO LEGAL DE LOS SERVICIOS

- 4.1 LEYES Y REGLAMENTOS NACIONALES.
- 4.2 CONVENIOS INTERNACIONALES.

5. CONCLUSIONES

6. SESION DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS

CONFERENCIA: 2 HRS. 30 MINS.

SESION: 1 HR.

DURACION TOTAL: 3 HRS. 30 MINS.

ANTECEDENTES.

## S E N E A M

SIGLAS QUE SE UTILIZAN PARA DESIGNAR AL ORGANO DESCONCENTRADO, "SERVICIOS A LA NAVEGACION EN EL ESPACIO AEREO --- MEXICANO", CUYO PROPOSITO ESENCIAL RADICA EN ATENDER DE MANERA EFECTIVA, LA DEMANDA DE SERVICIOS PARA EL DESARROLLO ADECUADO Y SEGURO DE LA AVIACION EN NUESTRO PAIS.

ESTOS SERVICIOS NO SON ORIGINALES DE SENEAM, SINO QUE TUVIERON SU ORIGEN EN 1944, CUANDO LAS EMPRESAS PRIVADAS DE AVIACION, VIERON INCREMENTADAS SUS OPERACIONES Y COMO LOS SERVICIOS ERAN PRESTADOS POR ELLOS MISMOS, DECIDIERON FORMAR UNA EMPRESA QUE HICIERA LO MISMO, PERO DE MANERA EXCLUSIVA.

LA DECISION TOMADA PROVOCO QUE LOS SERVICIOS DE CONTROL DE TRANSITO AEREO, TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS, METEOROLOGIA AERONAUTICA Y RADIOAYUDAS A LA NAVEGACION AEREA, FUERAN AUTORIZADOS MEDIANTE PERMISO EXPERIMENTAL A ESTA EMPRESA QUE FORMARON LAS LINEAS AEREAS.

CUATRO ANOS DESPUES, LE FUERON CONCESIONADOS LOS SERVICIOS MENCIONADOS HASTA 1978, FECHA EN QUE POR ACUERDO PRESIDENCIAL EL 30 DE SEPTIEMBRE DE ESE AÑO, SE CREA SENEAM COMO ORGANO DESCONCENTRADO, DEPENDIENTE DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

EL ORGANO DECONCENTRADO SENEAM, ES UNA UNIDAD ADMINISTRATIVA DEPENDIENTE DE LA S.C.T., A QUIEN SE LE HA ENCARGADO EL SUMINISTRO DE LOS SERVICIOS DE: DESPACHO E INFORMACION DE VUELO, METEOROLOGIA AERONAUTICA, TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS, RADIOAYUDAS A LA NAVEGACION Y CONTROL DE TRANSITO AEREO, PARA LO CUAL SE LE HA TRANSFERIDO LOS RECURSOS PRESUPUESTALES Y APOYOS ADMINISTRATIVOS NECESARIOS, QUE LE PERMITEN CUMPLIR CON SUS ACTIVIDADES.

## INTRODUCCION.

HABLAR DE LOS SERVICIOS A LA NAVEGACION, IMPLICA COMENTAR EL DESARROLLO QUE HA TENIDO LA AVIACION EN MEXICO, DESDE ALBERTO BRANIFF (ENERO 8 DE 1910) HASTA NUESTRA INTEGRACION A LOS -- VUELOS SUPERSONICOS (1978).

LA AVIACION DESDE SUS INICIOS HA PASADO POR DIFERENTES FASES COMO LO SON; EL VUELO AEROESTATICO, EL VUELO EN EL PLANEADOR; EL VUELO A MOTOR Y EL VUELO A REACCION.

EN SUS PRINCIPIOS LA AVIACION SE CONDUJO, GRACIAS A LA AUDACIA Y VALOR DE LOS PILOTOS QUE SENTIAN EL DESEO Y LA NECESIDAD DE VOLAR. A PRINCIPIOS DEL SIGLO NO SE CONTABA CON INFRA ESTRUCTURA ALGUNA, QUE SIRVIERA DE APOYO A LA NAVEGACION -- AEREA, NO SE PENSABA EN TODA UNA SERIE DE SERVICIOS, INSTALACIONES Y EQUIPOS CON QUE CONTAMOS EN NUESTROS DIAS.

PERO CONFORME FUERON MEJORANDOSE LOS TIPOS DE AVIONES EN --- FUNCION DE SU RAPIDEZ Y CAPACIDAD DE TRANSPORTACION, FUERON INCREMENTANDOSE EL NUMERO DE AVIONES EN EL CIELO.

ESTE DESARROLLO TRAJO COMO CONSECUENCIA QUE SE FUERA CREANDO UNA ESTRUCTURA DE SOPORTE AL VUELO, CONVIRTIENDOSE LOS ANTIGUOS CAMPOS AEREOS, EN VERDADEROS Y ESPECTACULARES AEROPUERTOS; QUE SE INVENTARAN DIFERENTES TIPOS DE RADIOAYUDAS INSTALADAS EN TIERRA PARA GUIAR A LOS PILOTOS; QUE SE APLICARA LA METEOROLOGIA A LA AERONAUTICA, PARA ASI CONOCER LAS POSIBLES AFECTACIONES DEL TIEMPO EN LOS VUELOS Y QUE SE INICIARA Y SE AVANZARA EN UN SISTEMA QUE PERMITIESE CONTROLAR A LAS AERONAVES EN VUELO, SUPERANDOSE AQUELLA ETAPA EN QUE LOS PILOTOS - SE CONTROLABAN ENTRE SI, Y QUE FUE INSUFICIENTE E IMPOSIBLE CON EL INCREMENTO DE LAS OPERACIONES AEREAS.

TODA ESTA INFRAESTRUCTURA LA PODEMOS TRADUCIR EN TRABAJO DE APOYO, PARA LAS PERSONAS QUE EN ESTE PRECISO MOMENTO, COMPRAN SU BOLETO DE AVION, ABORDAN EL AVION Y ESPERAN CON TENSION EL DESPEGUE Y AGUARDAN CON ILUSION LA LLEGADA A SU DESTINO.

REALMENTE SON POCAS LAS PERSONAS QUE SABEN DE LA EXISTENCIA DE UNA SERIE DE SERVICIOS AERONAUTICOS QUE SE UTILIZAN PARA AYUDAR A LOS VUELOS, PARA QUE ESTOS SE REALICEN ADECUADAMENTE, SIN CONTRATIEMPOS Y QUE SE LLEGUE A TIEMPO AL DESTINO FINAL.

EL PROPOSITO DE ESTA EXPOSICION ES POR TANTO, HABLAR DE UNA PARTE DE ESTOS SERVICIOS, ESPECIFICAMENTE DE AQUELLOS QUE SE HA RESPONSABILIZADO A SENEAM DE SU SUMINISTRO.

#### SERVICIO DE DESPACHO E INFORMACION DE VUELO.

##### FINES DEL SERVICIO.

SU OBJETIVO PRIMORDIAL ES SUMINISTRAR TODA LA INFORMACION Y ASESORIA A LOS PILOTOS, PARA LA REALIZACION SEGURA Y EFICAZ DE LOS VUELOS.

##### CONTENIDO DEL SERVICIO.

EL DESPACHO A LOS VUELOS CONSISTE EN LA ASESORIA QUE SE LE BRINDA A LOS PILOTOS QUE NO CUENTAN CON OFICINAS DE DESPACHO EN SUS COMPANIAS O QUE PERTENECEN A AQUELLA PARTE DE LA AVIACION PRIVADA NO CONSTITUIDA EN EMPRESAS AEREAS, PARA QUE CONFORME A LAS INDICACIONES DE PERSONAL ESPECIALIZADO Y EXPERIMENTADO FORMULEN ADECUADAMENTE SU PLAN DE VUELO, LA ASESORIA CONSISTE EN LO SIGUIENTE:

- A) INTERPRETACION DEL FORMATO DE PLAN DE VUELO, ESPECIALMENTE A PILOTOS EXTRANJEROS QUE NO CONOCEN PERFECTAMENTE -- NUESTRA LEGISLACION.
- B) CONSEJOS ACERCA DE LAS MEJORES CONDICIONES A LO LARGO DE LA RUTA.
- C) NIVELES APROPIADOS A VOLAR DE ACUERDO A SU RUMBO MAGNETICO.
- D) POSIBLES CAMBIOS DE NIVEL, EN LA RUTA, POR VIENTOS FAVORABLES, POR TURBULENCIA.
- E) INFORMACION ACERCA DE LAS CONDICIONES EN LAS RADIOAYUDAS A LA NAVEGACION AEREA, A LO LARGO DE LA RUTA.
- F) INFORMACION ACERCA DE LAS CONDICIONES EXISTENTES EN LOS AEROPUERTOS DE ORIGEN Y/O DESTINO.
- G) INFORMACION VIGENTE SOBRE AREAS RESTRINGIDAS, PELIGROSAS O PROHIBIDAS, ETC.

LAS OFICINAS DE DESPACHO E INFORMACION DE VUELO, MANTIENEN UNA ESTRECHA COORDINACION CON LAS UNIDADES DEL CONTROL DE -- TRANSITO AEREO Y AUTORIDADES AERONAUTICAS RESPECTIVAS, TRANSMITIENDO TODA LA INFORMACION DEL PLAN DE VUELO PARA SU APROBACION CORRESPONDIENTE.

EL SERVICIO DE INFORMACION DE VUELO, GENERALMENTE SE PROPORCIONA A LOS PILOTOS EN VUELO, A TRAVES DE RADIOOPERADORES EN ESTACIONES DE RADIO, LOS QUE MEDIANTE EL USO DE LA RADIOCOMUNICACION MANTIENEN UNA CONSTANTE VIGILANCIA DE LOS VUELOS, -- CONOCIENDO EL DESARROLLO DE LOS MISMOS, YA QUE EN CASO DE -- CUALQUIER ANOMALIA DE ALGUN VUELO, SE ALERTA INMEDIATAMENTE-

A LOS SERVICIOS DE BUSQUEDA Y SALVAMENTO, SI ASI SE REQUIRIE SE.

ESTE SERVICIO TAMBIEN ES PROPORCIONADO POR LAS UNIDADES DEL CONTROL DE TRANSITO AEREO, YA QUE EL SERVICIO DE INFORMACION DE VUELO, POR SI SOLO, NO HA TENIDO UNA GRAN EXPANSION.

EN LA ACTUALIDAD SE CUENTA CON DOS ESTACIONES DE RADIO DE -- LIMITADO ALCANCE. POR OTRA PARTE CONTAMOS CON 19 OFICINAS DE DESPACHO SITUADAS EN LOS PRINCIPALES AEROPUERTOS COMO LO SON: MEXICO, D.F., GUADALAJARA, ACAPULCO, HERMOSILLO, MERIDA, --- MAZATLAN, MONTERREY, ETC.

LAS OFICINAS DE DESPACHO ESTAN HABILITADAS CON TODOS LOS --- EQUIPOS, INSTRUMENTOS E INFORMACION NECESARIA PARA EL DESPACHO DE LAS AERONAVES, ESPECIALMENTE SE CUENTA CON TODA LA -- INFORMACION METEOROLOGICA NECESARIA PROVENIENTE DEL CENTRO - DE ANALISIS Y PRONOSTICOS DE SENEAM. ASIMISMO, LAS ESTACIO-- NES DE RADIO POSEEN EL EQUIPO E INFORMACION NECESARIA PARA - MANTENER INFORMADO AL PILOTO Y A SUS COMPANIAS, ASI COMO --- OTRAS ENTIDADES AERONAUTICAS.

#### ETAPA EN QUE SE SUMINISTRA EL SERVICIO.

EL DESPACHO SE SUMINISTRA DESDE QUE EL PILOTO OCURRE A DICHA OFICINA A FORMULAR SU PLAN DE VUELO. EL SERVICIO DE INFORMACION DE VUELO SE PRESTA AL PILOTO DURANTE LA CONDUCCION DEL VUELO, YA SEA POR LAS ESTACIONES DE RADIO O POR LAS UNIDADES DEL CONTROL DE TRANSITO AEREO.

#### PERSONAL TECNICO AUTORIZADO.

EL PERSONAL QUE INTERVIENE EN EL SUMINISTRO DE ESTE SERVICIO, ES ALTAMENTE CALIFICADO, PREFERENTEMENTE CON AMPLIA EXPERIENCIA EN LA METEOROLOGIA AERONAUTICA Y CUENTA CON LAS LICENCIAS

DE DESPACHADOR DE AERONAVES Y OBSERVADOR DEL TIEMPO.

EL PERSONAL DE DESPACHADORES, AL IGUAL QUE LOS METEOROLOGIS--  
TAS Y CONTROLADORES DE TRANSITO AEREO SON FORMADOS Y PREPARA--  
DOS INICIALMENTE EN LA INSTITUCION EDUCATIVA DENOMINADA CEN--  
TRO INTERNACIONAL DE ADIESTRAMIENTO DE AVIACION CIVIL (CIAAC)  
LOS CUALES SON ADMITIDOS SI REUNEN LOS REQUISITOS DE NIVEL --  
EDUCACIONAL, EDAD, CONOCIMIENTOS DEL IDIOMA INGLES Y BUENA --  
CONDICION DE SALUD Y ADEMAS APROBAR UN RIGUROSO EXAMEN DE AD--  
MISION.

#### SERVICIO DE METEOROLOGIA AERONAUTICA.

##### FINALIDAD DEL SERVICIO.

LA FINALIDAD DEL SERVICIO METEOROLOGICO AERONAUTICO, CONSISTE  
EN CONTRIBUIR A LA SEGURIDAD, REGULARIDAD Y EFICIENCIA DE LA  
NAVEGACION AEREA, DENTRO DE LOS LIMITES QUE, POR ACUERDOS INTER  
NACIONALES, TIENE ASIGNADOS NUESTRO PAIS.

ESTA FINALIDAD SE LOGRA PROPORCIONANDO A LAS LINEAS EXPLOTADO  
RAS, MIEMBROS DE LA TRIPULACION DE VUELO, DEPENDENCIAS DE LOS  
SERVICIOS DE TRANSITO AEREO, DEPENDENCIAS DE LOS SERVICIOS DE  
BUSQUEDA Y SALVAMENTO, AUTORIDADES AEROPORTUARIAS Y A LOS DE--  
MAS INTERESADOS EN LA EXPLOTACION Y DESARROLLO DE LA NAVEGA--  
CION AEREA, LA INFORMACION METEOROLOGICA NECESARIA PARA EL --  
DESEMPEÑO DE SUS RESPECTIVAS FUNCIONES.

##### SUMINISTRO Y USO DE LA INFORMACION METEOROLOGICA.

SE MANTIENE UN ESTRECHO ENLACE ENTRE QUIENES PROPORCIONAN Y --  
QUIENES USAN LA INFORMACION METEOROLOGICA, EN TODO LO QUE ---  
AFECTA AL SUMINISTRO DEL SERVICIO METEOROLOGICO.

LA INFORMACION METEOROLOGICA ES PROPORCIONADA AL PERSONAL AERONAUTICO ACTUALIZANDOSE Y PRESENTANDOSE DE TAL FORMA - QUE EXIGE UN MINIMO DE INTERPRETACION POR PARTE DE LOS -- USUARIOS.

### ESTRUCTURA.

EL SERVICIO DE METEOROLOGIA AERONAUTICA, REALIZA LAS SI-- GUIENTES FUNCIONES:

- A) PREPARA Y OBTIENE PRONOSTICOS, OBSERVACIONES METEOROLOGICAS Y OTRAS INFORMACIONES PERTINENTES A LOS VUELOS.
- B) MANTIENE UNA VIGILANCIA METEOROLOGICA CONTINUA EN -- LOS AEROPUERTOS, PONIENDOSE ESPECIAL CUIDADO EN FENOMENOS QUE POR SU IMPORTANCIA PUEDEN PONER EN PELIGRO LA SEGURIDAD DE LAS OPERACIONES, POR EJEMPLO; HURACANES, FRENTE, ETC.
- C) SUMINISTRA EXPOSICIONES VERBALES, CONSULTAS Y DOCUMENTACION DE VUELO A LOS MIEMBROS DE LAS TRIPULACIONES AEREAS, A LOS SERVICIOS DE CONTROL DE TRANSITO - AEREO Y A OTRO PERSONAL DE OPERACIONES DE VUELO.
- D) PROPORCIONA OTROS TIPOS DE INFORMACION METEOROLOGICA A LOS USUARIOS AERONAUTICOS.
- E) EXHIBE LA INFORMACION METEOROLOGICA DISPONIBLE.
- F) INTERCAMBIA INFORMACION METEOROLOGICA CON OTRAS ENTIDADES NACIONALES Y EXTRANJERAS.

RED DE SERVICIO METEOROLOGICO AERONAUTICO.

ESTA CONSTITUIDA POR UN CENTRO PRINCIPAL DENOMINADO ---  
"CENTRO DE ANALISIS Y PRONOSTICOS" UBICADO EN EL AERO--  
PUERTO INTERNACIONAL "BENITO JUAREZ" DE ESTA CAPITAL, -  
OFICINAS METEOROLOGICAS EN LAS SEDES DE LAS SUBGERENCIAS  
REGIONALES Y ESTACIONES METEOROLOGICAS EN EL RESTO DE -  
LOS AEROPUERTOS DEL PAIS.

EQUIPO QUE SE UTILIZA.

- A) EL SERVICIO CUENTA COMO APOYO FUNDAMENTAL CON LA -  
RED DE TELECOMUNICACIONES FIJAS AERONAUTICAS (AFTN)  
PARA LA RECOLECCION Y TRANSMISION DE TODO TIPO DE  
INFORMACION METEOROLOGICA EN TODOS LOS AEROPUERTOS  
DEL PAIS Y ASIMISMO EN EL RESTO DEL MUNDO, A TRA--  
VES DE CIRCUITOS INTERNACIONALES.
- B) ESTA CONECTADO TAMBIEN AL CENTRO METEOROLOGICO --  
MUNDIAL, CON SEDE EN WASHINGTON, U.S.A. POR VIA -  
FACSIMILE.
- C) CUENTA CON LA INFORMACION DE FOTOGRAFIAS DE SATELI  
TE.
- D) TANTO EL CENTRO DE ANALISIS Y PRONOSTICOS, COMO -  
EL RESTO DE OFICINAS Y ESTACIONES METEOROLOGICAS,  
CUENTAN CON EL INSTRUMENTAL NECESARIO, PARA LA --  
OBTENCION DE LOS PARAMETROS METEOROLOGICOS FUNDA-  
MENTALES COMO SON; PRESION ATMOSFERICA, DIRECCION  
E INTENSIDAD DEL VIENTO, TEMPERATURA, PUNTO DE RO--  
CIO, TANTO EN SUPERFICIE COMO EN LA ALTURA, ASI --  
COMO LOS DATOS DE ALCANCE VISUAL EN LAS PISTAS Y -

LAS TECNICAS ADECUADAS PARA LA EVALUACION CUANTITATI  
VA Y CUALITATIVA DE LAS NUBES Y SISTEMAS ATMOSFERI--  
COS QUE SE ASOCIAN CON ELLAS.

PERSONAL TECNICO AUTORIZADO.

TODO EL PERSONAL QUE DESARROLLA LA ACTIVIDAD METEOROLOGI-  
CA, CUENTA CON SUS RESPECTIVAS LICENCIAS QUE LA LEGISLA--  
CION EN LA MATERIA EXIGE, MISMAS QUE SON EXPEDIDAS Y SAN-  
CIONADAS POR LA DIRECCION DE AERONAUTICA CIVIL.

LAS DIFERENTES LICENCIAS QUE SE OTORGAN AL PERSONAL METEQ  
ROLOGICO SON LAS SIGUIENTES:

- A) OBSERVADOR DEL TIEMPO.
- B) METEOROLOGO AYUDANTE.
- C) METEOROLOGO AUXILIAR.
- D) METEOROLOGO PREVISOR.
- E) ESPECIALISTAS EN INSTRUMENTOS METEOROLOGICOS.

SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES AERONAUTICASFINES DEL SERVICIO

SU OBJETIVO PRIMORDIAL ES GARANTIZAR LAS COMUNICACIONES Y EL INTERCAMBIO DE INFORMACION DESTINADA A LA NAVEGACION AEREA, ENTRE AERONAVES Y ESTACIONES AERONAUTICAS - EN TIERRA, ASI COMO ENTRE ESTACIONES FIJAS AERONAUTICAS, PARA LA REALIZACION SEGURA Y ECONOMICA DE LOS VUELOS QUE SURCAN NUESTRO ESPACIO AEREO.

ATENDIENDO AL TIPO DE ESTACIONES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE COMUNICACION, ESTE SERVICIO SE DIVIDE DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNICO/OPERATIVO EN DOS GRANDES RAMAS, IDENTIFICADAS POR SERVICIO MOVIL AERONAUTICO (AMS) Y SERVICIO FIJO AERONAUTICO (AFS).

CONTENIDO DEL SERVICIOCOMUNICACIONES AEROTERRESTRES

LAS COMUNICACIONES AEROTERRESTRES ESTAN COMPRENDIDAS DENTRO DEL SERVICIO MOVIL AERONAUTICO, YA QUE LA COMUNICACION SE REALIZA PRINCIPALMENTE ENTRE AERONAVES (ESTACIONES MOVILES) Y ESTACIONES EN TIERRA (ESTACIONES FIJAS AERONAUTICAS). ESTE TIPO DE TELECOMUNICACION SE EFECTUA MEDIANTE LA RADIOCOMUNICACION (ONDAS RADIOELECTRICAS/VOZ) - EN LA GAMA DE FRECUENCIAS AERONAUTICAS AUTORIZADA DE --- 118.0 MHZ HASTA 136.0 MHZ, QUE PERMITEN UNA COMUNICACION EFICIENTE ENTRE PILOTOS Y PERSONAL DE TIERRA, YA QUE LA BANDA DE FRECUENCIAS MUY ALTAS (VHF) DENTRO DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO, NO SE VE TAN AFECTADA POR CONDICIONES METEOROLOGICAS ADVERSAS Y ADEMAS SE ENCUENTRA LIBRE DE ESTATICA.

ES INTERESANTE SEÑALAR QUE ANTIGUAMENTE LAS COMUNICACIONES AEROTERRESTRES SE EFECTUABAN DENTRO DE LA BANDA DE --

FRECUENCIAS ALTAS (HF), LA CUAL TENIA VENTAJA DE UN GRAN ALCANCE, PERO PRESENTABAN COMO DESVENTAJA LA POBRE CALIDAD DE LA SEÑAL EN SITUACIONES DE MALAS CONDICIONES DEL TIEMPO, PADECIENDO EL PERSONAL ENCARGADO DE LAS COMUNICACIONES, RUIDO Y DESVANECIMIENTO QUE DIFICULTABAN LA TAREA DE COMUNICARSE.

LAS FRECUENCIAS MUY ALTAS UTILIZADAS ACTUALMENTE, TIENEN COMO DESVENTAJA, NO POSEER UN GRAN ALCANCE, PUES ESTA LIMITADA A LINEA DE VISTA, PERJUDICANDOLA CUALQUIER OBSTACULO NATURAL O CREADO POR EL HOMBRE DE DIMENSIONES CONSIDERABLES QUE SE ENCUENTRE SITUADO ENTRE EL TRANSMISOR Y EL RECEPTOR; DICHO EN OTRAS PALABRAS, MIENTRAS MAS ALTO VUELE UNA AERONAVE MAYOR ES SU POSIBILIDAD DE COMUNICARSE -- CON ESTACIONES DISTANTES EN TIERRA.

PARA RESOLVER LA ANTERIOR LIMITACION TECNICA, SE INSTALAN ANTENAS REPETIDORAS QUE PERMITEN MANTENER LA COMUNICACION EN VHF A BAJAS ALTURAS Y A GRANDES DISTANCIAS QUE EN OCASIONES ALCANZAN HASTA 1,000 MILLAS NAUTICAS.

GENERALMENTE TANTO LAS AERONAVES Y LAS ESTACIONES FIJAS - AERONAUTICAS, CUENTAN CON EQUIPOS TRANSCPTORES (TRANSMISORES/RECEPTORES) DUPLICADOS QUE PERMITEN CUBRIR CUALQUIER EVENTUALIDAD DE FALLA EN LOS EQUIPOS DE COMUNICACION.

POR MEDIO DEL PIA (PUBLICACION DE INFORMACION AERONAUTICA), SE MANTIENE INFORMADO A LOS USUARIOS DE LAS RADIOFRECUENCIAS EN QUE OPERAN LAS ESTACIONES AERONAUTICAS DE SENEAM, TALES COMO; TORRES DE CONTROL, CONTROL DE APROXIMACION, CENTROS DE CONTROL Y ESTACIONES DE RADIO, ETC., EN DONDE SE MANTIENE ESCUCHA CONSTANTE PARA RESPONDER A LLAMADAS DE LOS PILOTOS.

LAS COMUNICACIONES PUNTO A PUNTO ESTAN CONSIDERAS DENTRO DEL SERVICIO FIJO AERONAUTICO, YA QUE LA COMUNICACION SE

PRACTICA FUNDAMENTALMENTE ENTRE ESTACIONES EMPLAZADAS EN TIERRA, ESTO SE LOGRA A TRAVES DE CANALES DE MICROONDAS Y ENLACES MULTICANALES PERTENECIENTES A LA RED NACIONAL DE MICROONDAS. POR TALES MEDIOS SE ENVIA UNA GRAN VARIEDAD DE INFORMACION AERONAUTICA, MEDIANTE LA RADIOTELEFONIA (VOZ), TELETIPOS (DATOS) Y EN CASOS MINORITARIOS POR TELEGRAFIA (SIGNOS), ENTRE OTROS. POR SU PARTE LAS EMPRESAS AEREAS CUENTAN CON CANALES DEDICADOS, ASIGNADOS POR SENEAM PARA SU USO PARTICULAR, HACIENDO POSIBLE QUE ESTAS SE COMUNIQUEN CON SUS PROPIAS OFICINAS SITUADAS EN LOS DIFERENTES AEROPUERTOS EN QUE OPERAN PARA LA TRANSMISION Y RECEPCION DE MENSAJES RELATIVOS A LA OPERACION DE SUS AERONAVES, PASAJES Y CARGA, LOS CUALES TIENEN UN FIN DISTINTO A LOS SERVICIOS QUE PRESTA SENEAM. LA CANTIDAD DE CANALES A DISPOSICION DE SENEAM ASCIENDEN A LA CIFRA DE 191.

TODAS LAS ESTACIONES AERONAUTICAS A CARGO DE SENEAM SE ENCUENTRAN INTERCONECTADAS POR RADIOTELEFONIA, MEDIANTE LA EXPLOTACION DE CANALES DE COMUNICACION POR MICROONDAS O ENLACES, ASI COMO MEDIANTE EL USO DE TELETIPO, ADEMAS DE OTROS MEDIOS DE COMUNICACION DISPONIBLES DEL TIPO TELEX Y TELEFONO, GARANTIZANDOSE UN FLUJO DE COMUNICACION RAPIDA Y CONFIABLE ENTRE LAS MISMAS.

UNO DE LOS MEDIOS DE COMUNICACION MAS TRADICIONALES Y ECONOMICOS LO ES EL TELETIPO. EL CONJUNTO DE TELETIPOS INSTALADOS PARA LAS COMUNICACIONES AERONAUTICAS (AFTN) LA CUAL SE UTILIZA PARA EL ENVIO DE MENSAJES DE SOCORRO, URGENCIA, SEGURIDAD, REGULARIDAD, METEOROLOGICOS Y DE ADMINISTRACION AERONAUTICA, ENTRE UNA GAMA DE MENSAJES AERONAUTICOS. ESTA RED CUBRE APROXIMADAMENTE EL 95% DEL TOTAL DE ESTACIONES AERONAUTICAS BAJO LA RESPONSABILIDAD DE SENEAM. PARA CONTROLAR EL ALTO VOLUMEN DE MENSAJES CURSADOS VIA AFTN, SE CUENTA ACTUALMENTE CON UNA CENTRAL DE CONMUTACION AUTOMATICA (DS-714/81) LA CUAL FORMA PARTE DE LA RED MUNDIAL DE TELECOMUNICACIONES FIJAS AERONAUTICAS. ESTA CENTRAL O

CEREBRO FUE INSTALADA EN EL AÑO DE 1982 Y POSEE UNA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO EN CINTA MAGNETOFONICA O DISCO DE 6.8 BYTES, ADMITIENDO MENSAJES AERONAUTICOS EN DIVERSOS FORMATOS (OACI, IATA) CON DISTINTOS NIVELES DE PRIORIDAD Y A DIFERENTES VELOCIDADES, QUEDANDO ASI CUBIERTA LA DEMANDA ACTUAL Y FUTURA DE MOVIMIENTOS DE MENSAJES, REQUERIDOS POR NUESTROS USUARIOS. COMO UN DATO ADICIONAL E IMPORTANTE COMENTARE QUE TODAS LAS COMUNICACIONES SE GUARDAN MEDIANTE REGISTROS ESCRITOS Y GRABACIONES POR UN LAPSO DE 30 A 90 DIAS PARA FINES DE INVESTIGACION DE INCIDENTES/ACCIDENTES O POR CUALQUIER RECLAMACION DE PARTE DE LOS USUARIOS.

#### ETAPA DE VUELO EN QUE SE SUMINISTRA

EL SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS SE SUMINISTRA CONSTANTEMENTE A LAS EMPRESAS AEREAS, A PARTIR DE LA PREPARACION PREVIA AL VUELO, A TRAVES DE LA COMUNICACION PUNTO A PUNTO, Y DURANTE SU CONDUCCION, MEDIANTE LA RADIOCOMUNICACION MANTENIENDOSE INFORMADO AL PILOTO DE CUALQUIER ASPECTO IMPORTANTE RELACIONADO CON LA BUENA REALIZACION DEL VUELO. EL SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS CONSTITUYE UN ELEMENTO ESENCIAL DE APOYO PARA LAS OPERACIONES AERONAUTICAS YA QUE DE NO EXISTIR, MUCHAS DE LAS ACTIVIDADES EN ESTE SENTIDO SE HARIAN LENTAS Y DIFICILES Y OTRAS IMPOSIBLES DE HACER, COMO ES EL CASO DEL SERVICIO DE CONTROL DE TRANSITO AEREO.

#### PERSONAL TECNICO AUTORIZADO

EL PERSONAL QUE INTERVIENE EN LA OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS, CUENTA CON LICENCIA AERONAUTICA DE RADIOTELEFONISTA RESTRINGIDO O GENERAL AERONAUTICO, CONFORME A LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

SERVICIO DE RADIOAYUDAS A LA NAVEGACION AEREAFINES DEL SERVICIO

EL OBJETIVO DE ESTE SERVICIO ES EL DE PROVEER AL PILOTO DURANTE EL VUELO, INDICACIONES DESDE TIERRA PARA QUE CONOZCA CON EXACTITUD SU DIRECCION Y DISTANCIA, TANTO EN LA FASE DE RUTA, COMO EN SU APROXIMACION A LOS AEROPUERTOS.

SU OBJETIVO SECUNDARIO ES BALIZAR LAS RUTAS AEREAS Y PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACION POR INSTRUMENTOS, TANTO LAS RUTAS AEREAS O AEROVIAS COMO TAMBIEN SE LE CONOCE Y LOS PROCEDIMIENTOS SON ESPACIOS AEREOS DEFINIDOS POR DONDE TRANSITAN LAS AERONAVES.

CONTENIDO DEL SERVICIO

PARA LOGRAR LO ANTES EXPUESTO, SE CUENTA CON DIVERSOS TIPOS Y SISTEMAS DE AYUDAS PARA LA NAVEGACION, INSTALADAS EN EL TERRITORIO, TALES COMO: RADIOFAROS NO DIRECCIONALES (NDB'S), RADIOFAROS OMNIDIRECCIONALES EN MUY ALTA FRECUENCIA (VOR'S), RADIOBALIZAS VHF, EQUIPOS MEDIDORES DE DISTANCIA (DME'S) Y SISTEMAS DE ATERRIZAJES POR INSTRUMENTOS (ILS'S). TODAS LAS RADIOAYUDAS SE LOCALIZAN EN TIERRA EN LUGARES PREVIAMENTE ESCOGIDOS Y PREPARADOS, PODRIAMOS DECIR, QUE SON LUGARES ESTRATEGICOS. SU TECNOLOGIA ES AVANZADA, EN SU MAYORIA ELECTRONICAS, LAS QUE PERMANENTEMENTE SE ENCUENTRAN EN OPERACION, ENVIANDO ONDAS ELECTROMAGNETICAS AL ESPACIO, LAS CUALES SE RECIBEN POR LOS EQUIPOS DE ABORDO RESPECTIVOS, PROCESANDO LA SEÑAL Y REPRESENTANDOLA EN LOS TABLEROS DE INSTRUMENTOS DE LAS AERONAVES PARA LA OBSERVACION E INTERPRETACION DEL PILOTO.

RADIOFARO NO DIRECCIONAL (NDB)

EL NDB, SE UTILIZA EN EL BALIZAMIENTO DE RUTAS AEREAS, --

PREFERENTEMENTE OCEANICAS (RUTAS SOBRE EL GOLFO DE MEXICO Y OCEANO PACIFICO) DEBIDO A SU MAYOR ALCANCE SOBRE AREAS MARITIMAS. TAMBIEN SE EMPLEA EN PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACION POR INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE ESPERA.

ES UNA ESTACION TRANSMISORA QUE RADIA SU ENERGIA EN FORMA CIRCULAR EN TODAS DIRECCIONES, SIN PRODUCIR TRAYECTORIAS DEFINIDAS EN EL ESPACIO.

EN EL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO, SE CUENTA CON EQUIPOS TRANSMISORES DUPLICADOS LOCALIZADOS DENTRO DE UNA CASETA DE MAMPOSTERIA O METALICA, CON PLANTA DE EMERGENCIA Y UNA ANTENA METALICA DE ALTURA CONSIDERABLE QUE PERMITE RADIA LA MAYOR PORCION DE ENERGIA EN FORMA DE ONDA TERRESTRE.

LA COBERTURA DE ESTA RADIOAYUDA DEPENDE PRINCIPALMENTE DE LA RADIOFRECUENCIA QUE SE ESTE UTILIZANDO, LA POTENCIA DEL TRANSMISOR, LA CONDUCTIVIDAD DEL TERRENO Y OTROS FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR AL RECEPTOR ADF DE LA AERONAVE.

LAS EMISIONES DE LOS NDB, SON CAPTADAS POR EL RADIOGONIOMETRO DE LA AERONAVE, ORIENTANDOSE LA AGUJA DE LA CARATULA HACIA LA DIRECCION DE DONDE PROVIENEN LAS ONDAS EMITIDAS DESDE TIERRA, PERMITIENDO AL PILOTO DETERMINAR SU MARCACION RESPECTO A LA ESTACION TERRENA.

LOS NDB, TRABAJAN EN LA BANDA DE BAJAS (LF) Y MEDIAS FRECUENCIAS (MF) EN LA GAMA DE 200 KHZ A 415 KHZ Y 1605 KHZ A 1750 KHZ. NUESTROS RADIOFAROS NO DIRECCIONALES TIENEN ASIGNADAS FRECUENCIAS DE OPERACION EN LA GAMA DE 200 KHZ A 415 KHZ Y SE IDENTIFICAN POR UN GRUPO DE 2 O 3 LETRAS EN CODIGO MORSE, A INTERVALOS DE 30 SEGUNDOS.

EL FUNCIONAMIENTO DE LOS NDB, ES VIGILADO POR MEDIO DE EQUIPOS MONITORES INSTALADOS EN LAS TORRES DE CONTROL O EN LAS CASETAS QUE PROTEGEN A ESTOS EQUIPOS, CON EL FIN DE DETECTAR CUALQUIER ANOMALIA EN SU FUNCIONAMIENTO.

EN LA ACTUALIDAD SE CUENTA CON 31 RADIOFAROS DE ESTE TIPO, INSTALADOS EN EL TERRITORIO NACIONAL, SIENDO LA TENDENCIA A SER REEMPLAZADOS POR EQUIPOS VOR/DME POR SU MAYOR CONFIABILIDAD SOBRE AREAS TERRESTRES, PRETENDIENDOSE QUE QUEDEN EL MINIMO NECESARIO PARA EL SEÑALAMIENTO DE RUTAS SOBRE EL MAR, COMO ANTES SE HA MENCIONADO.

#### RADIOFARO OMNIDIRECCIONAL EN MUY ALTA FRECUENCIA (VOR)

EL VOR, SE UTILIZA EN EL BALIZAMIENTO DE RUTAS AEREAS, PREFERENTEMENTE SOBRE TIERRA, Y PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACION POR INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE ESPERA.

ES UNA ESTACION TRANSMISORA QUE PRODUCE 360 TRAYECTORIAS, PRACTICAMENTE, EN EL ESPACIO, HACIENDOSE COINCIDIR CADA UNA DE ELLAS CON CADA GRADO DE LA ROSA NAUTICA (360 GRADOS); LAS EMISIONES QUE PARTEN DE ESTA ESTACION SE LE CONOCE TECNICAMENTE CON LA PALABRA RADIALES.

ESTOS EQUIPOS SE INSTALAN EN LA PARTE MAS ALTA Y DESPEJADA DEL SITIO PLANEADO, CONTANDOSE CON EQUIPOS TRANSMISORES DUPLICADOS DENTRO DE UNA CASETA METALICA CON PLANTA DE EMERGENCIA PROPIA Y UNA ANTENA, NORMALMENTE, DE PEQUEÑA ALTURA, QUE PERMITE RADIAR LA MAYOR PORCION DE ENERGIA EN FORMA DE ONDA CELESTE.

LAS EMISIONES DE LOS VOR'S, SON CAPTADAS POR UN RECEPTOR ABORDO DE LA AERONAVE DENOMINADO OBS (SELECTOR DE MARCACIONES OMNIDIRECCIONALES). EL CUAL INDICA AL PILOTO POR MEDIO DE UNA BARRA INDICADORA DE DESVIACION DE CURSO, EL

DESPLAZAMIENTO DE LA AERONAVE RESPECTO AL RADIAL SELECCIONADO, HACIENDO ESTE LAS CORRECCIONES NECESARIAS EN SU VUELO PARA MANTENER LA BARRA SOBRE EL RADIAL ESCOGIDO. EL OBS, ES UN RECEPTOR DE ALTA SENSIBILIDAD QUE AL RECIBIR CUALQUIER ALTERACION DE LA SEÑAL EMITIDA DESDE TIERRA O DEL PROPIO RECEPTOR, PONE INMEDIATAMENTE AL -- EQUIPO DE ABORDO FUERA DE SERVICIO, ALERTANDO AL PILOTO MEDIANTE UNA BANDERILLA QUE INDICA "FUERA." LA TOLERAN-- CIA DE ERROR EN VUELO ES DE  $\pm 4$  GRADOS. NORMALMENTE LOS VOR'S SE SITUAN A UNA DISTANCIA DE 100 MILLAS NAUTICAS (185)KMS ENTRE UNO Y OTRO. A LA MITAD DE LA TRAYECTORIA (50 MILLAS).EL PILOTO CAMBIA SU RADIONAVEGACION DEL VOR DE ATRAS AL DE ADELANTE, LO QUE EN TERMINOS MATEMATICOS EL ERROR DE  $\pm 4$  GRADOS REPRESENTA UNA DESVIACION DE -- 3.4 MILLAS NAUTICAS. SI LA AERONAVE A ESA DISTANCIA --- CUENTA CON UN ANCHO TOTAL DE 12 MILLAS NAUTICAS LA DESVIACION MENCIONADA, NO REPRESENTA NINGUN RIESGO, POR -- LO QUE SE PUEDE DESPRECIAR.

LOS VOR'S, TRABAJAN EN LA BANDA DE MUY ALTA FRECUENCIA (VHF) EN LA GAMA DE 108 MHZ A 112 MHZ Y 112 MHZ A ---- 117.95 MHZ. NUESTROS VOR'S TIENEN ASIGNADAS RADIOFRE--- CUENCIAS DE OPERACION EN LA GAMA DE 112 MHZ A 117.95 MHZ Y SE IDENTIFICAN POR UN GRUPO DE 3 LETRAS EN CODIGO MORSE, A INTERVALOS DE CUANDO MENOS TRES VECES CADA 30 SE-- GUNDOS. LA IDENTIFICACION DE LAS RADIOAYUDAS ES UTILIZADA POR LOS PILOTOS, PARA COMPROBAR QUE TAL RADIOAYUDA - ES LA QUE SELECCIONARON EN SU EQUIPO Y CON LA QUE DE--- SEAN NAVEGAR, EVITANDOSE ASI POSIBLES CONFUSIONES.

EL FUNCIONAMIENTO DE LOS VOR'S, ES VIGILADO POR MEDIO DE EQUIPOS MONITORES INSTALADOS EN LAS TORRES DE CONTROL O EN LAS CASETAS QUE PROTEGEN A ESTOS EQUIPOS, CON EL FIN - DE DETECTAR CUALQUIER ANOMALIA EN SU FUNCIONAMIENTO. ESTA RADIOAYUDA, TIENE UN ALCANCE LIMITADO (CORTO ALCANCE) DETERMINADO POR EL ALCANCE VISUAL, DEBIDO A LA MUY ALTA FRECUENCIA QUE UTILIZA, ES LA RADIOAYUDA MAS UTILIZADA AL --

IGUAL QUE EL DME, TENIENDOSE 60 EQUIPOS INSTALADOS EN TO DO EL PAIS.

### RADIOBALIZAS VHF

LAS RADIOBALIZAS VHF, SE UTILIZAN COMO COMPLEMENTO DE LOS ILS'S, PARA SEÑALAR EL LUGAR DE LOS MARCADORES EXTERIORES Y MEDIOS, LOS QUE TIENEN LA FINALIDAD DE ALERTAR AL PILOTO DE LA DISTANCIA FALTANTE PARA LLEGAR A LA PISTA DONDE PRETENDE ATERRIZAR, DURANTE UNA APROXIMACION ILS.

LA EMISION DE ESTA RADIOAYUDA ES CAPTADA POR RECEPTORES - ABORDO DE LA AERONAVE LOS QUE INDICAN AL PILOTO EL PASO SOBRE LAS MISMAS MEDIANTE TONOS AUDIBLES O VISUALMENTE -- POR LUCES DE DIFERENTES COLORES. ESTAS RADIOBALIZAS OPE-- RAN EN LA RADIOFRECUENCIA DE 75 MHZ.

### EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA (DME)

ESTA RADIOAYUDA ES UTILIZADA EN COMBINACION CON EL VOR -- (VOR/DME), CON EL PROPOSITO DE RESPONDER A UNA DE LAS INTERROGANTES DE LA NAVEGACION AEREA, ¿A QUE DISTANCIA ME ENCUENTRO?, ES DECIR, ESTE EQUIPO PERMITE CONOCER AL PILOTO, LA DISTANCIA EN MILLAS NAUTICAS A QUE SE ENCUENTRA DE LA ESTACION SINTONIZADA. TAMBIEN EL DME, SE ASOCIA CON EL LOCALIZADOR DEL ILS, PARA SEÑALAR EL PUNTO DONDE SE ENCUENTRA EL MARCADOR EXTERIOR Y EN RUTA PARA SEÑALAR PROCEDIMIENTOS DE ESPERA BASADOS EN DME.

CONSTA BASICAMENTE DE UN EQUIPO ABORDO LLAMADO INTERROGADOR Y OTRO EQUIPO EN TIERRA DENOMINADO RESPONDEDOR. EL -- EQUIPO RESPONDEDOR TIENE CAPACIDAD PARA RESPONDER A 100 - AERONAVES SIMULTANEAMENTE.

EL CITADO SISTEMA TRABAJA EN ULTRA ALTA FRECUENCIA (UHF), EN LA BANDA DE 960 MHZ A 1,215 MHZ. SIN EMBARGO, CUANDO -

ESTE SE ENCUENTRA ASOCIADO CON EL VOR O LOCALIZADOR -- BASTA QUE EL PILOTO SINTONICE LA FRECUENCIA DEL VOR O LOCALIZADOR Y SIMULTANEAMENTE OBTENDRA INFORMACION DE DISTANCIA.

TEORICAMENTE TIENE UN ALCANCE DE 200 MILLAS NAUTICAS Y EL ERROR PERMISIBLE DEL SISTEMA ES DE  $\pm 0.5$  MILLAS. EL ALCANCE EN LA ALTURA LLEGA A LOS 75,000 PIES, CONSIDERANDO QUE LOS VUELOS MAS ALTOS SE REALIZAN ENTRE LOS 35,000 Y 40,000 PIES, LA COBERTURA SATISFACE PERFECTAMENTE LAS NECESIDADES ACTUALES.

LOS EQUIPOS RESPONDEDORES DUPLICADOS SE ENCUENTRAN EN EL MISMO LUGAR DEL VOR CUANDO SE ENCUENTRA COMBINADO -- CON ESTE O CERCA DEL LOCALIZADOR SI ESTA ASOCIADO CON ESTE ULTIMO.

#### SISTEMA DE ATERRIZAJE POR INSTRUMENTOS (ILS)

EL ILS SE UTILIZA PARA SUMINISTRAR A LOS PILOTOS DURANTE LA APROXIMACION A UN AEROPUERTO, GUIA DE RUMBO CON RESPECTO AL EJE LONGITUDINAL DE LA PISTA Y LA PENDIENTE OPTIMA DE DESCENSO RELACIONADA CON EL UMBRAL, EN CONDICIONES DE VISIBILIDAD REDUCIDA.

EXISTEN VARIAS CATEGORIAS DEL ILS, CATEGORIAS I, II, Y III, A) B) C), EN FUNCION DE LOS MINIMOS DE TECHO Y VISIBILIDAD PERMISIBLES PARA LA APROXIMACION, EN NUESTRO PAIS TODOS LOS ILS'S INSTALADOS SON DE CATEGORIA I, EL CUAL POSIBILITA UNA APROXIMACION SEGURA CON UN TECHO REPORTADO DE 200 PIES Y MEDIA MILLA DE VISIBILIDAD.

ESTE SISTEMA CONSTA DE 3 ELEMENTOS BASICOS: LOCALIZADOR, PENDIENTE DE PLANEAMIENTO Y RADIOBALIZAS VHF O COMUNMENTE LLAMADO MARCADORES.

EL LOCALIZADOR, RADIA SEÑALES ELECTROMAGNETICAS EN MUY -

ALTA FRECUENCIA (VHF) EN EL SENTIDO DE LA TRAYECTORIA - DE APROXIMACION FINAL Y ALINEADO CON EL EJE DE LA PISTA, PROPORCIONANDO AL PILOTO INFORMACION CONSTANTE DESDE 20 MILLAS DEL AEROPUERTO PARA SU CORRECTA ALINEACION. EL - LOCALIZADOR TRABAJA EN LAS GAMAS DE FRECUENCIA DE 108MHZ A 112 MHZ Y 112.0MHZ A 117.95MHZ. LOS LOCALIZADORES INS TALADOS EN LOS AEROPUERTOS OPERAN EN LA GAMA DE 108MHZ A 112MHZ.

LA PENDIENTE DE PLANE0, RADIA SEÑALES ELECTROMAGNETICAS EN ULTRA ALTA FRECUENCIA (UHF), EN EL SENTIDO DE LA TRAYECTORIA DE APROXIMACION FINAL, FORMANDO UN ANGULO CON LA HORIZONTAL, QUE PROVEE EL LIBRAMIENTO DE OBSTACULOS REQUERIDO, DE TAL MANERA QUE EL PILOTO SIGUIENDO CON SU EQUIPO RECEPTOR ABORDO LAS SEÑALES DE ESTA COMPONENTE, - PUEDA AUN EN CONDICIONES MARGINALES DEL TIEMPO, VOLAR -- CON TODA SEGURIDAD SOBRE LOS OBSTACULOS QUE PUDIERAN --- EXISTIR DURANTE LA FASE FINAL DEL VUELO, MANTENIENDO LAS DISTANCIAS REGLAMENTARIAS SOBRE EL TERRENO. LA PENDIENTE DE PLANE0 TRABAJA EN LA GAMA DE FRECUENCIA DE 328.6 MHZ A 335.4 MHZ, LA COBERTURA DE ESTA COMPONENTE GARANTIZA - LA RECEPCION DE LAS AERONAVES HASTA POR LO MENOS 10 MI-- LLAS DEL AEROPUERTO.

ES IMPORTANTE SEÑALAR QUE A PESAR DE QUE EXISTEN GAMAS DE FRECUENCIAS DIFERENTES DEL LOCALIZADOR Y PENDIENTE DE PLANE0 PARA SU OPERACION ESTAS ESTAN INTERRELACIONADAS, A CADA FRECUENCIA ASIGNADA AL LOCALIZADOR LE CORRESPONDE UNA FRECUENCIA A LA PENDIENTE DE PLANE0, ES DECIR SE ASIGNAN PARES DE FRECUENCIAS, DE ACUERDO A UNA TABLA INTERNACIONAL QUE APARECE EN EL ANEXO 10 AL CONVENIO SOBRE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL.

LAS RADIOBALIZAS VHF, TAL Y COMO SE MENCIONO EN PUNTOS ANTERIORES, SE INSTALAN PARA MARCAR PUNTOS DE DISTANCIA -- PREVIAMENTE ESTABLECIDOS EN LA APROXIMACION FINAL CON ---

RESPECTO A LA PISTA, MINIMO SE CUENTAN CON DOS, EL --  
 MARCADOR EXTERIOR, MODULADO POR UN TONO DE 400 CICLOS  
 Y EL MARCADOR MEDIO MODULADO POR UN TONO DE 1300 CI--  
 CLOS POR SEGUNDO. SE PUEDE INSTALAR CUANDO SEA CONVE--  
 NIENTE OTRA, RADIOBALIZA QUE HARIA FUNCIONES DE MARCA  
 DOR INTERIOR. ESPECIALMENTE CUANDO SE INSTALAN ILS CA  
 TEGORIA II O III.

LA RADIOBALIZA EXTERIOR SE ENCUENTRA SOBRE LA -----  
 EXTENSION IMAGINARIA DEL EJE LONGITUDINAL DE LA PISTA  
 A UNA DISTANCIA DE 5 MILLAS Y LA INTERMEDIA DE 1 MILLA.

EL ILS, REPRESENTA UNA AYUDA QUE PERMITE EFICIENTAR --  
 LAS OPERACIONES AEREAS EN LOS AEROPUERTOS, PUES DE NO  
 CONTARSE CON ESTA AYUDA UN PORCENTAJE BASTANTE ALTO DE  
 LAS AERONAVES DE LLEGADA NO PODRIAN ATERRIZAR EN SU DES  
 TINO, TENIENDO QUE DESVIARSE A LOS AEROPUERTOS ALTERNOS  
 POR EXISTIR MALAS CONDICIONES METEOROLOGICAS, SITUACION  
 QUE SE PRESENTA EN LA EPOCA DE VERANO DONDE PREVALECE  
 FUERTES PRECIPITACIONES Y EN LA EPOCA DE INVIERNO GRAN--  
 DES MASAS DE NIEBLA. ESTO IMPLICARIA A LAS COMPANIAS AE  
 REAS GASTOS MUY FUERTES POR CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y SE  
 RIOS TRASTORNOS EN SUS ITINERARIOS.

EN LAS TORRES DE CONTROL O AREAS DE MANTENIMIENTO, SE -  
 TIENEN INSTALADOS EQUIPOS DE MONITOREO, PARA VIGILAR -  
 EL FUNCIONAMIENTO DEL ILS.

ACTUALMENTE SE TIENEN INSTALADOS 19 SISTEMAS DE ESTE TIPO,  
 EN DIFERENTES AEROPUERTOS DE LA REPUBLICA, ESPECIALMENTE,  
 AQUELLOS QUE PRESENTAN CONDICIONES METEOROLOGICAS ADVER--  
 SAS, DURANTE UN TIEMPO CONSIDERABLE DEL AÑO.

#### ETAPA DEL VUELO EN QUE SE SUMINISTRA

LAS RADIOAYUDAS (NDB, VOR/DME) LAS CUALES BALIZAN LAS ---

RUTAS AEREAS Y PROCEDIMIENTOS, ESTAN DISPONIBLES PARA EL USO DE LOS PILOTOS PERMANENTEMENTE. AQUELLAS RADIOAYUDAS QUE SIRVEN ESPECIFICAMENTE A LOS AEROPUERTOS COMO ES EL CASO DEL ILS, PUEDEN SER UTILIZADAS DENTRO DEL HORARIO DE SERVICIO PUBLICADO PARA CADA AEROPUERTO QUE CUENTA CON ESTA AYUDA.

#### PERSONAL TECNICO AUTORIZADO

EL PERSONAL QUE LABORA EN LA INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE ESTAS RADIOAYUDAS ES ALTAMENTE CALIFICADO Y ESPECIALIZADO EN UNO O MAS DE ESTOS EQUIPOS Y POSEEN LA LICENCIA CORRESPONDIENTE QUE LES FACULTA PARA DICHAS FUNCIONES.

SERVICIO DE CONTROL DE TRANSITO AEREO.  
FINES DEL SERVICIO.

EL CONTROL DE TRANSITO AEREO SE SUMINISTRA A TODAS LAS -  
AERONAVES QUE OPEREN DENTRO DEL ESPACIO AEREO CONTROLADO  
A LO LARGO DE LAS RUTAS AEREAS Y AEROPUERTOS CONTROLADOS  
COMPRENDIDOS POR LAS REGIONES DE INFORMACION DE VUELO, -  
DENOMINADAS COMO MEXICO, MONTERREY, MAZATLAN Y MERIDA,  
CON EL FIN DE INCREMENTAR LA SEGURIDAD Y EFICIENCIA DE -  
TRANSPORTE AEREO.

SU FUNCION BASICA RADICA EN MANTENER LA DEBIDA SEPARACION  
ORDEN Y FLUIDEZ DEL TRANSITO AEREO.

PARA LOGRAR LA EFICACIA Y EFICIENCIA REQUERIDA EN TAN --  
IMPORTANTE ACTIVIDAD, ESTE SE ORGANIZA EN: SERVICIO DE -  
CONTROL DE AERODROMO, SERVICIO DE CONTROL DE APROXIMA---  
CION Y SERVICIO DE CONTROL DE AREA.

CONTENIDO DEL SERVICIO.

SERVICIO DE CONTROL DE AERODROMO.

EL SERVICIO DE AERODROMO ES PROPORCIONADO POR LAS TORRES  
DE CONTROL, A TODAS LAS AERONAVES QUE SE ENCUENTREN VO--  
LANDO EN LAS INMEDIACIONES DE UN AEROPUERTO Y A LAS QUE  
SE HALLEN EN EL AREA DE MANIOBRAS (PISTA(S) Y CALLES DE  
RODAJE) DEL MISMO.

EL ESPACIO AEREO DESIGNADO PARA ESTE SERVICIO, ABARCA --  
HASTA 10 MILLAS NAUTICAS DE RADIO CON CENTRO EN EL AERO-  
PUERTO Y 2000 PIES (609 MTS.) SOBRE LA SUPERFICIE DEL --  
TERRENO.

TODAS LAS AERONAVES QUE LLEGAN, SALEN Y/O TRANSITAN EN PISTA(S) Y CALLES DE RODAJE DE UN AEROPUERTO QUE CUENTA CON UNA TORRE DE CONTROL OPERADA POR SENEAM ES CONTROLADO POR ESTA UNIDAD ATC (CONTROL DE TRANSITO AEREO).

DICHA UNIDAD SE ENCARGA DE REGULAR EL TRANSITO DE AERONAVES, VEHICULOS Y PERSONAS EN LOS AEROPUERTOS, CON EL OBJETO DE EVITAR COLISIONES.

EL VOLUMEN DE TRANSITO POR DIA, QUE MANEJA LA TORRE DE CONTROL, SE ENCUENTRA ENTRE 10 OPERACIONES (SALIDAS Y LLEGADAS) EN LOS AEROPUERTOS DE BAJA DENSIDAD DE TRANSITO Y 523 OPERACIONES EN LOS DE ALTA DENSIDAD, CASO DEL AEROPUERTO DE MEXICO, D.F., SEGUN DATOS ESTADISTICOS DE 1984.

PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD DE LAS OPERACIONES AEREAS EN LOS AEROPUERTOS, EL CONTROLADOR DE TRANSITO AEREO, MANTIENE UNA VIGILANCIA CONSTANTE SOBRE EL MOVIMIENTO DE LAS AERONAVES EN TIERRA COMO EN VUELO Y EJERCE EL CONTROL EXPIDIENDO OPORTUNAMENTE A LOS PILOTOS LAS AUTORIZACIONES, INSTRUCCIONES E INFORMACION QUE CORRESPONDA, CON TAL DE QUE SE REALICEN LAS MANIOBRAS NECESARIAS DURANTE LA OPERACION.

EL CONTROLADOR APLICARA Y VIGILARA DE QUE SE CUMPLAN LAS SEPARACIONES MINIMAS PRESCRITAS Y ESTABLECERA LAS PRIORIDADES CORRESPONDIENTES PARA EL ORDENAMIENTO DEL TRANSITO AEREO.

LAS TORRES DE CONTROL CUENTAN CON TODO EL EQUIPO NECESARIO PARA CUMPLIR CON LAS FUNCIONES ENCOMENDADAS.

EN LA CABINA SE LOCALIZAN EQUIPOS DE COMUNICACIONES, METEOROLOGICOS, MONITORES, CONSOLAS DE CONTROL Y

PISTOLAS DE LUCES PARA SEÑALES VISUALES, PARA CASOS EN --  
QUE LA AERONAVE NO CUENTE CON EQUIPO DE RADIO FUNCIONANDO.

EN LA SUBCABINA (PISO INFERIOR A LA CABINA), SE ENCUENTRA  
TODO EL SOPORTE TECNICO REQUERIDO PARA LAS COMUNICACIONES,  
TRANSMISORES, RECEPTORES, ASI COMO UNA GRABADORA DESTINADA  
A GRABAR TODAS LAS CONVERSACIONES UTILIZADAS EN EL CONTROL.

LA TORRE DE CONTROL, MANTIENE UNA ESTRECHA COORDINACION CON  
OTRAS UNIDADES DE CONTROL DE TRANSITO AEREO, TALES COMO:  
CONTROL DE APROXIMACION Y CENTRO DE CONTROL, CON EL PROPO-  
SITO DE MANTENERLAS INFORMADAS DE TODO EL TRANSITO IFR, --  
(REGLAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS) QUE SALE Y TAMBIEN ----  
CONOCER TODO EL TRANSITO IFR QUE LLEGA AL AEROPUERTO.

ACTUALMENTE SENEAM OPERA 50 TORRES DE CONTROL EN EL TERRI-  
TORIO NACIONAL.

#### SERVICIO DE CONTROL DE APROXIMACION.

EL SERVICIO DE CONTROL DE APROXIMACION ES SUMINISTRADO POR  
UNA UNIDAD DE CONTROL DE APROXIMACION O PUEDE SER COMBINA-  
DO POR UNA TORRE DE CONTROL O CENTRO DE CONTROL DE AREA, -  
CUANDO SEA CONVENIENTE O NECESARIO.

SE ESTABLECE EN TODOS LOS AEROPUERTOS QUE TIENEN ESTE SER-  
VICIO, UN TIPO DE ESPACIO AEREO CONTROLADO, DENOMINADO ---  
AREA DE CONTROL TERMINAL EL CUAL SE EXTIENDE HASTA 50 MI--  
LLAS DE RADIO (CON CENTRO EN EL AEROPUERTO) Y 19,000 PIES  
(5792 MTS.) DE ALTITUD (DESDE EL NIVEL MEDIO DEL MAR).

ESTE SERVICIO ESTA DIRIGIDO A LAS AERONAVES VOLANDO CONFOR-  
ME A UN PLAN DE VUELO POR INSTRUMENTOS, DENTRO DEL AREA --  
DE CONTROL TERMINAL, QUE LLEGAN Y/O SALEN DE UNO O MAS AE-  
ROPUERTOS DENTRO DEL AREA.

EL CONTROLADOR DE TRANSITO AEREO QUE PROVEE ESTE SERVICIO ORDENA AL TRANSITO IFR DE LLEGADA EN UNA SECUENCIA DE --- APROXIMACION, DE TAL FORMA QUE LAS AERONAVES LLEGUEN A LA TRAYECTORIA FINAL ORDENADAMENTE Y SEPARADAS. EL TRANSITO IFR DE SALIDA ES DIRIGIDO HACIA LAS RUTAS AEREAS PREVISTAS EN EL PLAN DE VUELO, MANTENIENDOSE LA SEPARACION ENTRE SALIDAS Y ADEMAS CON RESPECTO A LAS LLEGADAS.

PARA OBTENER LA SEPARACION EN VUELO, EL CONTROLADOR ESPACIA A LAS AERONAVES EN DISTANCIA O TIEMPO LOGRANDO LA -- SEPARACION LONGITUDINAL, ASIGNANDO DIFERENTES RADIALES -- PARA EL CASO DE LA SEPARACION LATERAL O POR ULTIMO INDICANDO DIFERENTES NIVELES A VOLAR PARA LA SEPARACION VERTICAL.

SEGUN LAS CIRCUNSTANCIAS, EL CONTROLADOR ESCOGE CUALES-- QUIERA DE ESOS METODOS, EL QUE CONSIDERE MAS CONVENIENTE EN ESE MOMENTO.

LAS UNIDADES DEL CONTROL DE APROXIMACION, MANTIENEN UNA ESTRECHA COORDINACION CON LAS TORRES DE CONTROL Y CENTROS DE CONTROL PARA INTERCAMBIAR INFORMACION, INSTRUCCIONES O PERMISOS RELATIVOS A LA CIRCULACION AEREA DENTRO DE - SU ESPACIO AEREO JURISDICCIONAL.

TANTO EL CONTROLADOR DE APROXIMACION COMO EL CONTROLADOR DE AERODROMO Y EL CONTROLADOR DE AREA EJERCEN EL CONTROL BAJO EL PRINCIPIO DE "PRIMERO EN LLEGAR", "PRIMERO EN SER SERVIDO", SIEMPRE QUE ESTO SEA POSIBLE.

EN LA ACTUALIDAD SE CUENTA CON 17 UNIDADES DE CONTROL DE APROXIMACION, LAS CUALES PRESTAN SERVICIO A DIFERENTES - AEROPUERTOS DE LA REPUBLICA.

SERVICIO DE CONTROL DE AREA:

EL SERVICIO DE CONTROL DE AREA, ES PROPORCIONADO POR ---  
LOS CENTROS DE CONTROL, A LAS AERONAVES CON PLAN DE VUE-  
LO POR INSTRUMENTOS QUE SE ENCUENTREN DENTRO DEL AREA DE  
CONTROL A LO LARGO DE LAS RUTAS AEREAS.

SE DESIGNA COMO ESPACIO AEREO CONTROLADO PARA SUMINIS--  
TRO DE ESTE SERVICIO, AQUEL ESPACIO AEREO DE FORMA IRRE-  
GULAR, DE DIMENSIONES VARIABLES, NORMALMENTE ARRIBA DE  
20,000 PIES (96097 MTS.) DENOMINADO AREA DE CONTROL.

CABE MENCIONAR QUE EL ESPACIO AEREO NACIONAL, PARA LOS -  
EFECTOS DE PLANEACION Y CONTROL, SE ESTRUCTURA VERTICAL-  
MENTE EN EL ESPACIO AEREO INFERIOR Y ESPACIO AEREO SUPE-  
RIOR.

EL ESPACIO AEREO INFERIOR ESTA COMPRENDIDO ENTRE LA SU--  
PERFICIE DEL TERRENO Y EL NIVEL 20,000 PIES DENTRO DEL -  
CUAL SE TIENE UNA COMPLETA RED DE RUTAS AEREAS, DENOMINA  
DAS VICTOR O COLOR (AEROVIAS DE BAJA) Y EN EL GENERALMEN  
TE SE DESARROLLAN VUELOS DE AERONAVES DE PISTON O TURBO-  
REACTORAS.

ESPACIO AEREO SUPERIOR ES AQUEL SITUADO ARRIBA DE 20,000  
PIES SIN LIMITE SUPERIOR ESPECIFICADO, NORMALMENTE HASTA  
EL ALCANCE DE LAS COMUNICACIONES, DENTRO DEL CUAL SE TIE  
NE UNA COMPLEJA RED DE RUTAS AEREAS, DENOMINADAS JET O -  
JULIETAS (AEROVIAS DE ALTA) Y EN EL GENERALMENTE SE DE--  
SARROLLAN VUELOS DE AERONAVES A REACCION.

EL CONJUNTO DE LAS REDES DE RUTAS AEREAS, SE LE DENOMINA  
SISTEMA NACIONAL DE AEROVIAS, MISMAS QUE TIENEN POR MI--  
SION CONECTAR A TODOS LOS AEROPUERTOS, ENLAZANDO AL ----

AEROPUERTO DE ORIGEN CON EL DESTINO Y ASI SUCESIVAMENTE, ADEMAS PERMITEN LA CIRCULACION AEREA CON OTROS ESPACIOS AEREOS DE PAISES EXTRANJEROS ADYACENTES AL NUESTRO.

REGRESANDO AL PUNTO QUE TRATA DEL ESPACIO AEREO JURISDICCIONAL DEL CENTRO DE CONTROL, PARA EL SUMINISTRO DEL --- SERVICIO DE CONTROL DE AREA Y CONSIDERANDO LA ESTRUCTURA VERTICAL DEL ESPACIO AEREO, PODEMOS RESUMIR QUE ESTE SE PRESTA EN LAS AREAS DE CONTROL COMPRENDIDAS EN EN ESPACIO AEREO SUPERIOR. (ARRIBA DE 20,000 PIES)

POR OTRA PARTE EL CONTROL DE AREA, POR TENER BAJO SU --- RESPONSABILIDAD ESPACIOS AEREOS MUY GRANDES, (500 MILLAS<sup>2</sup>) SE DIVIDE EN 2 O 3 SECTORES, ATENDIDO CADA UNO POR DIFERENTES CONTROLADORES, DISTRIBUYENDOSE LO MAS EQUITATIVO POSIBLE LA CARGA DE TRABAJO, ALCANZANDOSE ASI UN MAYOR GRADO DE EFICACIA Y EFICIENCIA.

EL CONTROLADOR EN FUNCIONES APLICA Y VIGILA QUE SE CUMPLAN LAS SEPARACIONES REGLAMENTARIAS, LOGRANDOLAS MEDIANTE ALGUNO DE LOS METODOS DE SEPARACION LONGITUDINAL, --- LATERAL O VERTICAL.

EXISTEN 4 CENTROS DE CONTROL DE AREA EN EL TERRITORIO, - DENOMINADOS COMO: CENTRO DE CONTROL MEXICO, CENTRO DE -- CONTROL MONTERREY, CENTRO DE CONTROL MAZATLAN Y CENTRO - DE CONTROL MERIDA, SITUADOS FISICAMENTE EN LOS AEROPUERTOS QUE SIRVEN A CADA UNA DE LAS REFERIDAS CIUDADES.

EN SINTESIS Y CON EL PROPOSITO DE RELACIONAR LOS 3 SERVICIOS DE CONTROL YA CONOCIDOS (AERODROMO, APROXIMACION Y AREA) PODRIAMOS PENSAR EN LA REALIZACION DE UN VUELO.

DESDE EL MOMENTO EN QUE INICIA SU MOVIMIENTO RELACIONADO CON LA SALIDA DE UN AEROPUERTO, ESTE ES CONTROLADO POR LA TORRE DE CONTROL, HASTA POSTERIOR AL DESPEGUE, YA EN VUELO LA TORRE DE CONTROL TRANSFIERE LA COMUNICACION Y RESPONSABILIDAD AL CONTROL DE APROXIMACION EL CUAL ASUME EL CONTROL DURANTE ESA FASE DE VUELO COMPRENDIDA ENTRE EL AEROPUERTO Y EL NIVEL DE 19,000 PIES. AL APROXIMARSE LA AERONAVE A LAS 50 MILLAS O 19,000 PIES, LO QUE SUCEDA ANTES, EL CONTROL DE APROXIMACION TRANSFIERE LA COMUNICACION Y RESPONSABILIDAD DE ESE VUELO AL CONTROL DE AREA - EL CUAL LO CONTROLA DURANTE LA FASE EN RUTA HASTA QUE -- COMIENZA EL DESCENSO Y SE APROXIMA A LOS 20,000 PIES.

EN ESE MOMENTO SE INICIA EL PROCESO INVERSO SE TRANSFIERE AL CONTROL DE APROXIMACION DEL AEROPUERTO DE LLEGADA. Y DESPUES ESTE A LA TORRE DE CONTROL, CERRANDOSE EL CICLO DEL CONTROL DE TRANSITO AEREO PARA UN VUELO CONTROLADO.

EL SISTEMA ATC ES ESTANDAR A NIVEL MUNDIAL, ASI PUES LOS PROCEDIMIENTOS, SEPARACIONES, FRASEOLOGIA Y MEDIOS UTILIZADOS SON MUY SIMILARES ENTRE CADA PAIS.

CUANDO VIAJAMOS UTILIZANDO COMO MEDIO DE TRANSPORTE EL AVION, DICHO VUELO ESTA CONTROLADO POR LOS DIFERENTES -- SERVICIOS DE CONTROL DESDE SU SALIDA HASTA SU LLEGADA AL AEROPUERTO FINAL, YA SEA QUE ESTE SE ENCUENTRE EN EL --- PAIS O EN EL EXTRANJERO.

A CONTINUACION COMENTAREMOS ALGUNOS DE LOS AVANCES OBTENIDOS EN ESTA MATERIA DE CONTROL DE TRANSITO AEREO, PRODUCTO DE LAS INNOVACIONES TECNOLOGICAS EN EL CAMPO DE LA ELECTRONICA.

## EMPLEO DEL RADAR EN EL SISTEMA ATC.

AL RADAR (RADIO DETECTION AND RANGING), SE LE HA CONSIDERADO COMO UNA DE LAS MARAVILLAS DEL SIGLO XX. DESDE EL SIGLO PASADO, SE DIERON LOS PRIMEROS PASOS PARA SU DESCUBRIMIENTO, EN 1873 CLERK MAXWELL PREDIJO MATEMATICAMENTE LO QUE EL LLAMO RADIACION. QUINCE AÑOS MAS TARDE, O SEA EN 1888, HEINDRICH HERTZ DEMOSTRO MEDIANTE SUS EXPERIMENTOS QUE LAS ONDAS DE RADIO SE PODIAN GENERAR Y QUE TENIAN LAS CARACTERISTICAS QUE MAXWELL HABIA PREDICHO. EN 1895 MARCONI LOGRO TRANSMITIR SEÑALES DE RADIO A GRANDES DISTANCIAS, DESDE INGLATERRA HASTA TERRANOVA, APROXIMADAMENTE 3,300 KMS. ESTOS EXPERIMENTOS Y DESCUBRIMIENTOS DIERON ORIGEN AL RADAR. EL MISMO MARCONI, EN 1922, ANUNCIO QUE SE HABIAN DETECTADO ONDAS DE RADIO REFLEJADAS EN OBJETOS QUE SE ENCONTRABAN A GRANDES DISTANCIAS. SU UTILIZACION FUE EN EL AÑO DE 1935, CUANDO SIR ROBERT WATSON WATT DEMOSTRO UN SISTEMA DE LOCALIZACION POR RADIO, MONTANDOSE INMEDIATAMENTE UNA CADENA DE ESTACIONES EN LA COSTA DE INGLATERRA.

ESTA CADENA FUE INCREMENTANDOSE CONFORME SE ACERCABA LA II GUERRA MUNDIAL, LLEGANDO A SER UN INSTRUMENTO VITAL DURANTE LA PASADA GUERRA.

HOY EN DIA EL RADAR SE UTILIZA PARA DIVERSOS FINES, -- TALES COMO METEOROLOGIA, PARA LA SEGURIDAD DE LA NAVEGACION MARITIMA Y PARA LA SEGURIDAD DE LA NAVEGACION AEREA, ETC., TENIENDO FUTUROS IMPREDECIBLES POR LAS CONSTANTES MODIFICACIONES QUE SUFRE, MOTIVADO POR LOS AVANCES EN LA RAMA DE LA ELECTRONICA.

EL CONTROL DE TRANSITO AEREO SE VIO FAVORECIDO CON LA -- INTRODUCCION Y EXPLOTACION DE ESTE EQUIPO, DENTRO DE SUS ACTIVIDADES. AL RADAR EN EL ATC SE LE CONSIDERA COMO PAR

TE INTEGRANTE DEL SISTEMA DE CONTROL DE TRANSITO AEREO, -  
MAS NO INDISPENSABLE, YA QUE ESTE SERVICIO SE PUEDE SUMI-  
NISTRAR EN BASE A SU TECNICA, SIN EMPLEAR EL RADAR.

CUANDO SE EMPLEA EL RADAR EN EL ATC, SE LE DENOMINA SERVI-  
CIO RADAR Y CUANDO NO, SE DENOMINA SERVICIO NO RADAR O --  
MANUAL.

DENTRO DEL ESPACIO AEREO NACIONAL, ARRIBA DE 20,000 PIES -  
(ESPACIO AEREO SUPERIOR) SE PRESTA SERVICIO RADAR EN CASI  
SU TOTALIDAD. POR DEBAJO DE 20,000 PIES (ESPACIO AEREO IN-  
FERIOR) SE PRESTA EN CONTADAS PORCIONES DE ESE ESPACIO ES-  
PECIFICAMENTE EN LOS AEROPUERTOS PRINCIPALES DE LA REPU--  
BLICA.

LAS PRINCIPALES VENTAJAS DEL USO DEL RADAR EN EL ATC SON:  
REDUCIR LAS SEPARACIONES DE LAS AERONAVES EN VUELO, EFI--  
CIENTAR LA UTILIZACION DEL ESPACIO AEREO, VIGILAR CONSTAN-  
TEMENTE LAS OPERACIONES AEREAS, ASISTIR AL PILOTO EN CUAL-  
QUIER DIFICULTAD QUE PRESENTE EN LA NAVEGACION.

EL SERVICIO RADAR, SE SUMINISTRA A TODAS LAS AERONAVES --  
IFR Y A LAS AERONAVES VFR, BAJO PREVIA SOLICITUD DEL PILO-  
TO.

LA FUNCION PRINCIPAL DE UN RADAR ES DETERMINAR LA UBICACION  
DE LOS OBJETOS QUE EN EL CASO QUE NOS OCUPA, SERIAN LAS -  
AERONAVES GENERALMENTE EN EL AIRE, PROPORCIONANDO INFORMA-  
CION DE ACIMUT Y DISTANCIA ESENCIALMENTE, ACTUANDO COMO -  
UN OJO QUE TODO LO VE.

LOS EQUIPOS RADAR USADOS HOY EN DIA, SE PUEDEN DIVIDIR TEC-  
NICAMENTE EN DOS GRUPOS; RADAR PRIMARIO Y RADAR SECUNDARIO;

EN EL RADAR PRIMARIO, EL RECEPTOR DEL EQUIPO LOCALIZADO EN TIERRA, DETECTA LA SEÑAL REFLEJADA (REBOTE) QUE VIENE DE LA AERONAVE.

DICHO EN OTRAS PALABRAS, UN TRANSMISOR EN TIERRA EMITE UNA SEÑAL ELECTROMAGNETICA QUE VIAJA POR EL ESPACIO, -- AL ENCONTRAR UN OBJETO (AERONAVE) CHOCA CON ESTE Y REGRESA A TIERRA EN DONDE SE RECIBE POR LA ANTENA, SE AMPLIFICA Y SE EXHIBE EN LA PANTALLA RADAR DEL CONTROLADOR EN FORMA DE ECO PRIMARIO, ( REPRESENTACION ELECTRONICA DE LA AERONAVE).

EN EL RADAR SECUNDARIO, LA SEÑAL RECIBIDA NO ES PRODUCTO DE UNA REFLEXION DIRECTA DEL OBJETO, SINO QUE UN TRANSMISOR SITUADO EN LA AERONAVE ES ACTIVADO AL LLEGAR UNA SEÑAL DESDE LA TIERRA, EMITIENDO UNA SEÑAL, QUE ES CAPTADA POR TIERRA. ES DECIR EL INTERROGADOR EN TIERRA ENVIA UNA SEÑAL ELECTROMAGNETICA DE CIERTAS CARACTERISTICAS -- (IMPULSOS) QUE AL LLEGAR A LA AERONAVE ACCIONA A UN RESPONDEDOR SITUADO EN LA MISMA QUE LE RESPONDE CON OTRA -- SEÑAL EN EL MISMO MODO Y CODIGO, LA CUAL VIAJA HACIA LA TIERRA, SE RECIBE POR LA ANTENA, ES PROCESADA POR UNA -- COMPUTADORA Y SE EXHIBE EN UNA PANTALLA RADAR, EN FORMA DE ECO SECUNDARIO (REPRESENTACION ELECTRONICA DE LA AERONAVE). AL EQUIPO DE ABORDO SE LE CONOCE COMO TRANSPONDER. EL CONTROLADOR, MEDIANTE LA OBSERVACION Y COMPARACION DE DICHOS ECOS, PUEDE DARSE CUENTA QUE TIPOS DE ECOS SE ESTAN EXHIBIENDO, PRIMARIO Y/O SECUNDARIO, PUES SUS FORMAS DE PRESENTACION VARIAN ENTRE UNO Y OTRO.

EL RADAR ESTA COMPUESTO ESENCIALMENTE POR EL TRANSMISOR -- LA ANTENA TRANSMISORA, LA ANTENA RECEPTORA, (QUE PUEDE -- SER LA MISMA) EL RECEPTOR Y PANTALLA(S) RADAR O UNIDAD(ES) DE PRESENTACION.

EL RADAR TAMBIEN SE DIVIDE DESDE EL PUNTO DE VISTA OPERACIONAL EN: RADAR DE VIGILANCIA DE AREA TERMINAL (TAR) EL CUAL SE UTILIZA PARA CUBRIR ESPACIOS AEREOS NO MAYOR DE 70 MILLAS DE RADIO ALREDEDOR DE LOS AEROPUERTOS Y RADAR DE VIGILANCIA EN RUTA (RSR) EMPLEADO PARA CUBRIR GRANDES EXTENSIONES DE ESPACIO AEREO, CONSIDERADO TAMBIEN DE LARGO ALCANCE (200 MILLAS) UTILIZADO PARA CUBRIR LAS AREAS DE CONTROL EN EL ESPACIO AEREO SUPERIOR.

LAS FRECUENCIAS ASIGNADAS SE ENCUENTRAN DESDE LA BANDA SUPERIOR DE UHF HASTA LA GAMA SUPERIOR DE LA BANDA EHF (EXTREMADAMENTE ALTA A LA FRECUENCIA). DENTRO DE LA EXTENSA GAMA SE HAN ESCOGIDO RADIOFRECUENCIAS TALES COMO: BANDA RADAR S; 1550 MHZ HASTA 5200 MHZ PARA RADARES TAR, Y BANDA RADAR L, DE 390 MHZ HASTA 1550 MHZ, PARA RADARES RSR.

PARA EL CONTROLADOR, ES NECESARIO CONTAR EN SU PANTALLA RADAR CON TODA LA INFORMACION NECESARIA, PARA EL SUMINISTRO DEL SERVICIO RADAR. POR TAL MOTIVO EN ESTAS APARECEN ESCALAS GRADUADAS EN LOS 360 GRADOS (PARA CONOCER EL ACIMUT DE LA AERONAVE), CIRCUNFERENCIAS CONCENTRICAS DE DIFERENTES RADIOS, LLAMADAS MARCADORES DE DISTANCIA (PARA CONOCER LA DISTANCIA DE LA AERONAVE), CIRCUNFERENCIAS CONCENTRICAS DE DIFERENTES RADIOS, LLAMADAS MARCADORES DE DISTANCIA (PARA CONOCER LA DISTANCIA DE LA AERONAVE) Y UN MAPA VIDEO, EN EL CUAL SE MUESTRAN LAS RUTAS AEREAS, RADIOAYUDAS Y ELEVACIONES MAS IMPORTANTES DENTRO DEL AREA DE COBERTURA.

ASOCIADO AL RADAR SECUNDARIO SE TIENE INFORMACION ALFANUMERICA QUE PERMITE CONOCER AL CONTROLADOR MEDIANTE UNA ETIQUETA QUE ACOMPAÑA AL ECO SECUNDARIO, DURANTE SU TRAYECTORIA, LA IDENTIFICACION DEL VUELO, SU VELOCIDAD Y ALTITUD. ESTA ULTIMA SI LA AERONAVE CUENTA CON EL DISPOSITI

VO (MODO C).

PARA CONSEGUIR DICHA INFORMACION, EL CONTROLADOR INSERTA A LA COMPUTADORA LOS DATOS DE LA AERONAVE EN CUESTION, - UTILIZANDO LOS CONTROLES DE MANDO Y TECLADO A SU DISPOSICION, LA CUAL EN CUESTION DE SEGUNDOS LE AVISA EL CODIGO ASIGNADO, MISMO QUE LE ASIGNA AL PILOTO, SELECCIONANDOLO ESTE ULTIMO EN SU TRANSPONDER, LO QUE PERMITE LA CONVERSACION ELECTROMAGNETICA ENTRE LA AERONAVE Y LA COMPUTADORA DEL RADAR EN TIERRA DURANTE EL VUELO, A ESTE CODIGO - SE LE DENOMINA CODIGO TRANSPONDER.

EN EL TERRITORIO SE CUENTA CON RADAR DE VIGILANCIA TERMINAL EN LOS AEROPUERTOS DE: MEXICO, ACAPULCO, PUERTO VALLARTA, TIJUANA, MONTERREY Y GUADALAJARA, ESTOS RADARES SON DEL TIPO PRIMARIO Y SECUNDARIO DE CORTO ALCANCE ---- (70 MILLAS).

RADAR DE VIGILANCIA EN RUTA, SE CUENTA EN TODOS LOS CENTROS DE CONTROL: MEXICO, MONTERREY, MAZATLAN Y MERIDA, - ESTOS RADARES SON EL TIPO SECUNDARIO (SSR), DE LARGO ALCANCE (200 MILLAS).

RECIENTEMENTE FUERON INAUGURADOS EN MAZATLAN, MEXICO, Y CON ANTERIORIDAD MONTERREY, MODERNOS CENTROS DE CONTROL-RADAR AUTOMATIZADOS, DE AVANZADA TECNOLOGIA, LO QUE PERMITE A LOS CONTROLADORES CONCENTRAR SU ATENCION EN ACCIONES MAS APEGADAS AL CONTROL COMO SON: EL RAZONAMIENTO LOGICO Y LA TOMA DE DECISIONES, RELEVANDOS DE ACTIVIDADES MANUALES RUTINARIAS QUE PUEDE REALIZAR LA COMPUTADORA CON MAYOR PRECISION Y RAPIDEZ.

POR OTRA PARTE TAMBIEN FUE PUESTO EN OPERACION EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO, UN MODERNO

EQUIPO RADAR DE DETECCION DE SUPERFICIE (ASDE) PARA --  
AYUDAR AL CONTROLADOR DE TORRE A VIGILAR LAS OPERACIO-  
NES EN TIERRA, CUANDO PREVALECN CONDICIONES METEOROLO-  
GICAS MARGINALES.

ETAPA DE VUELO EN QUE SE SUMINISTRA.

EL SERVICIO DE CONTROL DE TRANSITO AEREO RADAR O NO --  
RADAR, SE PROPORCIONA A NUESTROS USUARIOS DESDE EL MO-  
MENTO EN QUE SE INICIA EL VUELO Y HASTA QUE SE TERMINA.

PERSONAL TECNICO AUTORIZADO.

LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA ACTIVIDAD DEL CON-  
TROL DE TRANSITO AEREO, ES PERSONAL ALTAMENTE CALIFICA  
DO, ESPECIALIZADO EN MATERIA, QUE CUENTA CON LICENCIA,  
CONFORME A LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS POR LA AUTORI--  
DAD AERONAUTICA Y QUE LOS FACULTA PARA DESEMPEÑAR TAN  
DELICADA TAREA.

ORGANIZACION DE SENEAM

UN ORGANO DESCONCENTRADO "ES LA UNIDAD ADMINISTRATIVA DE UNA DEPENDENCIA A CUYO RESPONSABLE HAN SIDO CONFIADAS -- POR DISPOSICION PRESIDENCIAL O DEL CONGRESO, FUNCIONES -- ESPECIFICAS Y SE LE HAN TRANSFERIDO LOS RECURSOS PRESU-- PUESTALES Y APOYOS ADMINISTRATIVOS NECESARIOS, QUE LE -- PERMITEN RESOLVER CON AGILIDAD Y EFICACIA SOBRE DETERMI-- NADA MATERIA, O REALIZAR ACTIVIDADES DENTRO DEL AMBITO -- TERRITORIAL QUE SE FIJE EN EL INSTRUMENTO JURIDICO QUE -- LO CREA".

EL ORGANO DESCONCENTRADO NO CUENTA CON PERSONALIDAD NI- PATRIMONIO PROPIO, SIN EMBARGO, DADA LA IMPORTANCIA DE -- LAS FUNCIONES DESCONCENTRADAS Y POR LA NATURALEZA DE LAS ACCIONES QUE REALIZA, PUEDE DISTINGUIRSE ADMINISTRATIVA- Y PRESUPUESTALMENTE EN SU ORGANIZACION Y OPERACION, DE -- LAS DEMAS UNIDADES QUE INTEGRAN LA ESTRUCTURA DE LA INS- TITUCION DE LA QUE DEPENDE.

FUNCION GENERICA POR AEREADIRECCION GENERAL

ADMINISTRAR LOS SERVICIOS DE CONTROL DE TRANSITO AEREO, -- METEOROLOGIA AERONAUTICA, TELECOMUNICACIONES AERONAUTI-- CAS, RADIOAYUDAS A LA NAVEGACION AEREA Y DESPACHO Y CON- TROL DE VUELOS DENTRO DEL ESPACIO AEREO NACIONAL.

UNIDAD DE ORGANIZACION Y METODOS

ESTUDIAR Y EVALUAR PERMANENTEMENTE LA ESTRUCTURA ORGANI- ZATIVA DEL ORGANO, ELABORANDO Y ACTUALIZANDO LOS MANUALES ADMINISTRATIVOS QUE PERMITAN LA EFICIENTE REALIZACION DE LAS FUNCIONES.

FUNDAMENTO LEGAL.

EL SUMINISTRO DE LOS DIFERENTES SERVICIOS ENCOMENDADOS A SENEAM, SE FUNDAMENTA EN LA CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y SE DESARROLLAN DE ACUERDO A LOS ORDENAMIENTOS QUE DE ELLA EMANAN, COMO LA LEY DE VIAS GENERALES DE COMUNICACION, SUS REGLAMENTOS, -- ETC.

POR OTRA PARTE, MEXICO ES SIGNATARIO DEL CONVENIO DE CHICAGO EN 1945, Y COMO TAL, MIEMBRO DE LA ORGANIZACION DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL.

ESTA ORGANIZACION CON SEDE EN MONTREAL CANADA, DEPENDIENTE DE LA ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS, ES LA RESPONSABLE DE LA NORMATIZACION DE TODOS LOS PROCEDIMIENTOS QUE RIGEN A NIVEL MUNDIAL, LAS OPERACIONES DE LA AVIACION CIVIL.

LAS NORMAS Y METODOS RECOMENDADOS POR LA ORGANIZACION DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL, SE HACEN DEL CONOCIMIENTO DE LOS ESTADOS MIEMBROS, A TRAVES DE DOCUMENTOS LLAMADOS ANEXOS, DE LOS CUALES HAY 17, Y OTROS DOCUMENTOS Y CIRCULARES TECNICAS COMPLEMENTARIAS A LOS ANEXOS.

EN TERMINOS GENERALES SE PUEDE DECIR QUE TODOS LOS PAISES MIEMBROS DE LA ORGANIZACION, SIGUEN CON POCAS DIFERENCIAS, LAS NORMAS Y RECOMENDACIONES DE LOS ANEXOS, ESTO PERMITE QUE LA NAVEGACION A NIVEL MUNDIAL, SEA REGIDA POR PROCEDIMIENTOS SIMILARES Y FACILITA DE ESTA MANERA LAS OPERACIONES DE LOS VUELOS INTERNACIONALES.

DIRECCION GENERAL

UNIDAD DE ORGANIZACION Y METODOS

DIRECCION DE FINANZAS

DIRECCION DE NORMAS OPERACIONALES

DIRECCION TECNICA

DIRECCION DE ADMINISTRACION

SUBDIRECCION DE ADMINISTRACION DE PERSONAL

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD

DEPARTAMENTO DE INGRESOS

DEPARTAMENTO DE PRESUPUESTO

DEPTO. DE PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

DEPTO. DE TELECOMUNICACIONES

DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA

DEPARTAMENTO DE TRANSITO AEREO

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

DEPTO. DE PLANEACION Y EVALUACION

DEPARTAMENTO DE INFORMATICA

DEPARTAMENTO DE CAPACITACION

DEPTO. DE INVEST. DE SIST. DE COMPUTO AERONAUTICO

DEPTO. DE EVALUACION, CONTRASTACION Y CONTROL DE PERSONAL

DEPARTAMENTO DE NOMINAS

DEPTO. DE ALMACENES E INVENTARIOS

DEPTO. DE RECURSOS MATERIALES

DEPTO. DE SERVICIOS GENERALES

DEPARTAMENTO DE AUDITORIA

GERENCIAS REGIONALES (8)

DEPARTAMENTO DE AUDITORIA

EFFECTUAR LAS AUDITORIAS FINANCIERAS, OPERACIONALES Y ADMINISTRATIVAS EN TODAS LAS AREAS DEL ORGANO, PROPONIENDO LAS MEDIDAS QUE TIENDAN A MEJORAR Y CORREGIR LAS DESVIACIONES Y DEFICIENCIAS DETECTADAS.

DIRECCION DE FINANZAS

PLANEAR, COORDINAR Y REVISAR LA ELABORACION DE LOS PRESUPUESTOS DE GASTO CORRIENTE E INVERSIONES CONTROLANDO SU EJERCICIO, Y VIGILANDO SE ELABOREN CORRECTAMENTE LOS REGISTROS DEL ORGANO.

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD

RECOPIRAR LA INFORMACION FINANCIERA, PRESUPUESTAL Y CONTABLE DE LOS PRESUPUESTOS EJERCIDOS QUE SE GENEREN EN CADA AREA DE RESPONSABILIDAD A FIN DE ELABORAR LOS ESTADOS FINANCIEROS DEL ORGANO.

DEPARTAMENTO DE INGRESOS

DESARROLLAR SISTEMAS Y CONTROLES QUE PERMITAN LEGALIZARLOS CONVENIOS Y CONTRATOS DE PRESTACION DE SERVICIOS VIGILANDO LA RECUPERACION OPORTUNA DE INGRESOS POR CONCEPTO DE LOS SERVICIOS PROPORCIONADOS A LOS USUARIOS.

DEPARTAMENTO DE PRESUPUESTO

ELABORAR LOS ANTEPROYECTOS DEL PRESUPUESTO DE OPERACION E INVERSION, ASI COMO INTEGRAR LOS PRESUPUESTOS DEFINITIVOS, VIGILANDO EL CONTROL DE LOS MISMOS Y ELABORANDO LOS ESTADOS COMPARATIVOS DE APLICACION DE LAS DIFERENTES PARTIDAS ASIGNADAS AL ORGANO.

CAJA

CONTROLAR EL MANEJO DE FONDOS CON QUE CUENTA EL ORGANO.

DIRECCION DE NORMAS OPERACIONALES

PROMOVER EL DESARROLLO Y EVALUAR EL FUNCIONAMIENTO DE --  
LOS SERVICIOS DE METEOROLOGIA, CONTROL DE TRANSITO AEREO,  
TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS Y PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES.

DEPARTAMENTO DE PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

EVALUAR LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN CUANTO A LAS-  
OPERACIONES AERONAUTICAS E IMPLEMENTAR LOS PROCEDIMIEN--  
TOS TERMINALES DE RUTA Y DE LOS SERVICIOS DE INFORMACION  
AERONAUTICA.

DEPARTAMENTO DE TELECOMUNICACIONES

ESTABLECER LAS NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS SERVICIOS-  
DE TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS, EVALUANDO SU OPERA--  
CION.

DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA

ESTABLECER LAS NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS SERVICIOS-  
DE METEOROLOGIA AERONAUTICA, EVALUANDO SU OPERACION.

DEPARTAMENTO DE TRANSITO AEREO

EVALUAR LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS DE TRANSITO AEREO,  
DESPACHO E INFORMACION DE VUELO, ESTABLECIENDO Y ACTUALI-  
ZANDO LOS MANUALES RESPECTIVOS.

## DIRECCION TECNICA

PLANEAR, ORGANIZAR Y EVALUAR EL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS ESTABLECIENDO LAS NORMAS DE INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS A TRAVES DE LA CAPACITACION DE PERSONAL.

### DEPARTAMENTO DE CAPACITACION

PROGRAMAR, CONTROLAR Y COORDINAR LA IMPARTICION DE CURSOS DE CAPACITACION AL PERSONAL, DESARROLLANDO LOS PROGRAMAS Y TEMARIOS DE LOS MISMOS.

### DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

ACTUALIZAR Y VIGILAR LA APLICACION DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS.

### DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION DE SISTEMAS DE COMPUTO AERONAUTICO

EFFECTUAR LAS INVESTIGACIONES TECNICAS CORRESPONDIENTES A EFECTO DE LOGRAR UN DESARROLLO INTEGRAL DE EQUIPOS DE COMPUTO, TANTO EN EL AREA DE INFORMATICA COMO DE CONTROL DE PROCESOS AERONAUTICOS NECESARIOS PARA SENEAM.

### DEPARTAMENTO DE PLANEACION Y EVALUACION

REALIZAR ESTUDIOS Y PROYECTOS QUE PERMITAN EL DESARROLLO DEL ORGANO DE ACUERDO A LAS NECESIDADES TECNICAS, OPERATIVAS Y ADMINISTRATIVAS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO, EVALUANDO LOS ALCANCES OBTENIDOS EN LOS PLANES Y PROGRAMAS APROBADOS.

DEPARTAMENTO DE INFORMATICA

ORGANIZAR Y CONTROLAR LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON - EL ANALISIS Y PROGRAMACION DE SISTEMAS DE INFORMACION EN CADA AREA DE RESPONSABILIDAD DEL ORGANO.

DIRECCION DE ADMINISTRACION

ADMINISTRAR LOS RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES DEL ORGANO, PROPORCIONANDO ESTOS RECURSOS A CADA AREA DE RESPONSABILIDAD DE TAL FORMA QUE CUMPLAN CON SUS ACTIVIDADES EFICIENTEMENTE.

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION DE PERSONAL

LLEVAR A CABO LAS ACTIVIDADES DESTINADAS A LOGRAR UNA CORRECTA ADMINISTRACION DE LOS RECURSOS HUMANOS, ESTABLECIENDO LOS MECANISMOS DE DESARROLLO Y CONTROL DE LOS MISMOS.

DEPARTAMENTO DE ALMACENES E INVENTARIOS

CONTROLAR LOS RECURSOS MATERIALES CON QUE CUENTA EL ORGANO A TRAVES DE REGISTROS PARA EL CONTROL DE EXISTENCIAS Y CUSTODIA DE BIENES Y MATERIALES DE CONSUMO.

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MATERIALES

EFFECTUAR LAS ADQUISICIONES DE MOBILIARIO, EQUIPO, REFACCIONES Y DEMAS BIENES DESTINADOS A SATISFACER LAS NECESIDADES DEL ORGANO.

## DEPARTAMENTO DE SERVICIOS GENERALES

PROPORCIONAR LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD, CONSERVACION Y-VIGILANCIA DE LAS INSTALACIONES, ASI COMO LOS DE CORRESPONDENCIA, ARCHIVO, DIVULGACION Y REPRODUCCION GRAFICA Y DE CONTROL DE VEHICULOS A TODAS LAS AREAS QUE SE ENCUENTRAN UBICADAS EN LA CIUDAD DE MEXICO.

### UNIDAD JURIDICA

REPRESENTAR AL ORGANO EN TODA CLASE DE JUICIOS O PROCEDIMIENTOS LEGALES, DICTAMINANDO SOBRE SU INTERPRETACION, - VALIDEZ O NULIDAD JURIDICA.

### GERENCIAS REGIONALES

ADMINISTRAR LOS RECURSOS HUMANOS Y FINANCIEROS Y MATERIALES, ASIGNADOS A SU REGION, DE TAL FORMA QUE SATISFAGAN- EFICIENTEMENTE EL DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS QUE SE LE- ASIGNEN.

### SUBGERENCIAS REGIONALES

ADMINISTRAR LOS RECURSOS HUMANOS, MATERIALES Y FINANCIE- ROS DE SU JURISDICCION, CON APEGO A LAS POLITICAS ESTA- BLECIDAS, A FIN DE PRESTAR EFICIENTEMENTE LOS SERVICIOS- QUE TENGAN ENCOMENDADOS.

### JEFATURA DE ESTACION

COORDINAR CON LA SUBGERENCIA REGIONAL CORRESPONDIENTE Y- CON LAS JEFATURAS DE ESPECIALIDAD, LO REFERENTE AL DESA- RROLLO DE ACTIVIDADES QUE SE EFECTUAN EN LA ESTACION, PA- RA MANTENER LA CONTINUIDAD DE LOS SERVICIOS QUE SE PRES- TAN.

GERENCIAS REGIONALESGERENTE REGIONAL CENTRO

SUBGERENTE REGIONAL MEXICO  
SUBGERENTE REGIONAL ACAPULCO

GERENTE REGIONAL NOROESTE

SUBGERENTE REGIONAL MAZATLAN  
SUBGERENTE REGIONAL HERMOSILLO  
SUBGERENTE REGIONAL TIJUANA

GERENTE REGIONAL SURESTE

SUBGERENTE REGIONAL MERIDA  
SUBGERENTE REGIONAL CAN CUN

GERENTE REGIONAL NORESTE

SUBGERENTE REGIONAL MONTERREY  
SUBGERENTE REGIONAL CHIHUAHUA

GERENTE REGIONAL OCCIDENTE

SUBGERENTE REGIONAL GUADALAJARA  
SUBGERENTE REGIONAL PUERTO VALLARTA

## CONCLUSIONES.

NUESTRO PAIS, CUENTA CON UNA FLOTA AEREA CONSIDERADA COMO UNA DE LAS MAS IMPORTANTES DEL MUNDO, EN ELLAS SE TRANSPORTA UN GRAN NUMERO DE PASAJEROS, CARGA Y CORREOS, POR LO QUE SE CONVIERTE EN UN MEDIO DE COMUNICACION DE VITAL IMPORTANCIA PARA EL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL DE LA NACION.

A TRAVES DEL TIEMPO SE HA CALIFICADO A ESTE MEDIO DE TRANSPORTE, COMO UNO DE LOS MAS RAPIDOS Y SEGURO DEL MEXICO MODERNO. TAN ALTA DISTINCION HA SIDO POSIBLE DEBIDO AL ESFUERZO MANCOMUNADO DE UNA GRAN CADENA DE PRODUCTORES DE BIENES Y SERVICIOS QUE INTERVIENEN DIRECTA O INDIRECTAMENTE EN EL DESARROLLO DE LA AVIACION MEXICANA.

UN ESLABON DE ESA CADENA ES SENEAM, EL QUE DIA A DIA MEDIANTE LA OPERACION Y MANTENIMIENTO DE SUS INSTALACIONES Y EQUIPOS SUMINISTRA LOS SERVICIOS YA MENCIONADOS A TODOS LOS USUARIOS DEL TRANSPORTE AEREO NACIONAL E INTERNACIONAL, GARANTIZANDOLES PRINCIPALMENTE LA SEGURIDAD QUE ELLOS REQUIEREN. ES DIGNO DE MENCIONARSE, QUE TAN RELEVANTE ACTIVIDAD SOLO ES POSIBLE DE REALIZARSE CONTANDO CON PERSONAL ALTAMENTE CALIFICADO Y PROFESIONAL, COMO LOS QUE INTEGRAN ESTA DEPENDENCIA.

EN SINTESIS, DE SENEAM, DEPENDEN EN GRAN MEDIDA LA CONSERVACION DE LA VIDA HUMANA Y SUS BIENES MATERIALES EN AIRE Y TIERRA, ASI COMO LA OPERACION ECONOMICA DEL TRANSPORTE-AEREO DENTRO DEL ESPACIO AEREO MEXICANO.

¡ MUCHAS GRACIAS !



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INGENIERIA DE AEROPUERTOS: MODULO:  
"MANTENIMIENTO Y OPERACION"  
DEL 8 AL 19 DE JULIO  
MEXICO, D.F.

EL MEGGER

ING. MARIO BADILLO GONZALEZ.  
JULIO DE 1985.

# EL MEGGER

Por el Ing. Ramón Muñoz Esquivel

~~CONTIENE LA DESCRIPCIÓN DEL MEGGER~~

En el número 17 de este boletín indicamos la finalidad del megger y su funcionamiento. Procede ahora explicar cómo utilizarlo en un caso específico.

Las máquinas eléctricas poseen conductores que tienen un cierto grado de aislamiento, el cual puede verse atacado por el polvo, la humedad, vapores químicos, calentamiento, substancias diversas, etc. que traen como consecuencia una posible falla.

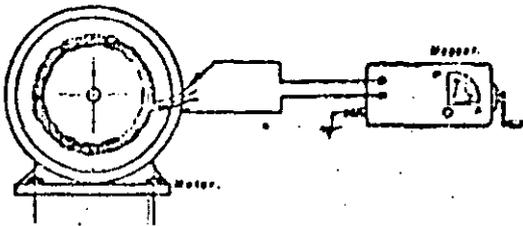
Tal aislamiento puede existir entre los conductores, entre estos y la estructura o entre dos devanados diferentes. Por tanto, se ve la necesidad de verificar el estado de dicho aislamiento para prever o detectar una posible falla, cuya oportuna corrección nos ahorrará tiempo y dinero.

Si bien una lámpara de prueba puede indicarnos si la resistencia de aislamiento es o no de valor cero, no es posible que nos dé una indicación acerca del valor de tal

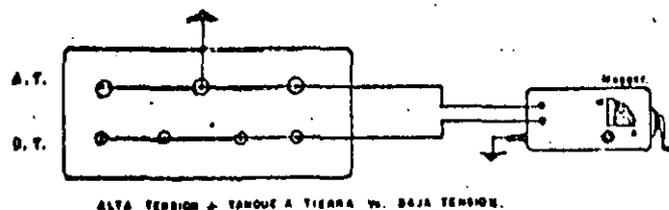
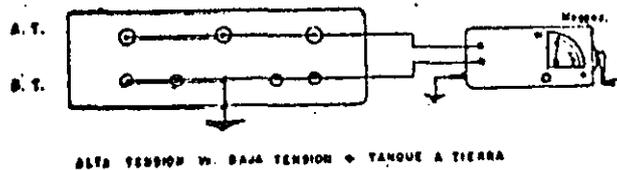
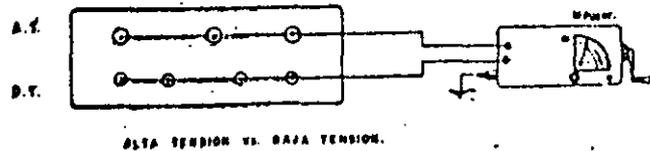
resistencia si las condiciones del aislamiento son regulares. Por esto es necesario medir cualquier resistencia de aislamiento con un megger cumpliendo los siguientes pasos:

- 1o. Verifique las condiciones generales del aparato.
- 2o. Seleccione la escala adecuada (en base al voltaje que se requiere para la prueba y a la probable resistencia).
- 3o. Ajuste en infinito la aguja de medición.
- 4o. Ajuste en cero la aguja de medición uniendo las terminales y moviendo la manija.
- 5o. Efectúe la medición.

ANTES DE HACER CUALQUIER PRUEBA VERIFIQUE LA AUSENCIA DE ENERGIA Y QUE LA CARGA ESTE DESCONECTADA, PUES DE OTRA MANERA PODRIA DANARSE EL MEGGER.

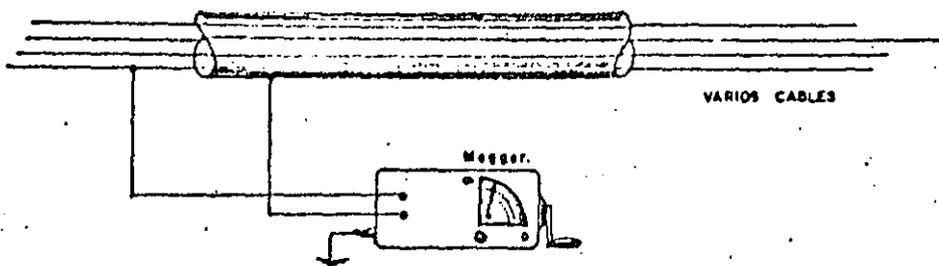


## Transformadores



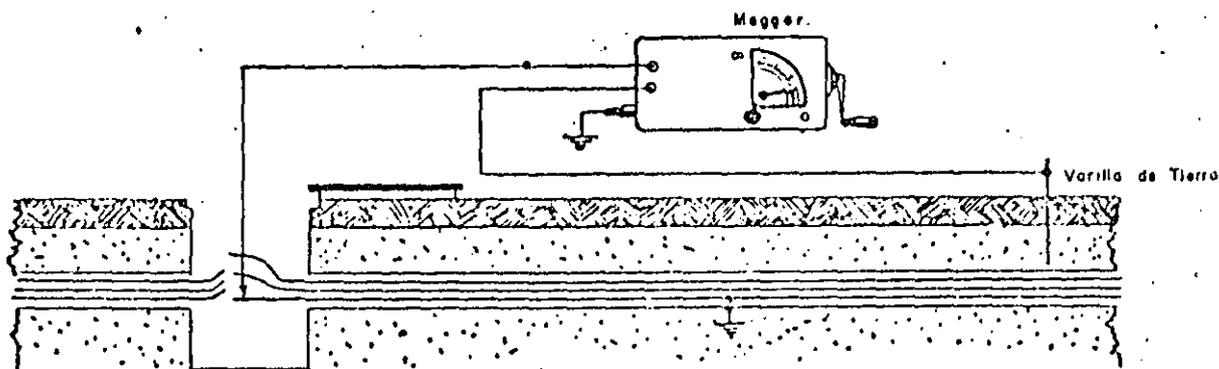
Se recomienda que ningún aislamiento tenga menos de un megohm por cada kilovolt.

De esta manera un transformador de 13,200 volts deberá tener una resistencia mínima de 13.2 megohms. Un motor de 220 volts deberá tener como valor mínimo un megohm.

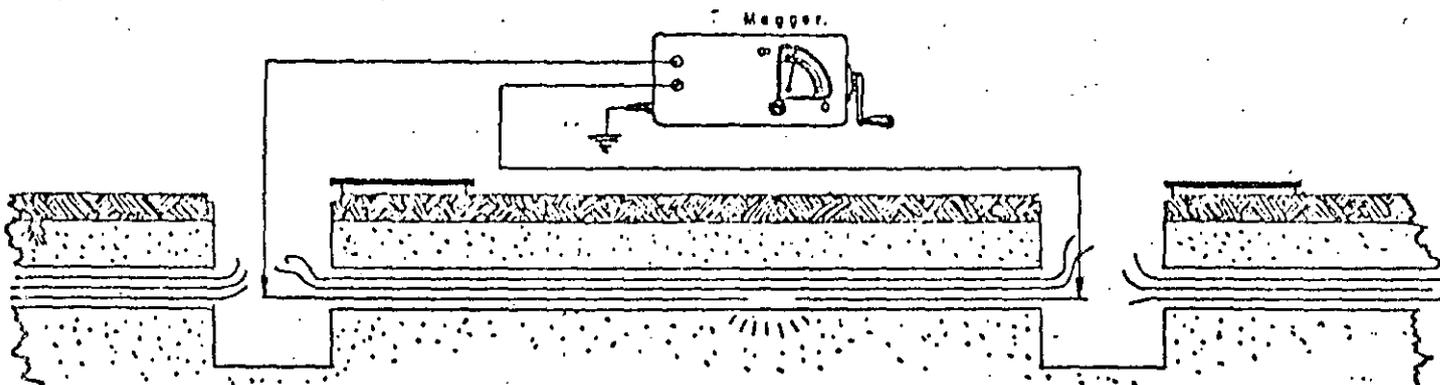


### Medición en cables

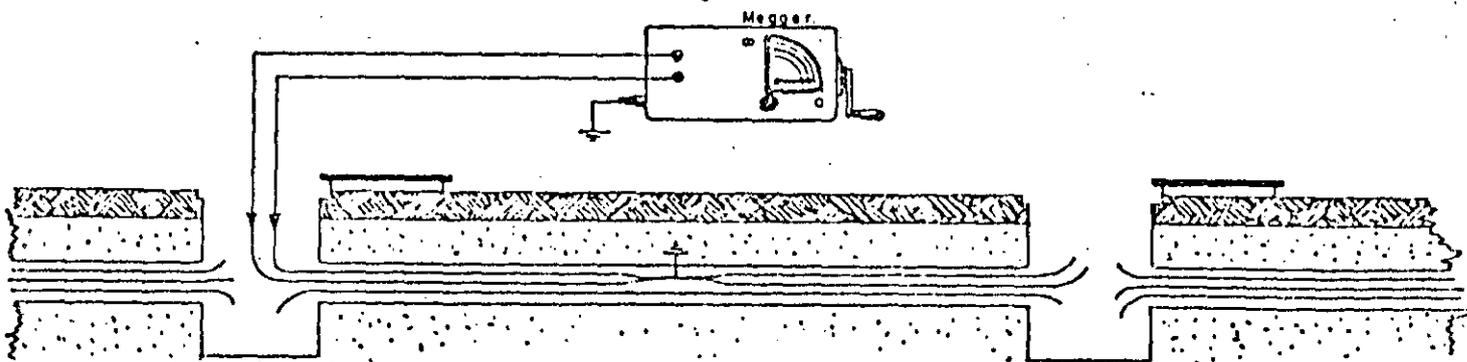
Se debe hacer la prueba entre cable y cable, entre cada cable y el aislamiento externo y entre el cable y la tierra.



DETECCION DE LA FALLA DE UN CONDUCTOR A TIERRA.



VERIFICACION DE CONTINUIDAD APLICANDO UN VOLTAJE REDUCIDO.



DETECCION DE LA FALLA ENTRE CONDUCTORES Y TIERRA, O SIMPLEMENTE, LA FALLA ENTRE CONDUCTORES, APLICANDO UN VOLTAJE REDUCIDO.

A todos los operadores del equipo de servicio, NACOA les proporciona instrucciones para su operación y mantenimiento. Es muy importante que estas instrucciones se apliquen al pie de la letra y que cualquier falla en el funcionamiento del equipo sea corregida inmediatamente. No se debe esperar hasta que se presenta una falla total es preferible prevenir que remediar.

### INSPECCION Y MANTENIMIENTO. -

En términos generales se deben tomar las precauciones necesarias para evitar la contaminación de los tanques de tuberías por sólidos, agua y otros productos. Debe observarse el procedimiento establecido, saber su manejo para eliminar cualquier falla del equipo o la presencia de otras condiciones que pudiesen indicar que se requiere mantenimiento /.

A continuación cubrimos los puntos principales bajo el punto de vista operacional que deben ser revisados y sujetos a mantenimiento sobre una base diaria, semanal, mensual, así mismo, la demanda que se registra en cada instalación. Debe utilizarse un registro completo y adecuado de todas las fases del sistema de manejo del combustible que cubra las necesidades de cada operación en particular. Las anotaciones en esos registros o bitácoras deben incluir no sólo las revisiones diarias, semanales y mensuales, sino también toda la información pertinente sobre la recepción del producto, su inventario y las entregas. Más adelante presentamos un ejemplo de una hoja de registro.

### DIARIAMENTE. -

1. - Revisar si operan libremente los cables de prueba del succionador flotante del tanque de almacenamiento. Deben tomarse medidas inmediatas

tas para reparar cualquier flotador que esté sumergido o hundido. En caso de ser posible no debe utilizarse un tanque que presente tal falla, mientras ésta no esté reparada.

2. - Revisar si hay agua acumulada en los fondos de los tanques de almacenamiento, utilizando las conexiones para la extracción de agua, la prueba visual de la pasta detectora de agua, dejando la pasta en contacto con el combustible. Y después de lluvias muy fuertes. Extraiga inmediatamente el agua que encuentre utilizando una bomba manual portátil cuando se trate de tanques subterráneos por medio de los drenes en los tanques elevados. Tome nota y registre la presencia de agua, sedimentos o cualquier surfactante o otros contaminantes que se hubiesen encontrado en la muestra.

3. - Revisar los tanques de los autos-tanques y extraiga el agua que encuentre. La prueba del agua debe hacerse cada vez que se cargue de nuevo el auto-tanque, cuando éste sea llevado y después de fuertes lluvias o nevadas.

4. - Revisar diariamente los drenes manuales del filtro-separador de la instalación fija para comprobar que no contienen agua u otros contaminantes después de cada recibo de combustible eliminando cualquier agua acumulada.

5. - Revisar diariamente los drenes del filtro-separador del auto-tanque para comprobar que no contiene agua u otros contaminantes, haciéndolo inmediatamente después de haber abastecido a un avión, eliminando cualquier acumulación de agua.

6. - Revisar y registrar las presiones diferenciales de los filtros y filtro-separador del auto-tanque y de las instalaciones fijas, bajo condiciones nor-

males de trabajo. El empleo de un registro tipo gráfica, como el ejemplo - que presentamos, puede ser muy útil para señalar las presiones diferenciales en cada día. También pueden anotarse en esta gráfica las cifras de la - acumulación de litros de combustible. (Deben reemplazarse los elementos - cuando se registre cualquiera de las condiciones señaladas en la sección - Filtros Filtros-Separadores).

7. - Comprobar visualmente que no existan fugas en los tanques de los autos tanque y en los tanques de almacenamiento elevados, así mismo en las bombas, válvulas, tuberías y conexiones. En caso necesario hacer las reparaciones inmediatamente.

#### SEMANALMENTE. -

1. - Revisar y limpiar las canastillas de los coladores (strainers). Si se encuentra alguna canastilla con alguna rotura debe ser reemplazada inmediatamente.

2. - Revisar y limpiar las rejillas o coladores de las boquillas del auto-tanque de todas las mangueras. Si se encuentran rotas reemplazarlas.

3. - Revisar visualmente las mangueras de los autos-tanque de carga para comprobar que no estén dañadas por la abrasión, tengan separaciones o puntos débiles. Las mangueras que se noten débiles deben ser reparadas o cambiadas.

4. - Revisar los extinguidores para incendio para comprobar que sus sellos están intactos y que no estén vencidas sus fechas de recarga. Deben recargarse cada vez que sea necesario.

5. - Revisar las condiciones y operación de las cubiertas de las tapas supe -

riores, -de los empaques y de las ventilas.

MENSUALMENTE. -

1. - Revisar la lubricación y nivel del aceite en aquellas bombas equipadas con caja de engranes de las bombas, motores, carretes para mangueras y toda otra maquinaria que requiera lubricación. Cerciórese de que está utilizando el grado especial de lubricante adecuado a la estación.

2. - Revisar el funcionamiento de las válvulas, lubricar las válvulas de enchufe que lo requieran.

3. - Revisar y comprobar las condiciones y continuidad eléctrica de las pinzas (clips o cangrejos) para disipar la electricidad estática, sus alambres y conectores en las rampas de carga, autos-tanque, fosas y otros puntos de transformación de combustible.

4. - Revisar la instalación de combustible y autos-tanque para cerciorarse de que sus letreros, marcas señales y colores del sistema de identificación de combustibles son correctos y visibles. (En caso necesario deben repintarse o aumentarse los existentes).

5. - Efectuar revisión general de seguridad y presentación y de las condiciones generales de los autos-tanque, las instalaciones incluyendo patios, rejas, alumbrado, edificios, tanques de almacenamiento, tuberías y rampas para llenado. Establecer inspecciones de rutina de mantenimiento, limpieza y retoque de pintura constante. No puede destacarse la mayor importancia de una norma elevada para la presentación general de las instalaciones en un aeropuerto. A pesar de que durante cada fase del proceso de manejo del combustible se observen las más altas normas de limpieza,

la impresión general que reciben sus clientes y el público en general sobre estas normas provienen de la presencia exterior de las instalaciones y e-  
quipo en general. Casi siempre es una verdad que el operador que presta la atención debida a la presentación externa es muy metódico en lo que se refiere a las medidas internas para el control de la calidad,

#### MANEJO DEL COMBUSTIBLE. -

NACOA protege celosamente la calidad de sus productos desde las puertas de su Planta hasta el aeropuerto. Se mantienen en vigor numerosas revi-  
siones, controles y técnicas especializadas de manejo para tener la segu-  
ridad de que al aeropuerto sólo lleguen combustibles limpios dentro de sus especificaciones.

El operador de las instalaciones para combustible del aeropuerto es el -  
responsable de garantizar que esta calidad sea mantenida, con tal vez un-  
pequeño toque extra, hasta el final, cuando el combustible es depositado -  
en los tanques de un avión.

Las siguientes secciones cubren el manejo del combustible en el aeropuer-  
to, desde su recepción hasta el abastecimiento a las aeronaves que lo van  
a utilizar.

#### RECEPCION DEL COMBUSTIBLE EN NACOA.

El método más comunmente utilizado para la recepción de combustibles de  
aviación en las instalaciones de almacenamiento de un aeropuerto es el -  
auto-tanque (de PEMEX o de cualquier otro proveedor). Los procedimien-  
tos aplicados para transferir estos combustibles de los autos-tanque a -

# UNA "TIERRA" NO SIEMPRE ES UNA BUENA "TIERRA"

Es sabido que algunos equipos requieren una buena tierra para trabajar a su máxima eficiencia. Para lograrla no se toma simplemente una barra de cobre y se entierra, pues así, lo más probable es que se resuelva sólo parcialmente el problema.

Para obtener una buena tierra se requiere que la varilla de cobre esté rodeada de una área de baja resistencia. Esta resistencia es determinada por las resistencias de la derivación a tierra, por la varilla empleada, el contacto de ésta con la tierra y por la resistencia de ésta misma en la zona que rodea a la varilla. Los tres primeros factores son insignificantes comparados con la resistencia de la tierra que rodea a la varilla. Se ha demostrado con pruebas que si la varilla de cobre se encuentra libre de grasas o pintura, y si la tierra que la rodea se aprieta perfectamente, la resis-

tencia al contacto es despreciable. Para entender lo que es la resistencia de la tierra, dibujaremos una varilla enterrada como si estuviese rodeada por capas sucesivas de tierra de una resistencia uniforme y de igual espesor, tal como se muestra en la Figura No. 1. La primera capa cerca de la varilla, con la más pequeña área de contacto (en ángulo recto respecto a la corriente que fluya hacia afuera de la varilla), tendrá la mayor resistencia. La siguiente capa con una mayor área de contacto, tendrá por lo tanto menor resistencia. Conforme las capas se van retirando de la varilla, el área de contacto de cada una aumenta y su resistencia es menor, hasta que se llega a un punto donde la suma de más capas no altera la resistencia de la tierra. Las pruebas han demostrado que este punto es usualmente encontrado entre 1.8 y 3 mts. a partir de la varilla.

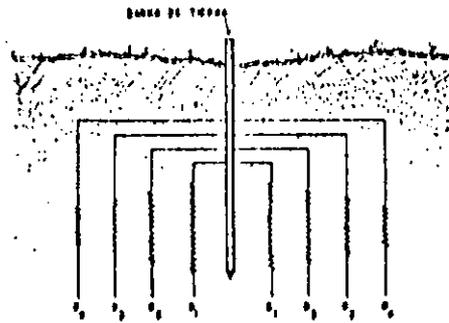


Figura No. 1

## Efecto de la composición de la tierra

Una baja resistencia se puede obtener con tierras compuestas con materiales tales como desechos animales, cenizas o aguas descompuestas o saladas. El promedio de la resistencia en estas tierras es de 14 ohms. La arcilla, el adobe y algunas tierras cargadas tienen un promedio de 24 ohms. Mezclando estas tierras con arena o grava se incrementa la resistencia hasta un valor de 93 ohms. Finalmente cuando es solamente arena, grava o roca, con un poco de tierra, o sin ella, la resistencia llega a valores de 550 ohms. Todas estas mediciones se han hecho experimentalmente en un con-

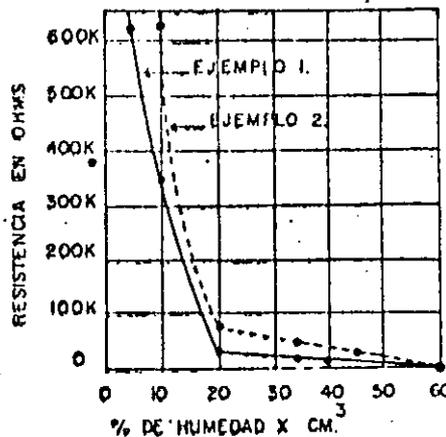


Figura No. 2

timetro cúbico de tierra con una temperatura de 34°C y humedad de 30% sostenidas constantes.

## Efecto de la humedad.

Otro de los factores que tiene un gran efecto en la resistencia de la tierra es la humedad. Cuando la humedad contenida por la tierra es menor del 20%, la resistencia aumenta rápidamente como se puede apreciar en la Figura 2. Por ejemplo una muestra dada de tierra con un 10% de humedad, tiene una resistencia de 350 ohms por cm.<sup>3</sup>. Si la humedad aumenta a un 35% la resistencia es aproximadamente de 5000 ohms por cm.<sup>3</sup>.

La humedad contenida en las tierras típicas varía del 10% durante las épocas secas, hasta un 35% durante estaciones húmedas. Promediando éstas tenemos un 18%. Esta es la razón por la cual la resistencia de la varilla enterrada en la tierra puede a menudo ser mayor en las estaciones secas que en las húmedas.

## Tamaño de la Varilla

Pensando en estos factores se puede suponer que el calibre de la varilla puede ayudar en la disminución de la resistencia, pero algunas pruebas realizadas con una varilla de una pulgada y otra con cuatro veces más superficie de contacto, demostró que la resistencia de la tierra sólo disminuyó 4.5% con la segunda varilla, lo cual es poco significativo. Por eso es suficiente una varilla adecuadamente larga y rígida que permita colocarse sin que se deforme. De acuerdo al Código Nacional Eléctrico norteamericano, si las varillas o electrodos son de cobre, la longitud recomendable y comercial es de 3.05 mts. con un diámetro de 16 mm. (5/8") y si es de hierro galvanizado, la longitud recomendable, también bajo pruebas, es de 2.50 mts. con un diámetro de 19.05 mm. (3/4"); siendo también comercial.

## Medición de la resistencia de la tierra

Existen varios métodos para medir la resistencia de la tierra, explicaremos dos de ellos.

Un método se basa en el empleo de un megger. Este es probablemente el más fácil y preciso. Se coloca una terminal del megger en el bastón de tierra que se va a medir y la otra en el extremo de un bastón de tierra auxiliar que deberá ponerse en la misma forma pero separado una buena distancia (dependiendo del megger utilizado). Entonces se opera el megger para generar un voltaje y medir la resistencia en la trayectoria de la toma de tierra. La Figura 3 ilustra el método.

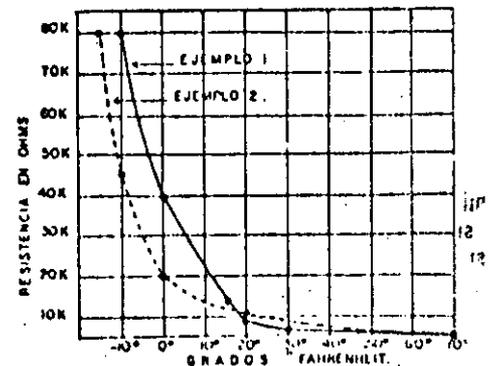


Figura No. 3

Otro método se basa en el uso de un óhmetro y dos varillas adicionales. ¿Por qué dos varillas extras? Bueno, una tierra que esté en uso, sea una llave de agua o una varilla enterrada a unos m. de profundidad tiene unos componentes de corriente alterna (causada por corriente de tierra) y una de corriente directa (causada por acción electrolytica);

por esto se necesitan dos varillas extras para tomar una serie de lecturas eliminando ambos componentes y obtener una lectura real. La figura 4 muestra la forma de poner las varillas extras con respecto a la tierra bajo prueba. Después de poner las varillas, las denominaremos con las letras A, B y C, siendo la A, la varilla de la tierra real o existente.

nótese que la resistencia a tierra es "muy alta" (34.5 ohms). Vamos en este ejemplo, a reducirla a 25 ohms o menos. Un método es poner más varillas enterradas como se explicó anteriormente, lo que equivale a poner resistencias en paralelo para disminuir la resistencia total si todas son conectadas entre sí. Esta prueba fue hecha enterrando tres varillas más a 2.5 ó 3 m. entre sí y del origen; conectadas como se ve en la Figura 6. Después de hacer esto y checando la tierra, se encontró que en tiempo húmedo de primavera la resistencia fue de 18 ohms y en época de sequía aumentó hasta cerca de 22 ó 23 ohms.

Otro método puede consistir en poner un bastón profundo dentro de la tierra. En una prueba con este método se encontró que una tierra que registra 270 ohms de resistencia a 2.5 m., mide sólo 10 ohms, a 12 m. de profundidad. Si su tierra es rocosa el poner más varillas no ayuda a disminuirla, además de la dificultad de hacerlo; el problema puede resolverse con el uso de sustancias químicas en la tierra. Para hacer esto deberá hacerse una fosa circular alrededor de la toma de tierra, de 30 cm. de ancho y de profundidad, con un radio aproximado de 45 cm. a partir de dicha toma, como se ve en la Figura 7. Se llena esta fosa con sulfato de cobre o sulfato de magnesio, después se moja bastante y se cubre con 8 cm. de tierra u arena. Este método es bueno para tierras que tienen alta resistencia. Su inconveniente es que la preparación decrece con el tiempo y debe renovarse cada año, de no hacerlo así la resistencia de la tierra podrá volver a aumentar a su valor original. La varilla también deberá ser revisada cada cierto tiempo, pues la acción química puede llegar a destruirla.

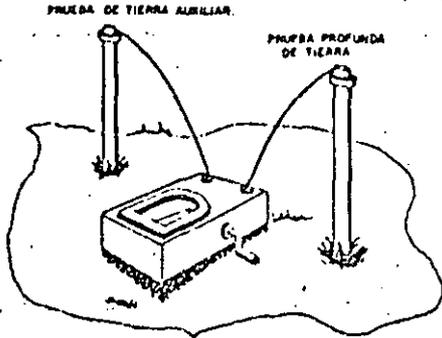


Figura No. 4

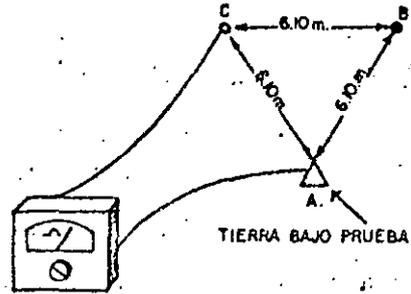


Figura No. 5

Se mide la resistencia entre A y B con el óhmetro puesto en el rango de la escala entre 100-150 ohms, se invierten los polos del óhmetro y se vuelve a tomar la lectura. Invertiendo las terminales nulificamos el efecto de los componentes de C.D.

Como un ejemplo del uso de este método detallamos una prueba típica que realizamos:

Paso 1.—La lectura de A-B fue de 93 ohms y de B-A de 67; sumándolos y dividiéndolos, por 2, obtenemos una lectura promedio de  $A+B=80$  ohms.

Paso 2.—La lectura de A-C fue de 103 y C-A de 71, el promedio de  $A+C=87$  ohms.

Paso 3.—La lectura de B-C fue de 83 y de C-B=113 ohms, sumando los valores y dividiéndolos por 2, obtenemos una lectura promedio de  $B+C=98$  ohms.

Paso 4.—Estos valores pueden ser substituidos en la siguiente ecuación:

$$\frac{(A + B) + (A + C) - (B + C)}{2} = \text{Valor de A en ohms.}$$

Haciendo la substitución de los valores tenemos que el valor de A es de 34.5 ohms.

Para gran precisión, la resistencia de la tierra auxiliar deberá ser cercana a la que se está midiendo y a una distancia mínima de 6 m. una de otra.

Esto se hace para evitar se sobrepongan sus áreas de resistencia efectiva. La lectura con un megger, fue 35.7 ohms, lo que revela que la exactitud del método del óhmetro es buena, aunque requiere un poco más de trabajo.

Disminución de la resistencia de la tierra

Con estos datos podemos ahora hacer disminuir la resistencia de la tierra si ésta es muy alta. En la mayoría de las ciudades norteamericanas, los estatutos del Código Nacional Eléctrico establecen que cualquier electrodo colocado dentro de la tierra deberá dar una lectura menor a 25 ohms a tierra. En el ejemplo dado

• NUEVAS BARRAS DE TIERRA DE 6" (CONECTELAS CON ALAMBRE DE COBRE DEL N° 6.)

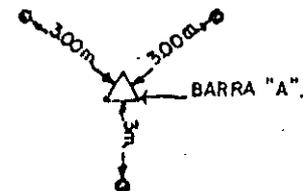


Figura No. 6

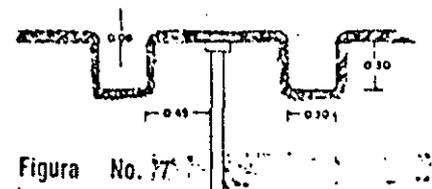
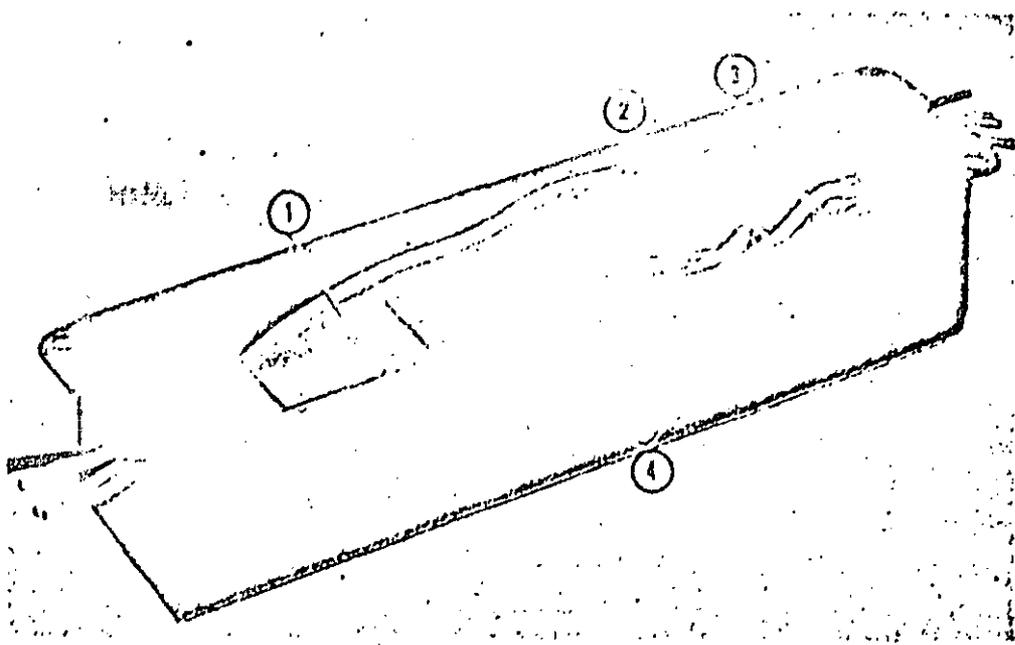


Figura No. 7

Tomado de la Revista Popular Electronics de Agosto 1971, por el Ing. Luis Cerbon.



**INSIDE THE BALLAST** components include: (1) power capacitor; (2) core and coil assembly; (3) radio-interference suppression capacitor; (4) thermal production for coil and capacitor. Most coils use Class A insulation; some new high-output designs use longer-lasting insulating techniques to improve reliability.

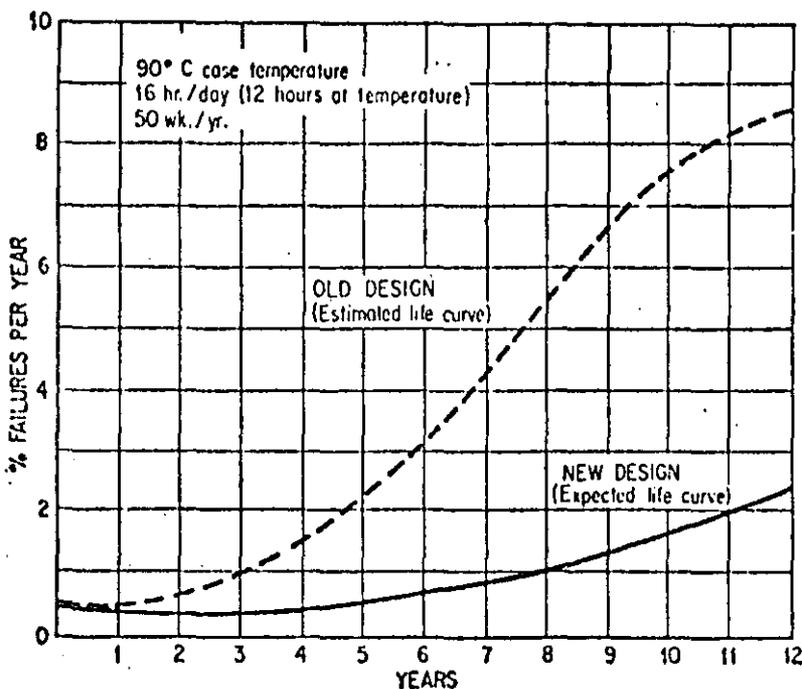
# Troubleshooting Fluorescent Faults

*A check-chart guide to fluorescent troubleshooting and a discussion of ballast life.*

BY ROBERT W. ZAROSI, *Ballast Sales Engineer, General Electric Co., Chicago, Ill.*

**S**INCE fluorescent lighting was first introduced at the 1939 New York World's Fair, there have been numerous advances in component design, reliability and efficiency. Among these are ballasts, of which there are an estimated 250 million in use today. Usually, the ballast is the first component suspected and checked when a fluorescent fixture is not functioning properly. Actually, as field experience has shown, the fault or trouble in most instances lies elsewhere.

A ballast, like a fluorescent lamp, starts its normal wearing-out process the first moment it is energized. It has a certain useful life span. The normal *average* life is 12 years or about 60,000 hours. This is based on a duty cycle of 16 hours/day, 6 days/week, 50 weeks/year at 90°C ballast case temperature as applied in a fluorescent fixture. This also assumes a regulated voltage supply. If ballasts are operated on longer duty cycles or at higher temperatures, their average life will be shortened. Longer daily duty cycles can shorten expected ballast life by years.



**FIG. 1—BALLAST RELIABILITY** curves compare failure rate of old (conventional) design with that of new design using newly developed insulation system. Chart is based on operating conditions noted.

## Heat Effect

Heat is an important factor in ballast life. Since most ballasts have Class A insulation, we can use the 10-degree half-life rule. That is: for every 10°C increase in operating temperature, the life of the ballast is cut in half. Conversely, it is possible to double the life of a ballast by lowering its operating temperature. There is evidence of this in some cool applications (80°C on ballast case) that have lasted 15 years thus far, and are still going strong with only a few ballast failures to date.

There are certain routine maintenance checks that should be made to insure full useful life of fluorescent lighting components. Among them are:

1. Assure that a well-regulated voltage supply is used.
2. Provide good lamp maintenance.

nance, including periodic lamp replacement.

Assuming there is not a heat problem, there are no other specific preventive maintenance measures for ballasts.

### Remaining Life

At times, especially after a known heating or voltage misapplication, we have been asked about a possible test to determine the remaining useful life of an installed ballast. This is impossible, since a ballast could check out to be perfectly good while its insulation system might be on verge of breakdown.

A check could be run on the ballast's open circuit voltage and cathode voltage to see if it is in good working order. This, however, is not a conclusive test and involves definite shock hazards due to the high secondary voltages of many ballast designs.

The simplest and most conclusive ballast test is to wire it in a fixture. If the lamp lights, the ballast is OK. Conversely, the simplest lamp test is to check the lamp in a properly wired fixture.

The accompanying troubleshooting chart shows a number of common trouble conditions encountered with fluorescent lighting. Each category has a list of "causes" arranged in order of frequency experienced in the field. Use these as basic checks to simplify your troubleshooting procedures.

### Greater Reliability

A new ballast insulation system has been developed and is currently being used in some 800- and 1500-ma fluorescent ballasts.

More than two years of accelerated life tests indicate up to four times greater reliability during the normal applied life of ballast models incorporating this unique insulation system. Fig. 1 compares the reliability curves of the new design with that of former old ballast design.

## TROUBLESHOOTING CHART

| CONDITION  | CHECK THESE POSSIBLE CAUSES   |
|--|---|
| Lamps Won't Start  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lamp failure</li> <li>2. Poor lamp-to-lampholder contact</li> <li>3. Incorrect wiring</li> <li>4. Low voltage supply</li> <li>5. Dirty lamps or lamp pins</li> <li>6. Defective starters*</li> <li>7. Low or high lamp bulb-wall temperature</li> <li>8. High humidity</li> <li>9. Fixture not grounded</li> <li>10. Improper ballast application</li> <li>11. Ballast failure</li> </ol> |
| Short Lamp Life  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Improper voltage</li> <li>2. Improper wiring</li> <li>3. Poor lamp-to-lampholder contact</li> <li>4. Extremely short duty cycle (greater than average number of lamp starts per day.) Check with lamp mfr.</li> <li>5. Defective starters*</li> <li>6. Defective lamps</li> <li>7. Improper ballast application</li> <li>8. Defective ballast</li> </ol>                                  |
| Lamp Flicker (spinning or swirling effect)                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. New lamps (should be operated 100 hours for proper seasoning)</li> <li>2. Defective starters*</li> <li>3. Drafts on lamp bulb from air-conditioning system (lamp too cold)</li> <li>4. Defective lamps</li> <li>5. Improper voltage</li> <li>6. Improper ballast application</li> <li>7. Defective ballast</li> </ol>   |
| Very Slow Starting   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Improper voltage—too low</li> <li>2. Inadequate lamp-starting-aid strip** (Refer to fixture mfr.)</li> <li>3. Poor lamp-to-lampholder contact</li> <li>4. Defective starter*</li> <li>5. Defective lamp</li> <li>6. Improper circuit wiring</li> <li>7. Improper ballast application</li> <li>8. High humidity</li> <li>9. Bulb-wall temperature too low or too high</li> </ol>           |
| Audible Ballast "Hum"  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Loose fixture louvers, panels or other parts</li> <li>2. Insecure ballast mounting</li> <li>3. Improper ballast selection (Refer to mfr's Ballast Sound Rating Calculator for corrective analysis and reliable answer.)</li> <li>4. Defective ballast</li> </ol>  |
| Excessive Ballast Heating (over 90°C ballast case temperature) | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Improper fixture design or ballast application (Refer to fixture mfr.)</li> <li>2. High voltage</li> <li>3. Improper wiring or installation</li> <li>4. Defective ballast</li> <li>5. Poor lamp maintenance (instant-start and preheat systems)</li> <li>6. Wrong type lamps</li> <li>7. Wrong number of lamps</li> </ol>   |

NOTES: For systems using Rapid-start (including 430-, 800-, and 1500-ma lamp ballasts), trigger-start, slimline and instant-start, and preheat (switch-start) ballasts.

\* Applies only to preheat (switch-start) circuits

\*\* Applies only to rapid-start and trigger-start circuits

## TROUBLESHOOTING MERCURY BALLASTS

*Here's a proven procedure for tracking down  
and eliminating troubles in mercury lamp circuits—  
a step-by-step approach for fast, accurate troubleshooting.*

BY MAURICE ROBERTSON, *Manager, Commercial Engineering, Jefferson Electric Co., Bellwood, Ill.*

### I. Read ballast nameplate.

- A. Check to see that wiring has been made in accordance with diagram.
- B. Check to see if proper lamp has been installed.
- C. Measure line voltage with entire system load turned on and determine if correct primary tap has been selected for (A) above.

### II. Replace lamp with new or otherwise known operative lamp. Caution: In case of violent lamp failure, do not replace lamp but first make electrical measurements 1, 3 and 4.

- A. If replacement lamp will not operate, make electrical measurements 1, 3 and 4 below.
- B. If measurements are satisfactory, then ballast is probably good and cause of trouble can be found elsewhere in the circuit.

4. Ballast secondary short-circuit current. (Starting current from Fig. 1)

5. Lamp operating voltage. (Value from Fig. 1)

6. Lamp operating current. (Value from Fig. 1)

Items 5 and 6 are suggested only if lamp is operating and it is felt that operation is not normal. Values given for item 2 are to be expected only when lamp is operating normally.

Values shown in Fig. 1 are offered only as approximations to determine whether a ballast is good or bad. It is not intended that the ballast under measurement must fall strictly within the various limits, as differences in meter movement, inherent resistance and calibration may produce variations.

### ADDITIONAL TIPS

I. A. Check all wiring for proper connections.

### B. Ballast loads

1. Has the correct primary tap been selected?
2. If ballast is mounted in a pole base, drip loops must be provided and splices taped to keep water from getting between conductor and insulation.

### ELECTRICAL MEASUREMENTS

1. Line voltage—value given on ballast nameplate.
2. Line current—value given on ballast nameplate.
3. Ballast secondary open-circuit voltage. (Value from Fig. 1)

FIG. 1—TYPICAL MERCURY LAMP DATA

| Lamp Type | Nominal Lamp Watts | LAMP                |      |        |                           |      |                                      |      |                                      |
|-----------|--------------------|---------------------|------|--------|---------------------------|------|--------------------------------------|------|--------------------------------------|
|           |                    | Minimum O.C. Volts* |      |        | Starting Current Amperes† |      | Approximate Operating Voltage Range‡ |      | Operating Current (Nominal—Amperes)‡ |
|           |                    | 50°F.               | 0°F. | -20°F. | Min.                      | Max. | Min.                                 | Max. |                                      |
| H-4       | 100                | 210                 | 250  | 265    | 0.9                       | 1.8  | 115                                  | 145  | 0.9                                  |
| H-38      | 100                | 200                 | 210  | 225    | 0.9                       | 1.8  | 115                                  | 145  | 0.9                                  |
| H-22      | 175                | 210                 | 230  | 250    | 1.5                       | 2.8  | 120                                  | 150  | 1.45                                 |
| H-39      | 175                | 200                 | 210  | 225    | 1.5                       | 2.8  | 120                                  | 150  | 1.45                                 |
| H-5       | 250                | 200                 | 240  | 260    | 2.1                       | 4.2  | 115                                  | 145  | 2.1                                  |
| H-1       | 400                | 200                 | 265  | 290    | 3.1                       | 6.5  | 120                                  | 150  | 3.2                                  |
| H-33      | 400                | 200                 | 210  | 225    | 3.1                       | 6.5  | 120                                  | 150  | 3.2                                  |
| H-18      | 700                | 400                 | 400  | 400    | 2.8                       | 7.5  | 240                                  | 290  | 2.8                                  |
| H-35      | 700                | 200                 | 270  | 300    | 2.8                       | 7.5  | 240                                  | 290  | 2.8                                  |
| H-12      | 1000               | 210                 | 315  | 380    | 8.0                       | 15.0 | 120                                  | 150  | 8.0                                  |
| H-34      | 1000               | 200                 | 270  | 300    | 8.0                       | 15.0 | 120                                  | 150  | 8.0                                  |
| H-15      | 1000               | 290                 | 380  | 440    | 4.0                       | 7.5  | 240                                  | 290  | 4.0                                  |
| H-36      | 1000               | 200                 | 285  | 365    | 4.0                       | 7.5  | 240                                  | 290  | 4.0                                  |

\* Open circuit volts are measured across the ballast lamp leads. Use voltmeter with at least 100 ohms per volt resistance. Do not use rectifier type meters. Temperatures denote reliable starting of lamps at the voltages shown.

† To measure starting current, short the lamp leads through an ammeter.

‡ Allow approximately 7 minutes warm-up time after lamps are turned on.

II. Check fixture for any abnormal conditions. Fixture lamp leads should be checked for fraying and electrical rating.

III. Test the entire system for grounds.

IV. Outdoor installations below grade-level.

- A. Check to see if ballasts were designed for below grade-level installation.
- B. Only rubber-encased or vault-type ballasts should be used below ground level.

V. Indoor installations.

- A. Check to see that there are no openings in the roof that might allow rain or melted snow to fall on or run along beams, trusses, etc., onto the ballast and/or lamp.
- B. A good electrical wiring practice in the case of ballasts or fixtures pendantly mounted to an overhead conduit network is to seal off the conduit opening. This seal is to prevent condensed moisture or water that may find its way into the conduit from running onto the ballasts or lamps.

VI. Three-phase lighting circuits.

- A. Delta systems should incorporate a 3-phase circuit breaker for protection. The use of fuses or single-pole breakers in each of the 3-phase lines of a Delta-connected system must be avoided. The NE Code prohibits the use of single-pole CBs in such a 3-phase circuit (Section 240-11). In such a system, if one fuse blows, two ballasts will be placed in series across the remaining phase causing damage to lamps and ballasts. Single-phase branches may be protected with fuses or single-phase breakers.
- B. In ungrounded systems, it is wise to incorporate a ground detector. Multiple grounds on systems utilizing ballasts of the autotransformer type can cause ballast burnout and violent lamp failures. Insulated ballasts having no internal connection between line and lamp circuits, such as certain constant-wattage ballasts, are recommended on ungrounded systems.
- C. Grounded systems (120 volt or 277 volt) are preferred and result in less field trouble.

# OPERACION DE GRANDES SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

Por el Ing. Jorge Cabrera León.

## GENERALIDADES

Existen cuatro nuevos sistemas de refrigeración para manejar grandes cargas, de 90 a 1160 toneladas, dependiendo de la marca y modelo. Estos sistemas pueden operar por medio de turbo-compresores, equipo de absorción, compresores de tornillo helicoidal y reciprocantes, estando todos herméticamente contruidos.

## REFRIGERANTES

En estos equipos se emplea un refrigerante "primario" y otro "secundario". Los refrigerantes "primarios" en los turbo-compresores y de tornillo helicoidal que se emplean comúnmente son R 11, R 12, R 22, R 114, R 500 y el amoníaco.

La solución de bromuro de litio y el agua destilada producen el efecto refrigerante en el sistema por absorción. El refrigerante "secundario" empleado en todos estos equipos es el agua por lo que se conocen generalmente como "Sistemas Centrales de Agua Helada".

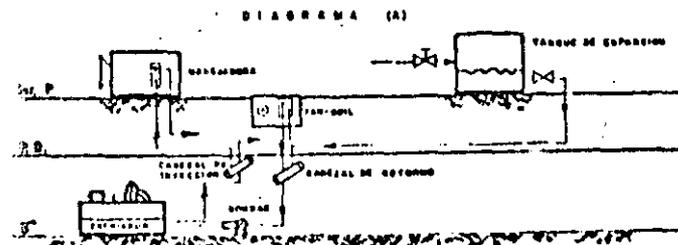
Estos sistemas se clasifican como equipos centrales ya que son instalados generalmente en la casa de máquinas de las unidades y operan en tiempo de calor.

El equipo central requiere de un sistema secundario, formado por "Manejadoras de Aire" (Unizonas y Multizonas) y unidades Fan & Coil (ventilador y serpentín) o una combinación de ambas; a este sistema se le suministra el agua helada que circula a través de sus serpentines.

## EQUIPO

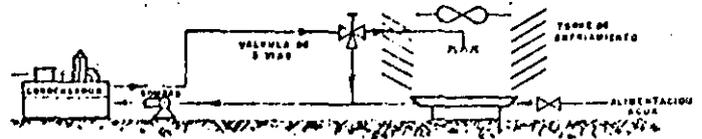
Como una parte indispensable para el buen funcionamiento del equipo central, se requiere la instalación de:

A).—Un grupo de bombas centrífugas para el "Agua Helada" que son las encargadas de cerrar el circuito entre el enfriador (Chiller) del equipo central y los serpentines del sistema secundario.



B).—Un grupo de bombas centrífugas que hacen circular el agua en el circuito que viene de la torre de enfriamiento o condensadores evaporativos y que pasa a través del intercambiador de calor en el condensador de la unidad.

DIAGRAMA (B)



C).—Una o varias torres de enfriamiento conectadas en serie con uno o varios condensadores de casco y tubo, o condensadores evaporativos.

D).—Un tanque de expansión o compensación que tiene por objeto absorber los cambios de volumen del agua de refrigeración debidos a las variaciones de temperatura exterior, así como reponer el agua que se pierde en el sistema por fugas. Además sirve también como carga estática de las bombas. Existen dos tipos principales: Abierto y Cerrado.

## UNIDADES DE TURBO-COMPRESOR

Estas unidades son conocidas más comúnmente como centrífugas, son del grupo motor-compresor o del tipo abierto que tiene separado el motor del compresor y pueden ser totalmente herméticas. En la fig. número 1 se muestra el diagrama del flujo de sus refrigerantes "primario" y "secundario", así como los fluxes o tubos del condensador y del enfriador, el grupo motor-compresor hermético y también el tablero de control eléctrico.

Como parte adicional del equipo tenemos:

A).—Una bomba auxiliar para lubricar con aceite las partes móviles y baleros del compresor antes del arranque.

B).—Un sistema de enfriamiento y separación del aceite del refrigerante por medio de un tanque separador y filtro, así como una bomba jet, para lubricación cuando el compresor trabaja normalmente. Fig. No. 2.

C).—Una unidad de purga para eliminar los gases no condensables dentro de la cubierta del condensador-enfriador. Fig. No. 3.

En resumen un turbo-compresor consta de:

- 1.—Motor eléctrico de inducción tipo jaula de ardilla, hermético o abierto dependiendo del modelo.
- 2.—Una turbina centrífuga de impulsor cerrado con accionamiento horizontal.
- 3.—Cuerpo cilíndrico dividido longitudinalmente en donde se encuentran alojados los serpentines intercambiadores de calor del condensador y enfriador (Chiller). Fig. No. 4.

4.—Recibidor formado de cámara de flotación y válvula de flotador, con mirilla colocada en la parte media del cuerpo cilíndrico. Fig. No. 5.

5.—Tablero de control electrónico.

#### Equipo auxiliar

6.—Bomba de lubricación de aceite, tipo jet. Fig. No. 2.

7.—Sistema de enfriamiento de lubricación. Fig. No. 2.

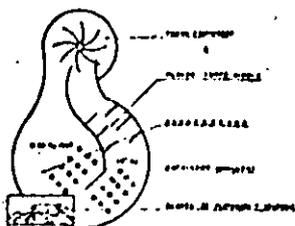
8.—Unidad de purga. Fig. No. 3.

9.—Motor del control de las aspas de pre-rotación. Fig. No. 6.

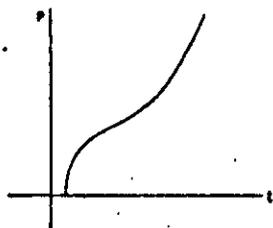
### CICLO DE REFRIGERACION EN LOS TURBO-COMPRESORES

El turbo compresor centrífugo es una unidad hermética donde el ciclo de refrigeración se efectúa a 12" de mercurio de vacío o presión negativa.

Sabemos que para efectuar un ciclo es necesaria la intervención de un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador. En el esquema de la figura No. 4 se muestra el recibidor de una placa rompe-niebla en la succión del compresor.



También sabemos que al disminuir la presión del gas refrigerante alcanza más rápidamente su punto de ebullición. Fig. No. 7.



Al empezar a trabajar el turbo-compresor, las aspas de pre-rotación deben estar casi cerradas para que el motor pueda alcanzar las revoluciones que indica su placa, aumentando gradualmente la carga. En ese instante la turbina comienza a elevar la presión y la temperatura del gas con la velocidad centrífuga y lo manda al condensador.

En el serpentín del condensador circula el agua de la torre de enfriamiento (agua de enfriamiento) y al entrar el gas en contacto con los tubos del serpentín se efectúa un intercambio de calor cedido por el gas a alta presión, éste se condensa y pasa en forma líquida al recibidor donde se encuentra la válvula de flotador para alta presión. Aquí se hace la separación teórica de alta y baja presión en el sistema.

A medida que aumenta el líquido en el recibidor se va abriendo la válvula del flotador que actúa como válvula de expansión dejando pasar el líquido al evaporador, en forma de diminutas gotas de una mezcla de aceite y gas refrigerante. La presión de vacío que succiona y la velocidad centrífuga del impulsor, hacen pasar el gas por las placas rompe-niebla para que no llegue en forma líquida hasta él, cerrando el ciclo.

Dentro del evaporador y al sufrir la expansión, el gas absorbe el calor del agua que está pasando a través del serpentín, enfriándola (refrigerante secundario) y haciéndola pasar por el circuito que muestra el diagrama A.

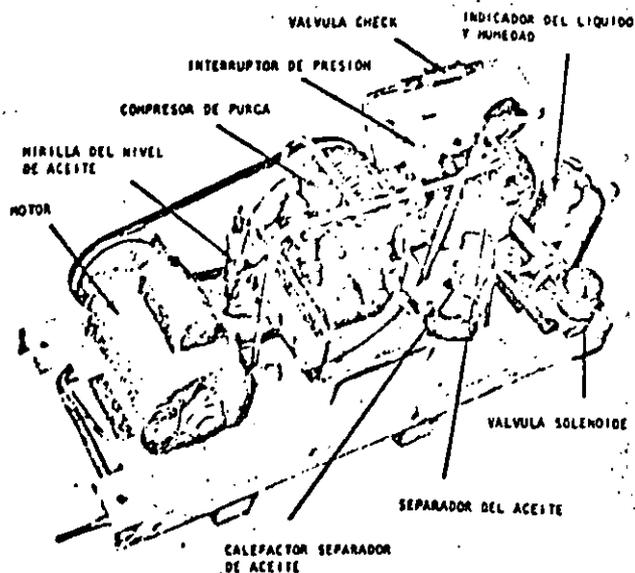


FIG. 3 UNIDAD DE PURGA Y RECUPERACION DEL REFRIGERANTE.

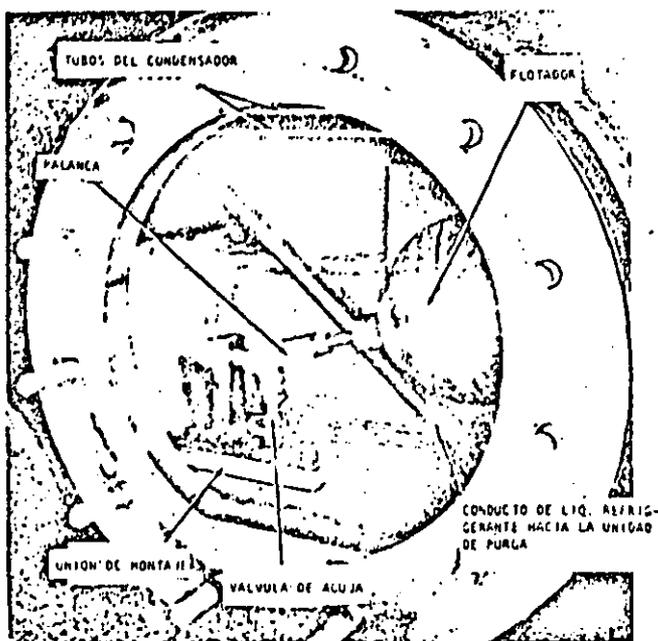


FIG. 5 VALVULA DE FLOTADOR DE ALTA PRESION

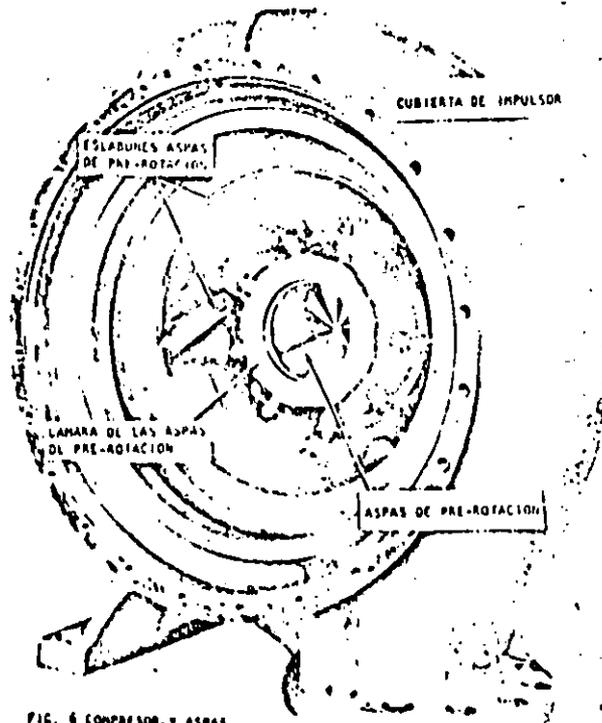


FIG. 6 COMPRESOR Y ASPAS

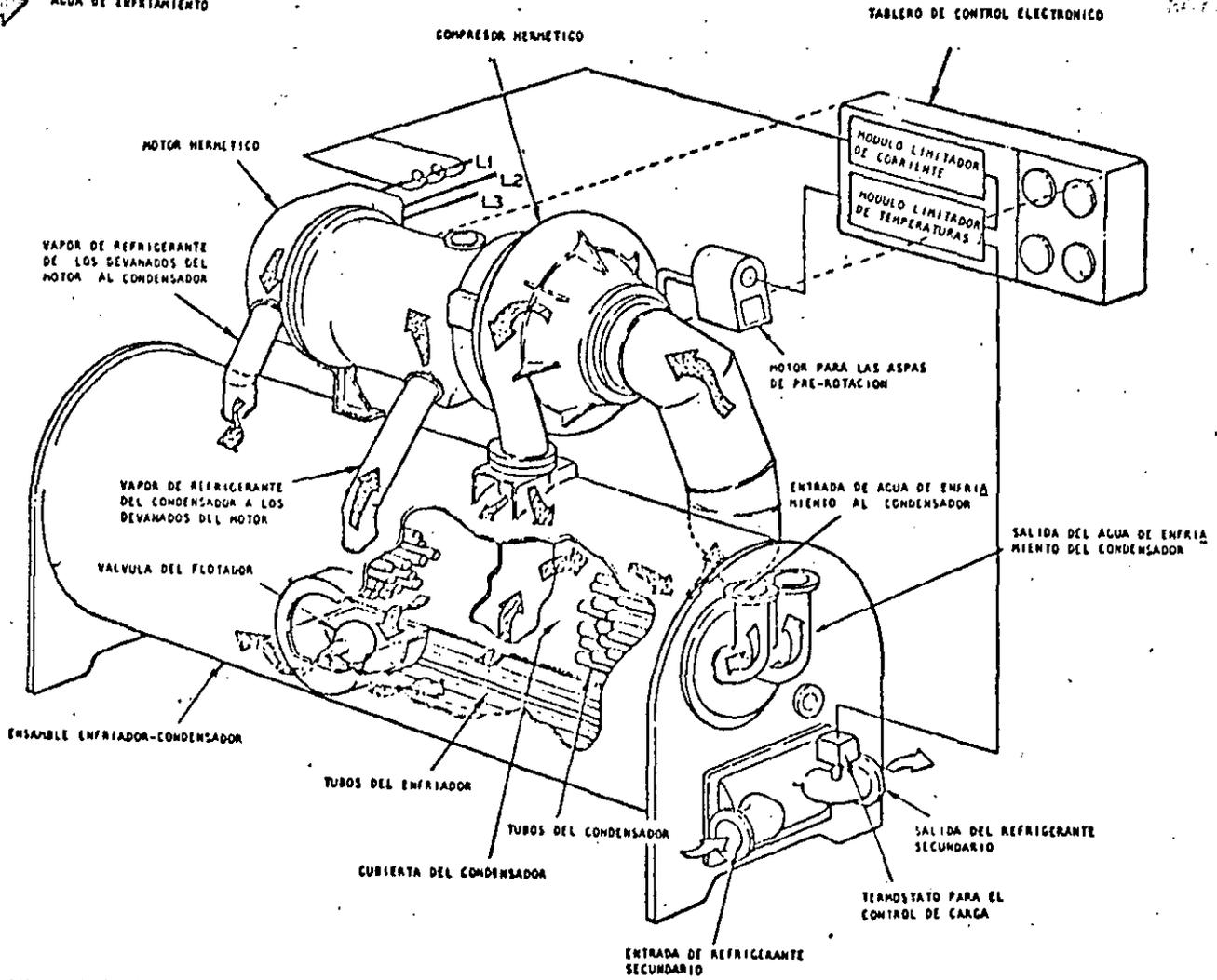
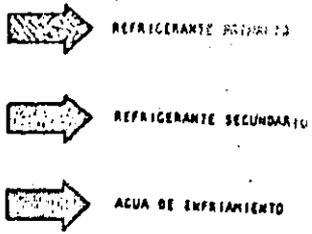
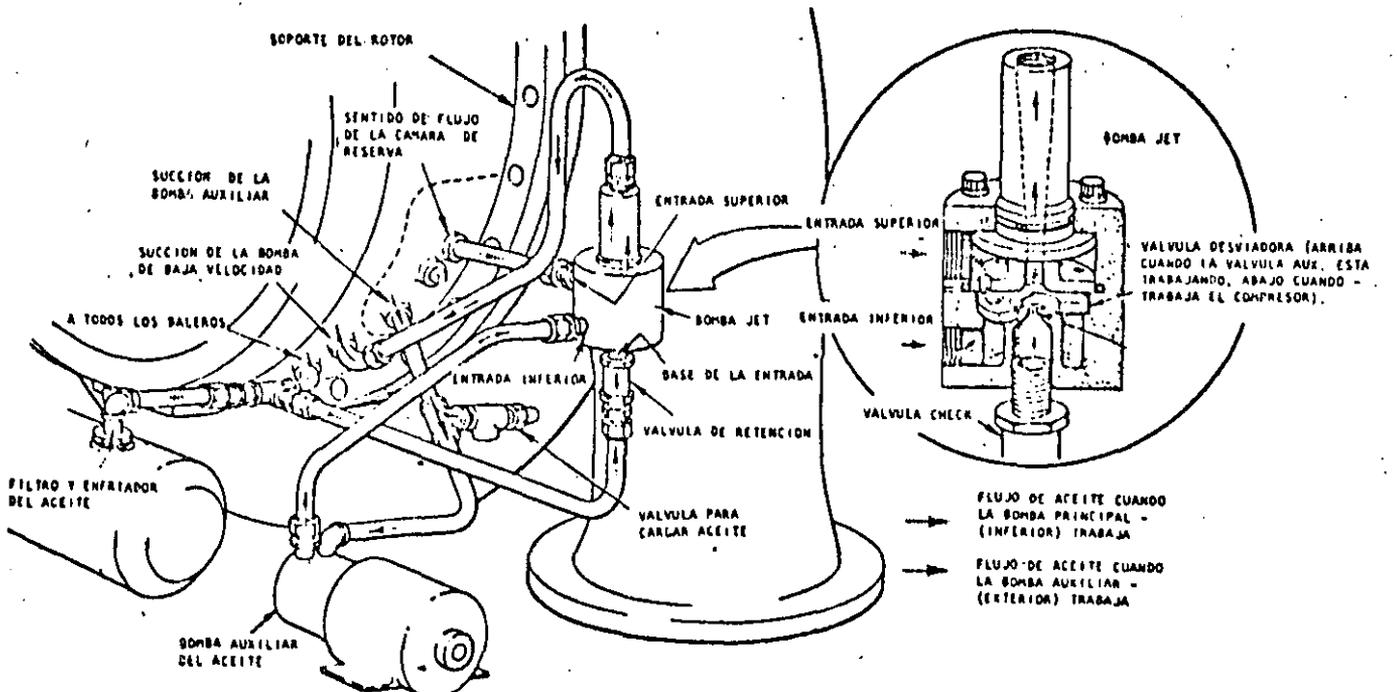


FIG. 1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA TURBO COMPRESOR HERMETICO.



# CONTROLES DE PLANTAS DE EMERGENCIA

Por el Ing. Ramón Muñoz Esquivel

En el IMSS, muchas plantas de emergencia son operadas a través de controles Synchro Start o Master Control, Modelo 1446S2. En la actualidad las fábricas que las producen se han fusionado, lo que explica por qué esas dos marcas aparentemente diferentes, tienen el mismo modelo y por lo tanto los controles son idénticos. La mayoría de las veces, sus fallas son simples y sin embargo los operadores tienen grandes problemas para localizarlas por carecer de instructivos de tales equipos. Dada la importancia de las plantas de emergencia, nuestra Jefatura tiene un gran interés en hacer llegar instructivos que ayuden a los operadores a resolver problemas menores y a dar un mantenimiento efectivo a su equipo de control. Las figuras 1 y 2 muestran la forma física del control y sus componentes.

## COMPONENTES

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> son relevadores magnéticos en tanto que T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> son térmicos. El control posee además dos luces: una para indicar el bloqueo en el arranque (overcrank) y la otra para indicar que la máquina se paró por alguna falla (stop).

R<sub>1</sub> — Este relevador es de ignición; permite que se cierre el circuito de la bobina que controla la admisión de aire o combustible.

R<sub>2</sub> — Relevador de ignición del circuito de la marcha (provoca que ésta entre en servicio).

R<sub>3</sub> — Relevador de protección para bloquear cualquier intento extra de arranque cuando se ha cubierto cierto tiempo y la máquina no ha logrado arrancar.

R<sub>4</sub> — Relevador de paro; este relevador recibe señales de cualquier falla (excepto de falla de arranque) y es el encargado de parar la máquina y bloquearla.

T<sub>1</sub> — Este relevador se encarga de limitar el número de intentos de arranque.

T<sub>2</sub> — Este relevador controla el tiempo de cada intento de arranque.

T<sub>3</sub> — Relevador de retardo del paro de la planta por baja presión de aceite. (Esto se requiere por posibles burbujas en el aceite).

SEL. — Botón selector de operación AUTOMÁTICA-FUERA-MANUAL

CB — Protección del control.

## Fallas en el arranque.

Cuando una máquina no quiere arrancar; independientemente de la forma en que se presente esta falla, existen en común varias posibilidades, que son:

- Falta de combustible.
- Conexiones flojas en la bobina del combustible.
- Baterías parcialmente descargadas.
- Conexiones flojas en la batería.
- Relevador R<sub>1</sub> dañado.
- Protección del control operada.
- Mal estado de la marcha.

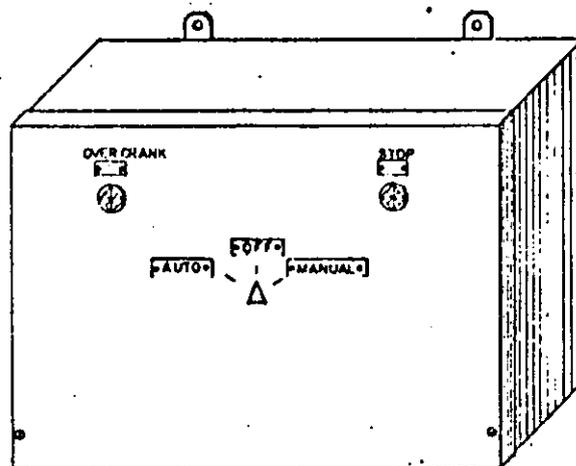


Fig. No. 1

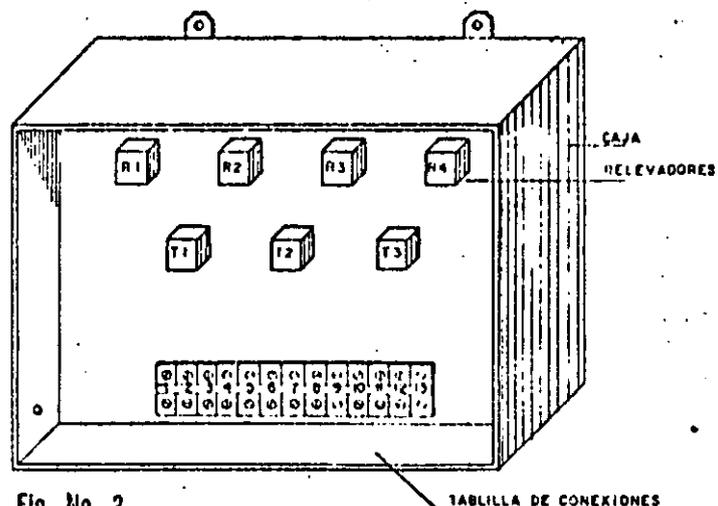
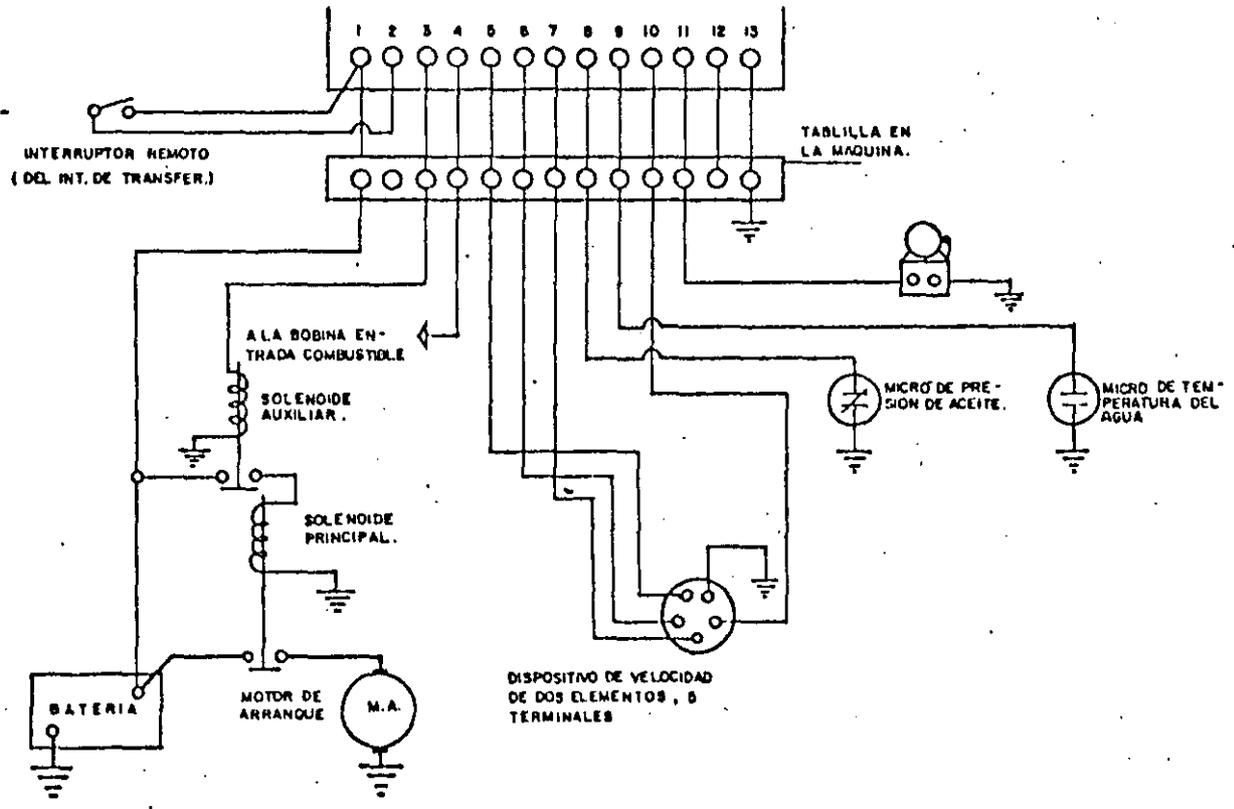


Fig. No. 2

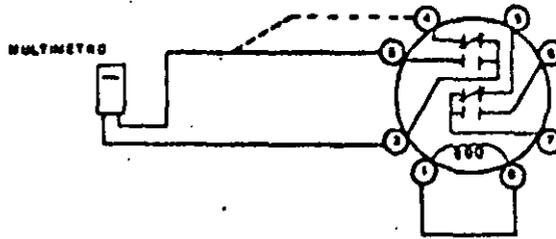
CONTROL DE PLANTAS DE EMERGENCIA MARCA —  
SYNCHRO START O MASTER CONTROL MODELO 1446S2

# CUADRO DE LOCALIZACION DE FALLAS

| FALLA   | LOCALIZACION   |
|---|--|
| La máquina no hace ningún intento de arranque.  | Si la posición del SEL es AUTO, la conexión 2 puede estar floja o el retardador de paro, dañado.<br>Conexiones flojas de la batería.<br>Relevador R <sub>2</sub> dañado.<br>Selector en mal estado.  |
| La máquina realiza un número indefinido de intentos de arranque.  | Relevador T <sub>1</sub> dañado.<br>Relevador R <sub>3</sub> dañado.   |
| La máquina agota sus intentos de arranque y queda bloqueada.  | Solenoides de la marcha o auxillar en mal estado o conexiones falsas.  |
| La máquina prolonga el tiempo de arranque sin lapso de descanso.  | Relevador T <sub>2</sub> dañado.   |
| La máquina prolonga el tiempo de arranque indefinidamente, sin lapso de descanso.                           | Relevador T <sub>1</sub> y T <sub>2</sub> dañados.   |
| La marcha se queda pegada.  | El microinterruptor SCS-NC (montado en el dispositivo de velocidad) no abre por estar dañado o por mal ajuste del dispositivo de velocidad.  |
| La máquina no se para a pesar de haber fallas de baja presión de aceite, sobrevelocidad o alta temperatura. | El microinterruptor correspondiente no mandó señal por deterioro o mal ajuste del dispositivo.<br>Relevador R <sub>4</sub> dañado.<br>Si la falla fue por baja presión de aceite, puede estar además en mal estado el relevador T <sub>3</sub> . |



LOS RELEVADORES R1, R2, R3 Y R4 SON INTERCANDIABLES Y DEBEN PROBARSE ASI:



BASE DEL RELEVADOR (VISTA INFERIOR)  
E4VCC (E12, SEGUN VOLTAJE DE OPERACION)

| LUGAR DE CONEXION DEL MULTIMETRO | VALORES DE RESISTENCIA CON EL RELE SIN ENERGIA EN $\Omega$ | VALORES DE RESISTENCIA CON EL RELE ENERGIZADO EN $\Omega$ |
|----------------------------------|--|---|
| 3 - 4                            | $\infty$   | 0   |
| 3 - 7                            | 0  | $\infty$  |
| 7 - 8                            | 0  | $\infty$  |
| 7 - 6                            | $\infty$   | 0   |

RELEVADOR T1 OPERACION RETARDADA

|  | CON ENERGIA EN EL RELE.<br>LECTURA EN $\Omega$ | SIN ENERGIA EN EL RELE.<br>LECTURA EN $\Omega$ |
|--|--|--|
|  |  | 0  |

RELEVADOR T2 OPERACION RETARDADA

|  | POS DEL MULTIMETRO | CON ENERGIA EN EL RELE.<br>LECTURA EN $\Omega$ | SIN ENERGIA EN EL RELE.<br>LECTURA EN $\Omega$ |
|--|--------------------|--|--|
|  | 7-8                | $\infty$                                       | 0  |
|  | 7-6                | f  | f  |

EL VALOR DE LA RESISTENCIA f EN EL MULTIMETRO NO ES NI CERO NI INFINITO.

RELEVADOR T3 OPERACION RETARDADA

|  | CON ENERGIA EN EL RELE.<br>LECTURA EN $\Omega$ | SIN ENERGIA EN EL RELE.<br>LECTURA EN $\Omega$ |
|--|--|--|
|  |  | 0  |

# RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD PARA EL MANEJO DE CALDERAS

Por el Ing. Alfonso Gorráez Enrile  
Instructor del Depto. de Capacitación

Los trabajadores que operan calderas están expuestos a sufrir accidentes, unas veces por ignorancia y otras por descuido, ocasionándose daños y a veces la muerte con la consecuente pérdida de tiempo y dinero. Hacemos estas recomendaciones para prevenir dichos accidentes.

## PREPARACION DE LA CALDERA PARA PONERLA EN SERVICIO CUANDO HA ESTADO EN REPARACION:

Antes de poner una caldera en servicio, debe inspeccionarse su interior y exterior para cerciorarse de que esté limpia y en condiciones de servicio, verificando que en su interior no haya quedado ningún objeto, como herramienta u otros materiales. Todas las válvulas de la caldera deben examinarse y ver que se encuentren en buenas condiciones, revisando los asientos, discos, empaquetadura y la suavidad de operación de los vástagos. Los registros, manómetros, columna de agua, tableros de control, ventiladores y demás equipo se examinarán cuidadosamente, asegurándose que las cámaras de combustión estén limpias y en condiciones de operación.

Las calderas que posean puercas adelante y atrás, deberán dejarse abiertas cuando empiece a subir la presión con el objeto de observar mejor las filtraciones que pudieran haber.

## NIVEL DE AGUA

Una de las más importantes recomendaciones para la operación segura de las calderas es que el agua se conserve a un nivel adecuado. Existen dos medios para comprobar el nivel de agua en una caldera.

- a) Por el tubo de nivel de agua.
- b) Por las llaves de prueba.

El tubo de nivel de agua. Si por cualquier circunstancia estuvieran total o parcialmente tapados los conductos de vapor o el del agua que comunican con el tubo de nivel de la caldera, el nivel observado en él no será el verdadero, por ello que es conveniente establecer la práctica de probarlo. Para hacerlo se cierra la llave del conducto de agua, se abre la llave del conducto de vapor y se descarga al piso por la purga. Esta operación se repetirá varias veces durante el turno y más a menudo cuando se ha experimentado algún trastorno en la alimentación de agua.

**Llaves de prueba.**—Para cerciorarse de que el nivel de agua que se observa en la caldera es realmente el mismo que muestra el tubo de vidrio de nivel, se usan las llaves de prueba.

Siempre que el agua se pierda en el nivel por la parte superior o inferior, se usarán de inmediato las llaves de prueba para determinar aproximadamente el nivel de agua de la caldera. **NO HAY QUE CONFIARSE ENTERAMENTE EN ALARMAS AUTOMATICAS O EN REGULADORES DE ALIMENTACION QUE AVISAN CUANDO BAJA EL NIVEL DE AGUA, ESTOS APARATOS CON FRECUENCIA SE ENCUENTRAN DESAJUSTADOS.**

## BAJO NIVEL DE AGUA

Cuando el agua de la caldera no es visible en el tubo de nivel, opérense los grifos de prueba para verificar si el nivel está arriba o abajo del cristal. El hecho de que el agua desaparezca en el nivel, debe considerarse como un peligro grave en el funcionamiento de una caldera. Generalmente se produce esta anomalía por falta de atención para mantener el agua en su nivel correcto. Por otra parte, los accidentes graves pueden llegar a la explosión.

Siempre que baje la presión en la caldera, debe tenerse presente que una de las causas puede ser que el nivel de agua sea demasiado bajo; para cerciorarse se debe probar el nivel en la forma indicada.

## MODO DE PROCEDER CUANDO BAJA EL NIVEL DE AGUA

Cuando el agua en la caldera baja y no es visible en el tubo de nivel ni en las llaves de prueba, se procederá de inmediato bajo las siguientes instrucciones:

- a) Se apaga totalmente la caldera y se deja que baje la presión.
- b) No se le introduce agua porque podría explotar.
- c) Se cierran todas las entradas de aire a la caldera y todos los medios mecánicos para producir el tiro.
- d) Si la caldera está en un recinto cerrado en el que exista un ventilador, se le hace parar y se evita toda corriente de aire.

No se debe intentar restablecer el nivel de agua abriendo la alimentación a la caldera por las razones que ya se dijeron. Una vez que los fuegos se hayan apagado y la caldera esté fría, se dejará fuera de servicio para inspeccionarla cuidadosamente y determinar las causas que originaron la falta de agua.

# ELABORACION Y USO DE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Por el Ing. Arturo Munguía Castelló,  
Instructor del Depto. de Capacitación.

El presente artículo que lleva título de Elaboración y Uso de las "Rutinas de mantenimiento" es un cúmulo de SUGERENCIAS con el fin de aclarar un poco el concepto de rutina y presentar un ejemplo. Principiaremos por definir la palabra rutina, tal como fue concebida para elaborar el manual de "Rutinas de Plomería y Electricidad" a partir del año de 1967, por los miembros que formamos una oficina llamada Control de Calidad.

## RUTINA.—

Hábito adquirido de hacer las cosas por mera práctica y sin razonarlas.

Las rutinas deben elaborarse para aquellas actividades que se repiten o se deban repetir seguidas, constantemente o en periodos cortos; por lo tanto, antes de elaborar una rutina es necesario investigar qué tan seguido se presenta tal o cual actividad y sopesar, si es conveniente rutinizarla o es preferible elaborar un manual de procedimientos a manera de catálogo de las actividades que se presentan rara vez.

Para aclarar un poco lo anterior consideramos la experiencia siguiente:

El armado y desarmado de un equipo representa un problema que debe ser resuelto mediante una secuela de procedimientos y con la elección de determinadas herramientas. Cuando dicha operación no se realiza con frecuencia sino eventualmente, de un año o más por ejemplo, resulta que el procedimiento establecido para ella se olvida y al tenerse que repetir la operación se vuelve a recorrer el mismo camino de aprendizaje.

Si se hubiera tomado nota de la herramienta necesaria y de la secuencia de los procedimientos efectuados, seguramente se habría ahorrado mucho tiempo y esfuerzo. Esto, constituiría el Manual de Procedimientos de Actividades de Mantenimiento y no una rutina.

Volviendo a las rutinas y habiendo aclarado en qué casos se deben elaborar, mencionaremos las características y datos que deben tener.

10. Actividades.
20. Condiciones de operación.
30. Desarrollo de las operaciones.
40. Nivel de eficiencia.

10. Las actividades son la descripción de las acciones que van a realizarse en la rutina.

20. Las condiciones de operación son los lugares donde se efectúan, las herramientas necesarias y el material o relaciones a utilizar.

30. Las operaciones son la descripción detallada de las actividades a realizar mencionando cómo se deben efectuar y con qué herramienta y material.

40. El nivel de eficiencia se refiere al tiempo en que se realiza la rutina, a la calidad o exactitud con que se debe realizar y a la frecuencia con que debe efectuarse.

En otras palabras una rutina de establecer:

10. Qué se va hacer.
20. Con qué se va hacer.
30. Cómo se va hacer.
40. Cuánto tiempo consumirá, con qué precisión y cada que tiempo se va hacer.

Además de lo anterior una rutina debe tener toda la información técnica necesaria con el objeto de que cualquier persona pueda realizarla; no se debe olvidar tampoco el control que se lleva al realizar cualquier trabajo como son los materiales, el tiempo, etc. que se registra en las órdenes de trabajo del I.M.S.S.

Como ejemplo de rutina se presenta una de plomería señalando las características anteriores.

## RUTINA DE REVISION Y CORRECCION DE TAZA DE W.C. CON FLUXOMETRO HELVEX.

### RUTINA DE REVISION.—

1.—Revise si la taza está tapada jalando la palanca del fluxómetro, si lo está bombee con el chupón de hule por transcurso de 3 minutos; si no logra destaparla, haga un reporte a Conservación, para que se efectúe con una orden de Mantenimiento Correctivo.

2.—Revise si la presión del fluxómetro es la adecuada, si no lo es trate de regularla con el tornillo de la válvula de retención. Si no lo logra, proceda conforme a la Rutina de Corrección correspondiente.

3.—Revise si la palanca del fluxómetro gotea al ser accionada, en cuyo caso proceda conforme a la Rutina de Corrección correspondiente.

4.—Revise si la cantidad de agua que pasa por el fluxómetro es suficiente para llenar y vaciar la taza haciendo sifón, en caso contrario proceda conforme a la Rutina de Corrección correspondiente.

5.—Revise si se fuga agua por la base de la taza, y si está flojo el mueble, en

cuyo caso proceda conforme a la Rutina de Corrección correspondiente.

6.—Revise que las tuercas de la bisagra del asiento, no estén flojas o le falta alguna.

Si en alguna de las revisiones anteriores se localiza el desperfecto proceda en cada caso como se indica.

Tiempo total de revisión 30 segundos.

### RUTINA DE CORRECCION.—

Herramienta necesaria.—Llaves inglesas Nos. 6 y 15. Pinzas de chofer No. 10. Suplete de gasolina de un litro. Desarmadores 3/8" x 6" y 3/16" x 3". Chupón para plomo. Chupón de hule No. 8. Trozo de lija para cobre. Martillo de golpe de 1/2 libra. Punto de acero para marcas de 3". Barreno de mano 5/32". Gancho de alambre, trozo de franela. Cincel de 3/8" x 4".

Material necesario.—Rondana de cuero B-11 Helvex y rondana de bronce correspondiente. Empaque de fibra Helvex A-31. Tuerca de bronce B-13 Helvex. Empaque de hule S-14-A Helvex. Tornillo de bronce 5/32" x 1/2" cabeza de gota. Empaque H-50-A Helvex. Trozo de plomo 1/4 Kgr. Junta Prohel. Estopa. Caja de cerillos. Pijas para fijar muebles sanitarios, rondanas y tuercas para asiento de W.C. Mastique 1/4 Kgs. Rondana de plástico para tapa de W.C.

Procedimiento.—2.—Si en la revisión correspondiente no pudo regular la presión con el tornillo de la válvula de retención, proceda como se indica.

a) Cierre la válvula de alimentación de la zona.

b) Con la llave inglesa No. 15, desarme la válvula de retención del fluxómetro y saque las piezas.

c) Con el desarmador 3/8" x 6" quite el empaque H-50-A, Helvex, limpie los asientos y coloque el nuevo (Ver Fig.).

d) Arme la válvula, colóquela en su lugar y apriete con la llave inglesa No. 15.

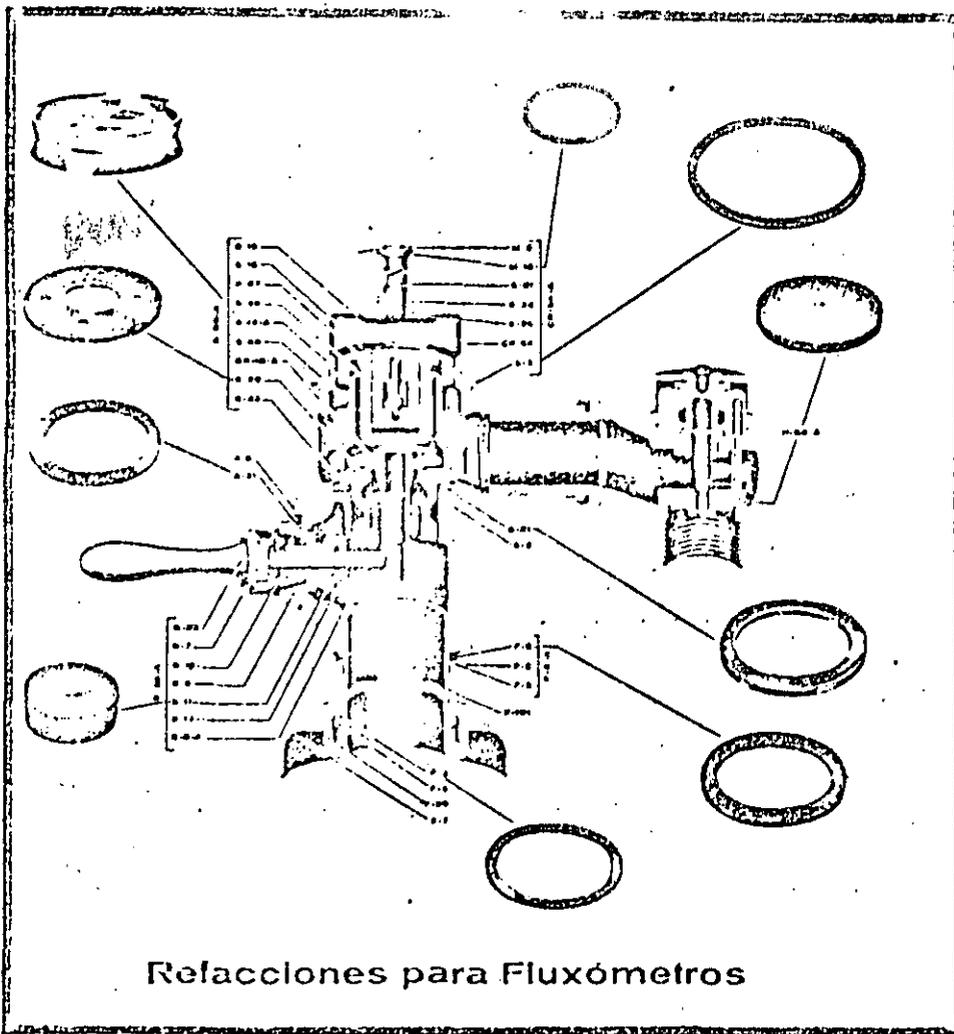
e) Abra la válvula de alimentación de la zona y regule la presión como en la revisión.

TIEMPO MINIMO 6 MINUTOS.

TIEMPO MAXIMO 12 MINUTOS.

3.—Si la palanca del fluxómetro gotea al ser accionada proceda:

a) Con la llave inglesa No. 15, afloje la tuerca y saque la palanca.



Refacciones para Fluxómetros

- a) Con el desarmador 3/8" x 6" cierre la válvula de retención del fluxómetro.
- b) Con la llave inglesa No. 15, afloje y saque la tuerca unión de la válvula de retención con el fluxómetro.
- c) En caso que se tenga goteador de desodorante entre el asiento y taza, afloje y quite las tuercas que sostienen el asiento con la llave española 11/16" x 19/32".
- d) Con la llave española 3/8" x 7/16" quite las pijas que sostienen la base del W.C. ayudándose con las pinzas.
- e) Retire la taza de su lugar.
- f) Ponga a derretir el plomo en el cucharón, con el soplete.
- g) Quite la junta Prohel usada y barra o limpie con estopa.
- h) Saque los pedazos de taquete de los taladros, con las pinzas, cincel y martillo, con el gancho de alambre rellene de estopa los taladros con el fin de secarlos perfectamente.
- i) Rellene los agujeros con plomo derretido.
- j) Con el punto localice el centro del taladro y golpee con el martillo, con la barrena 5/32" haga el agujero para la pija.
- k) Coloque las pijas atornillándolas a media carrera y déjelas en esa posición (quite las tuercas hexagonales).
- l) Coloque la nueva junta Prohel.
- m) Coloque mastique alrededor de donde asienta la taza.
- n) Coloque la taza en su lugar guiándose con las pijas.
- ñ) Coloque las rondanas y tuercas de las pijas, apriete con la llave española 7/16" con 3/8".
- o) Coloque la tapa asiento del W.C. apriete las tuercas de las bisagras con la llave española 11/16" y 19/32".
- p) Conecte la tuerca unión del fluxómetro y apriete con la llave inglesa No. 15.
- q) Abra la válvula de retención y regule la presión con el desarmador 3/8" x 6".
- r) Compruebe si el trabajo es correcto accionando varias veces la palanca del fluxómetro.

- b) Con la llave inglesa No. 6, afloje la tuerca de bronce U-13 y sáquela.
- c) Revise y apriete las piezas que forman la palanca.
- d) Quite las rondanas gastadas B-11 Helvex y la de bronce correspondiente, limpie los asientos con franela.
- e) Coloque las nuevas rondanas de bronce y B-11 con una nueva tuerca B-13 Helvex, en el vástago de la palanca, apriete la tuerca con la mano y la franela, NO DEBE USARSE NINGUNA HERRAMIENTA.
- NOTA.—Si la tuerca no entra habrá que rebajar el vástago con la lija para cobre.
- f) Cambie el empaque A-31 Helvex en caso necesario y coloque la palanca en su lugar.
- g) Apriete con la llave inglesa No. 15, la tuerca de la palanca.
- h) Pruebe si no escapa agua como en la revisión.

- b) Si no lo consigue, con el desarmador 3/8" x 8" cierre la válvula de retención del fluxómetro y saque las piezas.
- c) Con la válvula cerrada y con la llave inglesa No. 15, desarme la cabeza del fluxómetro y saque las piezas.
- d) Con el desarmador 3/16" x 3" quite el empaque S-14-A, limpie perfectamente los asientos y coloque el nuevo, ponga tornillos nuevos en caso necesario.
- e) Ayudándose con la llave inglesa No. 15 y con las pinzas de clofer No. 10 desarme y cambie el empaque S-20, al apretar hágalo con la mano y la franela. NO UTILICE NINGUNA HERRAMIENTA.
- f) Arme nuevamente y coloque la válvula de la cabeza, apretando con la llave inglesa No. 15.
- g) Con el desarmador 3/16" x 3", regule la cantidad de agua necesaria para que la revisión sea correcta. Coloque de nuevo el tornillo cromado M-6.

- a) Con el desarmador 3/8" x 8" quite el tornillo cromado M-6 de la válvula de la cabeza. Con el desarmador 3/16" x 3" trate de regular la cantidad de agua.

TIEMPO MINIMO 6 MINUTOS.  
TIEMPO MAXIMO 10 MINUTOS.

4.—Si el fluxómetro no regula la cantidad adecuada de agua proceda:

- a) Con el desarmador 3/8" x 8" quite el tornillo cromado M-6 de la válvula de la cabeza. Con el desarmador 3/16" x 3" trate de regular la cantidad de agua.

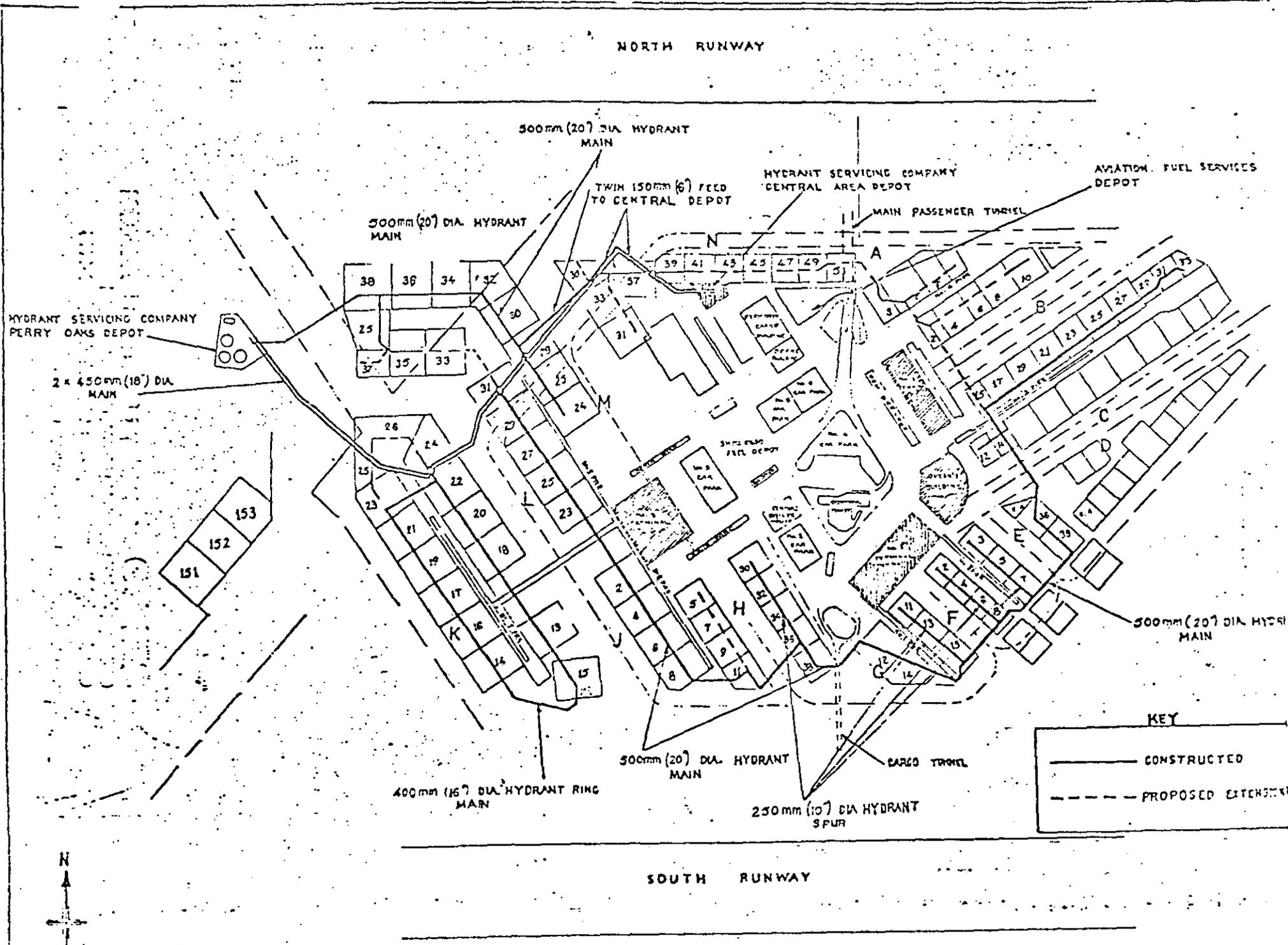
TIEMPO MINIMO 8 MINUTOS.  
TIEMPO MAXIMO 15 MINUTOS.

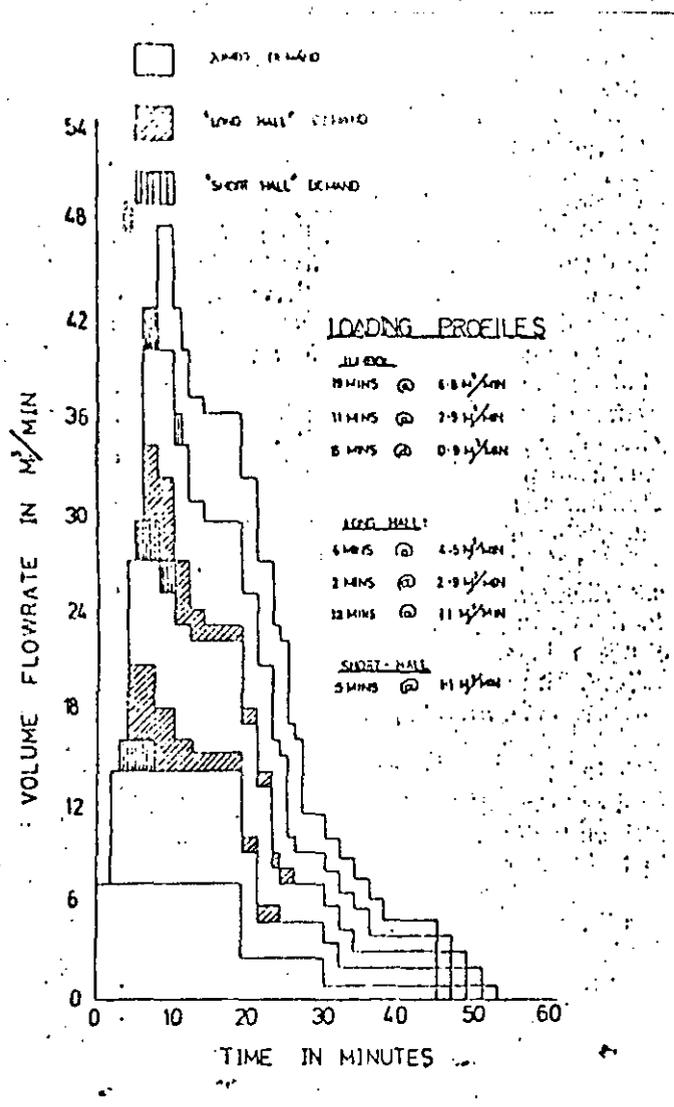
5.—Si hay fuga de agua y está flojo el mueble y con la llave española 3/8" con 7/16" no logra apretar las pijas que fijan el mueble, proceda como se indica:

- TIEMPO MINIMO 40 MINUTOS.  
TIEMPO MAXIMO 60 MINUTOS.
- 6.—Si las tuercas de las bisagras del asiento del W.C. están flojas o les falta alguna, proceda:
- a) Con la llave española 11/16" y 19/32" apriete las tuercas o coloque rondana y tuercas nuevas.

TIEMPO MINIMO 2 MINUTOS.  
TIEMPO MAXIMO 4 MINUTOS.

Tiempo total mínimo de corrección: 64 minutos.  
Tiempo total máximo de corrección: 1 hora 45 minutos.  
Tiempo de revisión: 30 segundos.





Leistungsanforderung an die Pumpen während einer typischen Spitzenstunde  
 Demand on the pumps during a typical peak hour

...ch die Betankung eines Flugzeugs mit Hilfe eines Servicers mulieren. Mit dieser Einrichtung kann die H.S.C. nicht nur die Tankmannschaften bestens ausbilden, sondern auch neues fahreres und ortsfestes Gerät ausprobieren, ohne das Tanken auf dem Flughafen zu stören. Diese Einrichtung hat bei der Aufdeckung von Konstruktionsfehlern und -mängeln sowohl bei Hydrantventilen und -kupplungen als auch bei Servicerüstungen wertvolle Dienste geleistet.

...re weitere nützliche Einrichtung in Perry Oaks ist die zur Entleerung von Flugzeugtanks. Hier stehen vier 9 x 2,75 m messingene Tanks mit einem Fassungsvermögen von je 5400 l sowie jeweils einer eigenen Pumpe und eigenem Filter/Wasserabscheider zur Aufnahme des abgezogenen Kraftstoffes zur Verfügung. Aus Gründen der Qualitätskontrolle ist diese aus Tanks, Filtern/Wasserabscheidern, Pumpen und Leitungen bestehende Anlage mit den Hauptspeichern vollkommen getrennt.

...es Zapfstellennetz

...n Perry Oaks aus führen die beiden 46-cm-Leitungen unter dem Betondeckel entlang zum oben erwähnten Pier 7, die 61-cm-Leitung zum neuen Vorfeld West, das die BAA 1974/75 für Großflugzeuge mit langen Umliefrzeiten eingerichtet hat. Nach den Anschlußstellen an die 40-cm-Ringleitung des Pier 7 laufen die beiden 46-cm-Leitungen zu einer 50-cm-Verteilerleitung, an die über einen Ventilkomplex neben dem Abstellplatz L31 angeschlossen. Diese Verbindung mit der vom Vorfeld West kommenden 50-cm-Leitung gibt der H.S.C. die Möglichkeit, im Notfall die Abstellstellen aus zwei Richtungen zu versorgen; ferner trägt das

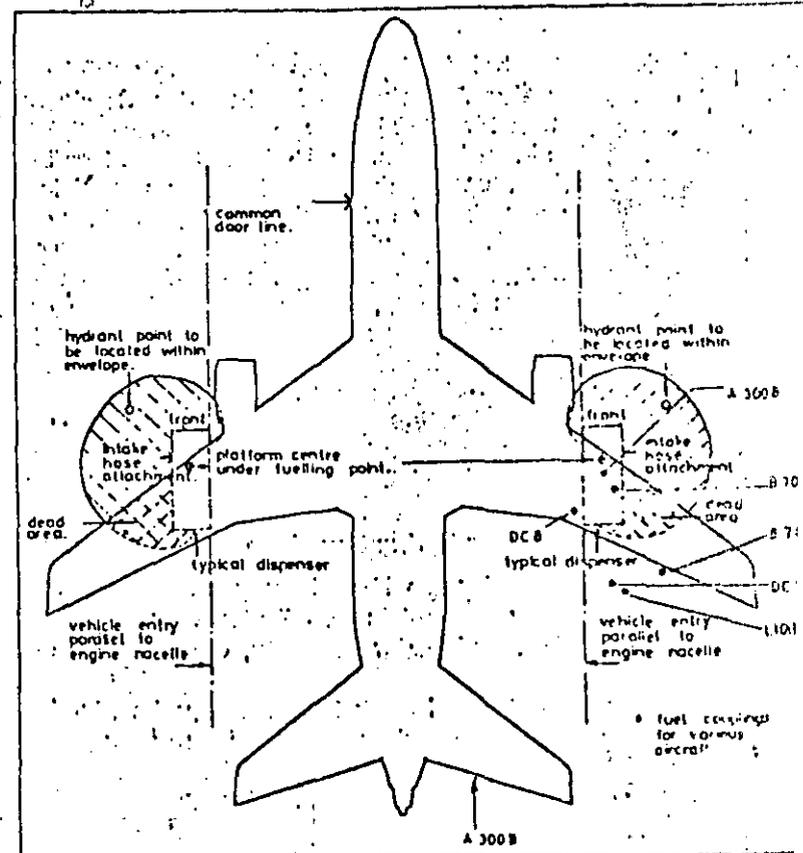
Space and facilities exist to expand the Perry Oaks by term to 90,000 litres/min (20,000 IG/M) delivery by the addition of more pumps.

Power for these pumping units is delivered from a BAA substation at 11 Kv. H.S.C. then step it down to 3.3 Kv for the larger pumps and 440 V - 3 Phase for the smaller. The pump switchgear, starters and the control sequencing are contained in a separate switchroom attached to the Perry Oaks Office gain with room for expansion.

The Office contains a control console which monitors all activities. Indicator lights record the state of the pumps (i.e. standby or running) and there are fail safe warning lights for the tanks, electric power, fire and emergency alarms. This control is in radio and telephone contact with the H.S.C. airport central control.

A unique feature at the Perry Oaks Depot is a hydrant test rig. Here on the discharge side of the pumps is located a standard hydrant pit with a high level return flow to the main tankage. This high level return has couplings at similar heights and positions to those of the fuelling couplings of a variety of aircraft. Thus it is possible to simulate a fuelling with a dispenser from a hydrant to an aircraft. This facility not only provides first class training for the vehicle operators, but also enables H.S.C. to try out and prove new mobile and static equipment without affecting the day-to-day fuelling operations. This rig has already proved invaluable in locating faults and deficiencies in manufacturers design of both hydrant valves and couplings and dispensing equipment.

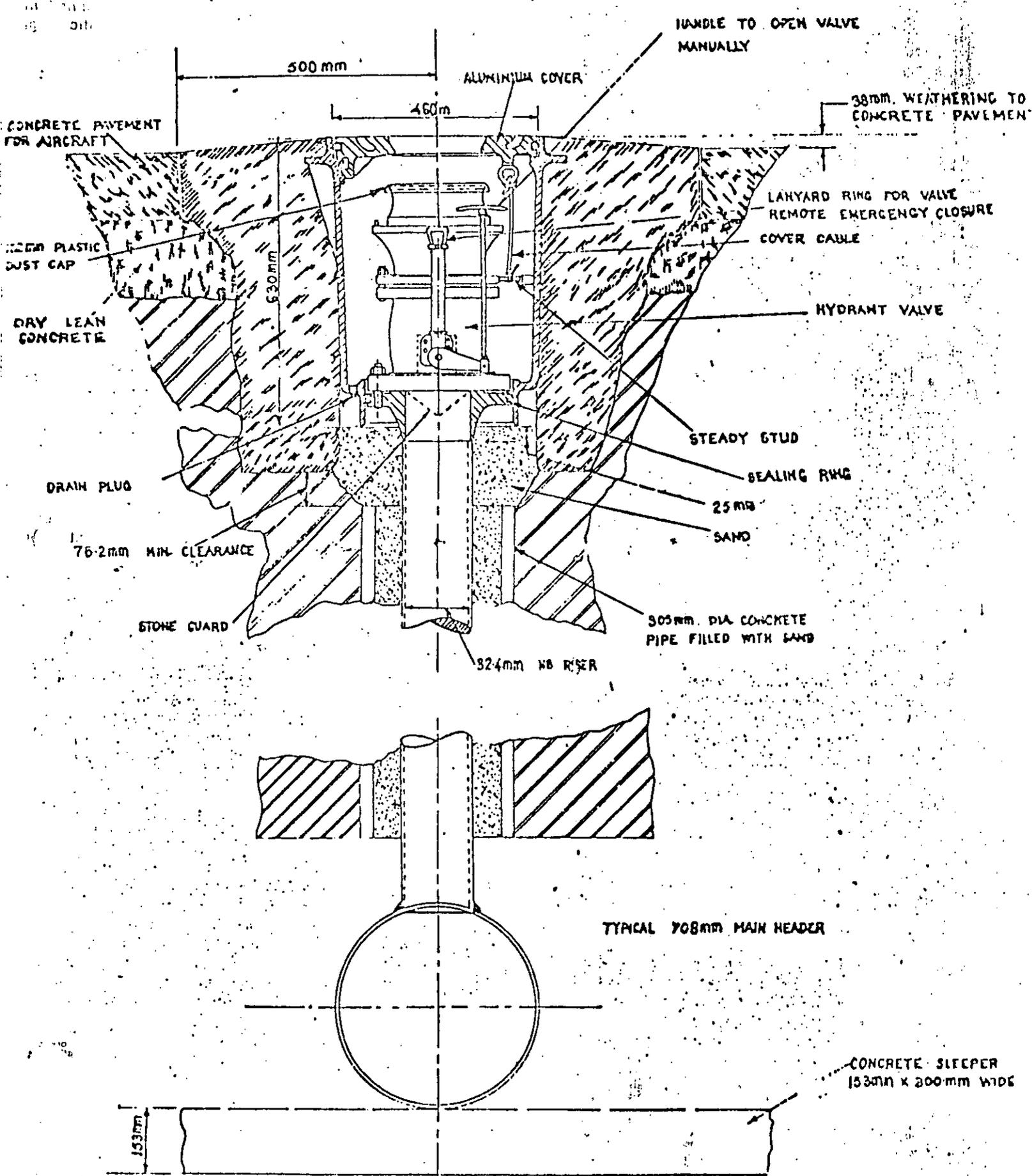
Another useful addition at Perry Oaks is the defuelling facility where a bank of four 5,400-litre (12,000-imperial gallons) 9m x 2.75m diameter (30 foot x 9 foot diameter) tanks are available with their own pump and filter/water separator to receive and return fuel taken off from a customer's aircraft. This system of tank, filter/water separator, pump and pipelines is entirely segregated from the main storage facility for quality control reasons.



Flugzeugposition und Lage der Tankanschlüsse bei den verschiedenen Flugzeugtypen für den Fall, daß alle nach den linken Kablntüren ausgerichtet werden

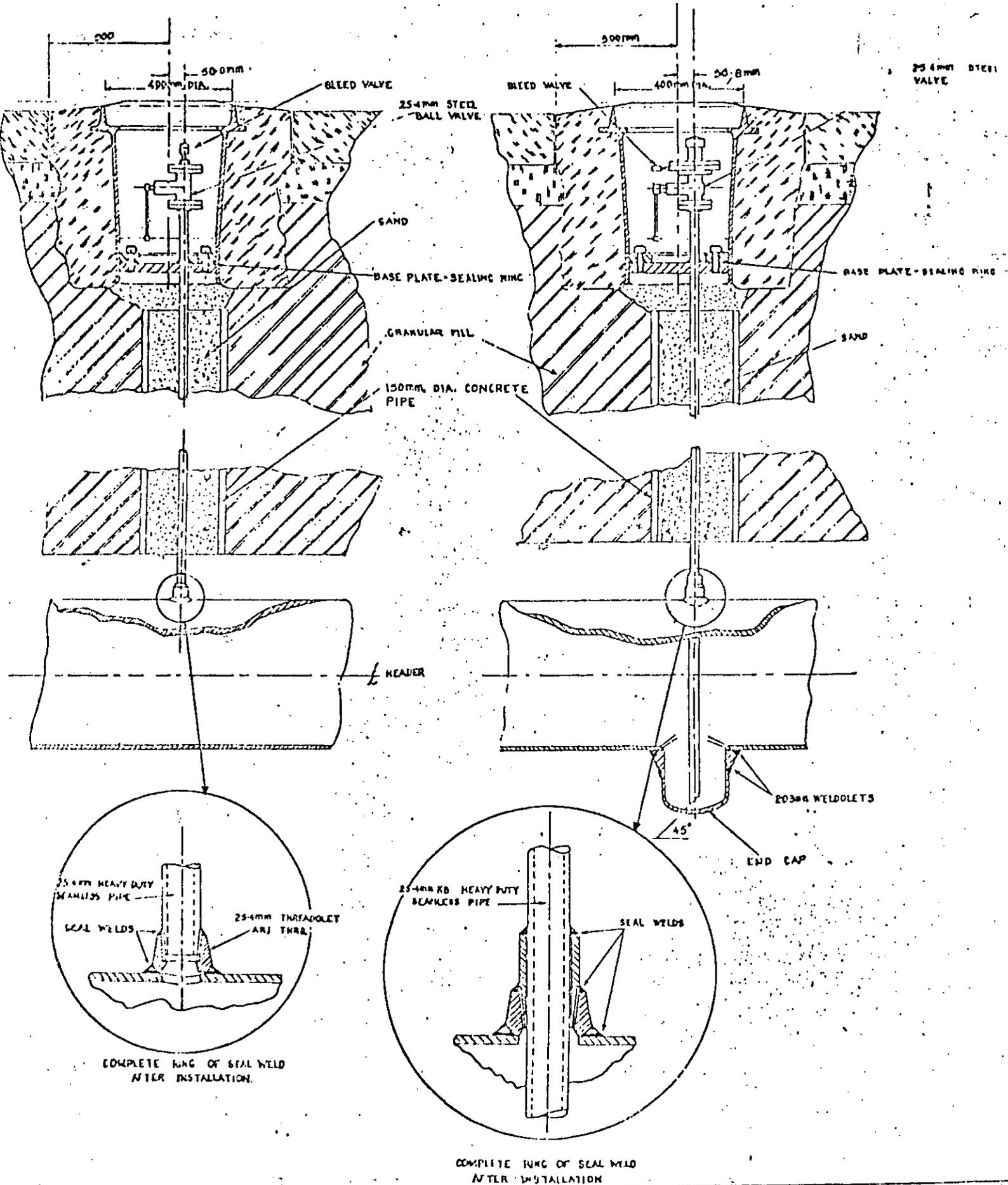
Aircraft position and location of fuelling points of various aircraft models assuming parking along a common port door line

# TYPICAL HYDRANT DETAIL



Detailzeichnung eines typischen Hydranten

Detail drawing of a typical hydrant



Zeichnung einer typischen Entlüftungsstelle (links) und einer typischen Drain/Sample Point (rechts)

Detail drawing of a typical vent point (left) and a typical drain/sample point (right)



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INGENIERIA DE AEROPUERTOS: MODULO " MANTENIMIENTO  
Y OPERACION"  
DE 8 AL 19 DE JULIO DE 1985.  
MEXICO D.F.

ESTRATEGIAS PARA CONSERVACION DE  
COMPLEJOS

ING. MARIO BADILLO GONZALEZ  
JULIO DE 1984

## T E M A R I O

- I.- GLOSARIO.
- II.- INTRODUCCION.
  - 1) Antecedentes.
  - 2) Proposición.
- III.- LA FALACIA DEL MANTENIMIENTO PURO. PENTALOGIA DEL MANTENIMIENTO.
- IV.- INGENIERIA DE SISTEMAS.
- V.- TECNICAS COSTO/CONSECUENCIA.
- VI.- PERSONAL
- VII.- TRANSPORTE
- VIII.- CONCLUSIONES
- IX.- RECOMENDACIONES.
- X.- APENDICE.
  - ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACION DEL COMPLEJO AEROPUERTO.
- XI.- BIBLIOGRAFIA.
- XII.- RECONOCIMIENTOS.

## I.- GLOSARIO

- 1) Conservación o mantenimiento es todo cambio físico en el área, equipo o en las instalaciones de una planta (Complejo) que es esencial a las operaciones de la organización. Ese cambio físico puede significar conservar, reparar, renovar o reemplazar maquinaria; lavado, lubricación o ajuste de equipo. Involucra obra de mano, materiales y equipo.
- 2) Índice RIME (Ranking Index for Maintenance Expenditures). Índice del Rango de Gastos por Mantenimiento. Concepto desarrollado por E. T. Newbrough en su libro *Effective Maintenance Management*, es un índice cuantitativo de mantenimiento que se calcula por valores numéricos de:
  - a) Cada pieza del equipo o unidad de la organización.
  - b) Cada trabajo o proyecto de mantenimiento a realizar.En el ejemplo se ha aplicado en lugar de maquinaria, a procesos o sistemas.
- 3) Mantenimiento puro ó neto, son aquellos trabajos de conservación que se refieren a una sola actividad; por ejemplo: conservación de aire acondicionado, implica las rutinas para lograrlo; pero si esas rutinas incluyen trabajo por un aumento de instalaciones o atender a las conexiones eléctricas; el mantenimiento ya no es netamente del aire acondicionado instalado.
- 4) Mantenimiento vital, aquel cuya importancia es tan elevada que al no realizarlo, corre peligro la organización porque se producen pérdida de vidas, de equipo, colapso de edificación o se paraliza el complejo.
- 5) Mantenimiento diferido, aquel que por su costo o por su jerarquía se pospone para realizarlo en fechas posteriores.

6) Paquete o conjunto de decisión, es un documento que identifica y describe una actividad específica, de tal manera que la gerencia puede:

- a) Evaluarla y jerarquizarla en relación a otras actividades que compiten por similares o mismos recursos limitados.
- b) Decide si la aprobará o la rechazará.

7) Pentalogía del mantenimiento.

Los cinco conceptos que forman el mantenimiento: el Inventario, el Manual Técnico, el Manual Administrativo, el Plan Maestro y las Estrategias para Conservación del Complejo...

8) Plan Maestro. Documento gráfico y escrito que indica, pensando adelantado, como será el complejo (organización, corporación, institución, empresa, industria, fábrica) a 10, 15 o 20 años posteriores.

9) Presupuesto Sobre Base Cero (PSBC). Es aquel que se realiza como si todas las actividades y prioridades fueran nuevas y establece una serie de asignaciones, actualizadas y mejor en cada período presupuestario. Este presupuesto separa las operaciones básicas y necesarias de las que tienen carácter más opcional o discrecional. Sus etapas básicas son:

- a) Describir cada una de las actividades diferentes de la empresa, en un paquete de decisión.
- b) Evaluar y jerarquizar todos esos paquetes, mediante análisis de costo/beneficio. En nuestro caso sería de costo/consecuencia.
- c) Asignar los recursos conforme a lo anterior.

10) Relación beneficio/costo, es el cociente formado por la suma de la corriente de beneficios, llevado cada uno de ellos a valor presente, dividido entre la suma de la corriente de costos llevado también cada uno de ellos a valor presente.

Cuando una razón beneficio/costo sea equivalente a 1, los beneficios serán igual a los costos y esta sería la justificación mínima para un desembolso.

11) Sistema, es un conjunto integrado de elementos que a través de un juego de procedimientos, actúa en un ambiente dado, para lograr un objetivo con la mayor eficiencia.

12) Suicida por mantenimiento. Actitud del gerente cuando se abstiene de ordenar un trabajo de mantenimiento, con pleno conocimiento de que se parará la línea de producción, se destruirá el equipo, se perderán vidas o se perjudicará a la empresa de una u otra manera a corto o largo plazo.

## ESTRATEGIAS PARA CONSERVACION DE COMPLEJOS. EJEMPLO EL COMPLEJO AEROPUERTO.

### II.- INTRODUCCION

#### II.1 Antecedentes

En la actualidad, cualquiera que sea el concepto, el ejecutivo trabaja contra la pared, angustiado por todo lo que significa erogación: campañas publicitarias, capacitación de personal, ampliación o modificación de instalaciones o áreas, gastos de conservación<sup>+</sup>, etc. Muchas veces piensa que los planes desarrollados por sus gerentes, simplemente son justificaciones para que ellos sobrevivan en la empresa. Si ésta tiene problemas de mantenimiento en la línea de producción o en la prestación de servicios a usuarios, los expertos y las asesorías proponen elaboración de inventarios y de manuales, educación de operarios, técnicas administrativas sofisticadas, campañas de seguridad, etc; sin embargo no le resuelven drásticamente y precisamente sus dificultades, es más, no le dan armas para tomar decisiones y determinar una verdadera estrategia que permita equilibrar sus erogaciones, de una manera congruente, con las fallas que lo perjudican.

Un acercamiento serían las Técnicas de Costo/Beneficio en la Toma de Decisiones<sup>++</sup>, que es una verdadera evaluación financiera, de proyectos de inversión, basado en la relación beneficio/costo<sup>+</sup>; pero la dificultad en su aplicación es que en los proyectos de conservación, el beneficio quiere decir que no surjan problemas, que no se precipiten

+ Véase definición

++ Ponencia de la Srta. Lic. Grazia Castro, 1er. Simposium Internacional de Conservación 9-15 febrero 1975. En la Cd. de México, auspiciada por el Instituto Mexicano del Seguro Social y la Sociedad Mexicana de Conservación.

emergencias; esta cualidad negativa de que no sucedan las cosas es lo que molesta a la gerencia superior y entorpece sus juicios.

Otro acercamiento es el Criterio RIME<sup>++</sup>, que establece jerarquías de los trabajos de conservación e indica donde hacer los gastos que motiva esa protección. Este criterio es recomendable cuando se tienen problemas de mantenimiento neto o puro<sup>+++</sup>; pero generalmente no sucede así, al ejecutivo llegan las dificultades ambiguas, entremezcladas y enigmáticas y no alcanza a contemplar el panorama de una decisión.

Aunque la cuestión es complicada puede simplificarse si cambiamos la manera de plantear el problema, no utilizar un enfoque de beneficio/costo sino de inversión/consecuencia, es decir advertir "si no realizas éste sucederá esto otro", si no ejecutas este mantenimiento acontecerá este problema y recuérdese la Ley de Murphy: "Si algo puede ir mal, irá".

## II.2 Proposición

Esta ponencia propone que en toda organización se logre el documento: "Estrategias para Conservación del Complejo...", el cual proporciona las normas para la toma de decisiones ejecutivas, que solucionen el mantenimiento vital<sup>+</sup> de la empresa.

Este documento sería completado con el Inventario, el Manual Técnico de Conservación, el Manual Administrativo de Conservación y el Plan Maestro, para formar la llamada Pentalogía del Mantenimiento<sup>+</sup>; pero en un caso dado, la técnica planteada puede prescindir de estos conceptos, como sucede realmente en la mayoría de los casos.

El estudio se formula en base de técnicas costo/consecuencia, cada empresa determina lo que es vital para ella, de acuerdo con sus objetivos a largo, mediano y corto plazo. Utiliza el criterio del Índice del Ran-

+ Véase definición

++ Criterio desarrollado por E.T. Newbrough en su libro Effective Maintenance Management, capítulo 15, traducido por el Ing. Miguel Angel Velázquez Aguilar. Ponencia. Ier. Simposium Internacional de Conservación 9-15 febrero 1975, en la Cd. de Mex. por IMSS y Soc. Mex. de Conservación.

+++ Véase definición.

go de Egresos para Mantenimiento (RIME)<sup>+</sup>, el cual implica conocer el equipo indispensable y los trabajos necesarios para lograr que ese equipo se conserve; además aplica el Presupuesto Sobre Base Cero<sup>+</sup>, esto es elabora paquetes de decisión<sup>+</sup> desde los niveles mas inferiores hasta llegar a la alta gerencia. Así los paquetes se discriminan, modifican y aprueban. Esta misma investigación considera la Falacia del Mantenimiento Puro<sup>+</sup>, - pues a esos paquetes los afecta el Plan Maestro y se establecen con los datos de futuro, relativos a nuevas obras o modificaciones.

Abundando aun mas, elimina el Suicidio por Mantenimiento<sup>+</sup> ya que el ejecutivo puede comprenderse y conocer a fondo los efectos positivos o negativos que se tendrán cuando se incline por una determinación.

En esa resolución contará con una programación que fije todos los recursos, rutas y eventos (para controlar el tiempo), como serian personal, metodología, materiales, etc.

Se acudirá a la Ingeniería de Sistemas para lograr una mejor clasificación. El análisis "Estrategias para Conservación del Complejo..." también motiva una conciencia de mantenimiento y forma un hábito de prevención.

+ Véase definición.

### III.- LA FALACIA DEL MANTENIMIENTO PURO. PENTALOGIA DEL MANTENIMIENTO.

Un programa de mantenimiento o simplemente una operación de mantenimiento nunca se realiza netamente, siempre trae aparejado otros programas, otras operaciones que motivan nuevos costos y que incluso - pueden ser mas caros que las acciones mismas del mantenimiento puro. Ahondemos este concepto:

1) Inventario. - En toda empresa debe existir, en primer término un inventario de sus bienes, de su equipo, de sus instalaciones; en otras empresas esto es una utopía, se desconoce, no se tiene idea de lo que tiene la fábrica, taller o bodega. Muchos programas de mantenimiento empiezan con la elaboración de este documento y destinan - fuertes recursos para tratar de conocer ¿qué conservar?. Es de relativa dificultad obtenerlo.

2) Otro documento es el Manual Técnico de Conservación que indica la manera de conservar y establece los tiempos requeridos, las rutinas, sus frecuencias, el personal necesario y posiblemente también incluya costos al atender los conceptos de obra de mano, materiales, energéticos, etc. Este documento es difícil de lograr, requiere profundos conocimientos técnicos y especializados, manejo de recursos humanos, dominio de proyecto, diseño y construcción y además una sólida claridad de los conceptos generales. Este documento es oneroso.

3) El Manual Administrativo que atiende a los problemas de imponer - responsabilidades, limitar jurisdicciones, señalar trámites, surtir materiales y equipo, proporcionar personal, ejecutar pagos, etc. Puede llegar a establecer cuándo es preferible buscar un contratista de mantenimiento. También indica procedimientos, actualiza inventarios y

controla la existencia de equipo reemplazable, diseña requisiciones, informes, etc. Este documento también es difícil de lograr, debe estar respaldado por una sólida organización moderna y efectiva cuyo principal problema es la comunicación, ya sea oral o escrita.

4) Un cuarto documento que muy pocas instituciones o industrias contemplan es el llamado Plan Maestro<sup>+</sup> que no es un plano regulador.

Tiene las siguientes aplicaciones:

- a) Promoción.- Indica por etapas cómo obtener ingresos para la empresa.
- b) Financiamiento.- Indica por etapas cuales son las erogaciones por realizar y en que términos.
- c) Rentabilidad.- Según los costos se establecen rentas de las diferentes áreas o instalaciones de la empresa.
- d) Conservación.- Programación para la conservación de todos los equipos, construcciones e instalaciones.
- e) Administrativo.- Con este inciso el administrador podrá establecer sus ingresos y sus erogaciones.
- f) Nuevas construcciones.- Podrán planearse las obras nuevas que se requieran para la empresa.

Evidentemente que todos estos conceptos sufren cambios con el transcurso del tiempo y debe generarse una verdadera retroalimentación, la cual modifica términos, etapas, costos, necesidades, etc. Para el ejecutivo será fácil fijar políticas y definir sus metas futuras que afectan la toma de decisiones.

Es muy probable que este documento no exista, o que sea secreto o que se tenga una idea en la mente de la gerencia principal, pero obsérvese que se ha involucrado el Capítulo de Conservación, el cual se verá interesado por los otros conceptos y en especial por el de Nuevas Construcciones.

+Véase definición.

Este documento ya requiere conocimientos amplios de Administración. Si consideramos los cuatro estudios anteriores, podemos concluir que el mantenimiento nunca se presenta solo y que es una falacia imaginar un mantenimiento puro.

5) Un quinto análisis sería el que estamos proponiendo:

"Estrategias para la Conservación del Complejo"; constituye una arma para que la alta gerencia decida que trabajos de mantenimiento son vitales, ocupaciones que no es posible eludir, ya que por su importancia al ignorarlos, conducen a un fracaso; a parar la línea de producción a provocar un accidente, a motivar una decisión política negativa, etc. Este documento abarca los casos de modificaciones por incremento o reducción de la compañía; también elude la falacia del mantenimiento puro y determina hasta el último detalle, los costos que ocasiona cualquier programa. El ejecutivo decide, puede ordenar los trabajos con el personal de la compañía y conocer la trascendencia de su fallo e identifica alguna resolución tipo Suicida de Mantenimiento<sup>+</sup>. Para lograr este estudio es necesario aplicar Ingeniería de Sistemas, las técnicas consecuencia/costo, apoyadas en los criterios del Índice de Rango de Egresos de Mantenimiento (RIME) y del Presupuesto Sobre Base Cero (PSBC). Esto nos conduce a que cada año la organización formulará sus presupuestos no apoyándose en lo que haya gastado en el período anterior sino actualizándose al tomar en cuenta las directrices de la alta gerencia, la cual indicará las metas a lograr y la política de salarios para el personal; con estos datos básicos, cada dependencia establecerá sus paquetes de decisión y desde los niveles mas inferiores se irán discutiendo y tamizando hasta el primer nivel de mando, cuyos jefes decidirán que trabajos realizar.

<sup>+</sup>Véase definición.

Simultáneamente se educa al personal y se forma un hábito de mantenimiento y una verdadera conciencia de esta labor.

Hemos definido los conceptos básicos del mantenimiento: Inventarios, Manual Técnico, Manual Administrativo, Plano Maestro y las Estrategias; pero pudieramos carecer de los cuatro primeros y no obstante tener la obligación de hacer una decisión; acudiríamos al quinto documento que posiblemente tampoco se disponga y que comienza a germinarse en el agudo cerebro del gerente penetrante; con esta potencia ayudamos a establecer normas para la toma de decisiones de esa mente ejecutiva:

"Estrategias para Conservación de Complejos..."

#### IV.- INGENIERIA DE SISTEMAS

En toda organización deben precisarse los sistemas<sup>+</sup> que la componen. Desde el punto de vista de conservación, posiblemente la sistematización mas adecuada sea el documento que hemos indicado: El Plan Maestro. En ese plano figura particularmente lo mas importante y véase la correlación que se tiene con el inciso de Conservación, pero además se tiene el renglón de Nuevas Construcciones, cambios o mejoramientos que pudieran fusionarse y completar, para pedir mas actividades de mantenimiento.

Los objetivos de la empresa también obligan cierta determinación.

Podemos citar los siguientes objetivos:

-Industria de transformación. Comprende los siguientes sistemas: provisión de materias primas, transformación, elaboración del producto, normas de calidad, empaque, distribución y venta.

-Almacenamiento y distribución de productos. Abarca: llegada del producto, clasificación, distribución, almacenamiento, vigilancia, distribución, salida.

-Transporte de pasajeros. Involucra: salida del origen, transporte, llegada a la terminal de pasajeros, documentación, espera, abordar el transporte, traslado, llegada al edificio de destino, procesos nacionales o internacionales, reclamo equipaje, abandono de la terminal de destino, transporte al lugar de destino.

Pueden considerarse otros complejos como son los hospitalarios, recreacionales, bancarios, alojamientos, etc.

Todos y cada uno de estos complejos tienen diferentes sistemas según su función ya sea seguridad, servicio al público, guarda de valores, etc.

+ Véase definición.

Si tomamos en cuenta el objetivo primordial de la institución, definiremos el Plan Maestro y conoceremos los sistemas que nos preocuparán desde el punto de vista de mantenimiento.

## V.- TECNICAS COSTO/CONSECUENCIA

Es un concepto formado por la suma de la corriente de costos, cada uno de ellos llevado al valor presente, referido a la suma de las consecuencias que pueden ser: parar la línea de producción, no dar servicio, pérdida de vidas, etc.

Al hablar de consecuencias acudimos a los conceptos modernos del criterio "RIME" y del "PSBC"<sup>+</sup>

### 1) Criterio RIME

Tiene dos propósitos:

- a) Establecer la importancia relativa de los trabajos de mantenimiento, en una base cotidiana, de tal manera, que el mas importante sea programado y terminado en primer lugar.
- b) Proporcionar a la gerencia, las localizaciones adecuadas de fondos, para gastos de mantenimiento.

Obsérvese que en la actualidad se habla de herramientas científicas para orientar a la gerencia, como por ejemplo mantenimiento preventivo - planeado, sistemas de programación, cálculos de computadora, revisiones organizadas e inventarios e incentivos; pero todo esto no contesta cuánta conservación? dónde? y cuándo?

Esas preguntas son las que se requiere contestar para cualquier mantenimiento de maquinaria, equipo, edificios, campos, instalaciones y es claro que puede lograrse con fondos disponibles, personal o tiempo; así puede surgir el problema del mantenimiento diferido<sup>+</sup> y todos estos conceptos se están incrementando con el aumento de la mecanización, elevación de precios, demandas mas estrictas y la competencia intensiva.

<sup>+</sup>Véase definición

La importancia del trabajo y de la maquinaria debe considerarse en una base de atención diaria, pues es probable que los esfuerzos se destinen incorrectamente y el trabajo mas importante no se complete en el tiempo mas oportuno. El criterio RIME hace que no suceda esta situación.

## 2.- PRESUPUESTO SOBRE BASE CERO.- Paquetes de Decisión

Para presupuestar sobre una base cero, es necesario que a nivel de gerencias se establezcan los paquetes de decisión y que posteriormente se jerarquicen y consoliden esos conjuntos.

Los responsables técnicos administradores, descomponen las actividades de sus áreas y aplican el criterio RIME.

El paquete de decisión es un documento que identifica y describe un trabajo específico; sirve para evaluar y jerarquizar con relación a otras actividades las cuales requieren recursos similares. Después de examinar este documento se aprueba o rechaza.

En las especificaciones del conjunto de decisión se definen metas, se establecen programas, se indican beneficios, se proponen alternativas, se consideran las consecuencias de no aprobarlo y se calculan las erogaciones y el personal que se necesita.

Hay dos tipos de paquetes: Paquetes de exclusión mútua. (se escogerá la mejor alternativa) y aquellos de incremento que se apoyan en un paquete base.

Para el cálculo de las erogaciones, la alta gerencia debe emitir una serie de pronósticos formales, referentes a niveles de actividad, aumento de sueldos, salarios, facturaciones. Así los gerentes habiendo observado las erogaciones del año en curso, tendrán datos preliminares y cuando conocen las suposiciones pueden hacer conjuntos iniciales. La ventaja de definir esas hipótesis es que podrán descubrirse imprecisiones o equivocaciones y establecer pautas para revisar y para retroalimentar. Todos tendrán la obligación de conocer estas reglas.

Habiendo calculado el paquete con las actividades normales del año, se pasará a las dos etapas:

- a) Incrementar como siempre se ha hecho.
- b) Hacer otro paquete de nuevas actividades.

Esto es, se tendrá definido lo que es mantenimiento común y corriente y lo que es hacer modificaciones o incluso nuevas obras que estarán señaladas por el plano maestro.

De esos tres grupos de paquetes se pasa a la DECISION que indica cuánto y dónde erogar.

La decisión final la debe hacer un comité formado por un representante del nivel inferior.

## VI.- PERSONAL

Este es uno de los renglones mas difíciles en nuestro medio. Dada la condición humana que tiene la tendencia a trabajar con eficiencia durante un período mas o menos largo, después del cual se relaja y su rendimiento ya no es tan efectivo. Se llega al extremo de que el personal se burocratiza. Se han escrito tratados acerca del manejo del personal y puede hablarse de administración por objetivos, diferentes técnicas para motivación e incluso recomendaciones para incentivos; la realidad es que en el caso de mantenimiento el personal debe ganar mas de lo normal; por lo cual se le puede exigir mas eficiencia.

Es recomendable menos tecnicismo y formar empleos multiespeciales, es decir al obrero de mantenimiento especializado en una sola técnica, se le exhorta para que aprenda alguna de las habilidades de los otros especialistas de mantenimiento y las aplique cada vez que se presente la oportunidad. Por cada nueva especialidad el técnico percibirá un aumento de salario, lo cual gratificará el ego del empleado.

Los directivos sindicales procuran que sus propios afiliados sean los que realicen esa multiespecialidad, pues saben que constituye una mejora para los trabajadores.

Por otra parte es preferible administrar por programa; en lugar de tener supervisores para electricistas y para mecánicos; al eliminar la especialización se pueden tener instructores-supervisores para mantenimiento preventivo y para trabajos de emergencia. Además se dividirán en zonas las áreas físicas.

## VII.- TRANSPORTE

Este renglón a menudo es olvidado, hemos mencionado en el inciso anterior que las áreas de las zonas serán reducidas; si es imposible, el personal de mantenimiento se traslada y los costos se traducen en la compra del vehículo y además considerar el chofer que debe conducirlo.

La organización estará conciente de estas erogaciones y pudiera llegarse a la conclusión de que los mismos obreros multiespecializados sean choferes, con lo cual su sueldo subiría mas.

Por otra parte, quizás sea preferible alquilar los vehículos cuando ya han transcurrido cuatro años de uso, pues los trabajos de mantenimiento de los vehículos, si la empresa es propietaria de ellos, sube las cifras de egresos.

## IX.- RECOMENDACIONES.

- 1) La organización debe:
    - a) Lograr desarrollar una conciencia de mantenimiento de su personal.
    - b) Capacitar personal especializado.
    - c) Conocer a fondo todos los gastos originados por trabajos de conservación incluso esa capacitación.
  - 2) La organización establecerá el documento:  
"Estrategias para la Conservación del Completo..."
- 

## VIII.- CONCLUSIONES

- 1) La organización huye de los gastos de conservación porque:
  - a) No conoce las consecuencias al dejar de hacer un trabajo de mantenimiento.
  - b) No conoce las unidades y equipo que forma a la empresa.
  - c) No conoce como hacer la conservación.
  - d) En su administración no contempla procedimientos para el mantenimiento.
  - e) No tiene definidas metas a largo, mediano y corto plazo.
- 2) No hay mantenimiento puro.
- 3) Las técnicas costo/beneficio no son efectivas para toma de decisiones en conservación.
- 4) El personal de mantenimiento tiende a disminuir su efectividad.
- 5) Es necesario en cada organización establecer una estrategia para la conservación de la misma empresa, basada en normas que deben seguir los ejecutivos en su toma de decisiones.

X.- APENDICE

Ejemplo. ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACION DEL COMPLEJO AEROPUERTO.

i.- INTRODUCCION

i-1 ANTECEDENTES

- A) Inversiones en millones de pesos
- B) Capacidad
- C) Area del aeropuerto

i-2 PROPOSICION

ii.- PERTELOGIA DEL MANTENIMIENTO

1) INVENTARIO

- 1.01 Pistas
- 1.02 Plataformas
- 1.03 Edificio Terminal
- 1.04 Torre de Control
- 1.05 Casa de Máquinas
- 1.06 Rescate y Extinción de Incendios
- 1.07 Estacionamiento
- 1.08 Instalaciones para Combustible
- 1.09 Ayudas Visuales
- 1.10 Caminos de Acceso
- 1.11 Jardineria
- 1.12 Equipo Eléctrico

- A) Subestación eléctrica edificio terminal
- B) Iluminación casa de máquinas
- C) Torre de control
- D) Zona de combustibles
- E) Alumbrado de plataforma
- F) Subestación de pistas
- G) Rescate y extinción de incendios
- H) Iluminación de pistas.

#### 1.13 Equipo de Aire Acondicionado

- A) Edificio principal
- B) Casa de máquinas
- C) Torre de control
- D) Rescate y extinción de incendios

#### 1.14 Equipo Hidráulico

- A) Edificio terminal
- B) Drenaje y extinción de incendios
- C) Zona de combustibles

#### 1.15 Equipo de Zona de Combustibles

- A) Hidrantes
- B) Dispensadores
- C) Almacenamiento y distribución de combustibles

## 2.- MANUAL TECNICO DE CONSERVACION

### 2.01 Instalaciones Eléctricas

- A) Motores
- B) Equipo de control
- C) Transformadores
- D) Conductores
- E) Fusibles
- F) Capacitores
- G) Equipo de alta tensión
- H) Equipo electrónico y de estado sólido

2.02 Aire Acondicionado

- A) Edificio principal
  - Condensadoras
  - Manejadoras
- B) Torre de control
- C) Casa de máquinas
- D) Edificio de rescate y extinción

2.03 Pavimentos para Aeropuertos

- A) Cortes
- B) Superficies de asfalto
  - Grietas capilares
  - Grietas de repliegue
  - Grietas en las juntas
  - Grietas de piel de cocodrilo
  - Surcos de tráfico
- C) Superficies de concreto:
  - Juntas
  - Temperatura

3.- MANUAL ADMINISTRATIVO

3.01 Capítulos

3.02 Ejemplos de algunos conceptos.

- A) Departamento Eléctrico
- B) Departamento Mecánico
- C) Departamento Hidráulico y Sanitario

4.- PLAN MANTENEO

4.01 Operaciones Nacionales

4.02 Operaciones Internacionales

4.03 Primera Etapa

4.04 Segunda Etapa

5.- ESTRATEGIAS PARA CONSERVACION DEL COMPLEJO AEROPUERTO

iii.- SISTEMAS DEL AEROPUERTO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL MANTENIMIENTO

iv.- TECNICAS CONSECUENCIA/COSTO

1) CRITERIO MME

1.01 Objetivos

1.02 Medio Ambiente

1.03 Conjunto Integrado de Elementos:

- A) Personal
- B) Edificio y/o instalaciones
- C) Fuente de energía

1.04 Procedimientos

1.05 Peligros

1.06 Equipo Vital y/o Edificación Principal

1.07 Estimación de Falla

1.08 Elemento Jerárquico

1.09 Prioridades de Elemento

1.10 Prioridades de Trabajo

- A) Colapso, catástrofe
- B) Mantenimiento preventivo
- C) Servicio
- D) Correcciones
- E) Trabajo en turnos muertos
- F) Trabajo de rutina
- G) Mejoría del servicio
- H) Reducción de costos
- I) Apariencia
- J) Limpieza

1.11 Rangos.- 100, 90, 80, etc.

2.- PRESUPUESTO SOBRE BASE CERO

3.- DATOS PARA PAQUETE DE DECISION

3.1 Electricidad

3.2 Pavimentos

v.- PERSONAL

1.- ORGANIGRAMA

2.- SUELDOS

vi.- TRANSPORTE Y EQUIPO

1.- TRANSPORTE PERSONAL

2.- EQUIPO PESADO.- Ejemplo Esorepa

A) Criterio de Minnessota

B) Criterio S.O.P.

vii.- HERRAMIENTAS Y ALMACENAJE

viii.- COSTOS

1.- MANTENIMIENTO ELECTRICO

2.- AIRE ACONDICIONADO

3.- HIDRAULICO Y SANITARIO

4.- ZONA DE COMBUSTIBLES

ix.- CONCLUSIONES

1.- PAQUETE DE DECISION

2.- COMPARACIONES

Costo total de mantenimiento

Costo de inversión

Costo de la flota que se atiende

Costo de mantenimiento del avión crítico.

x.- RECOMENDACIONES

1.- FILOSOFIA

2.- CONCIENCIA

3.- EDUCACION

A P E N D I C E

EJEMPLO: "ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACION DEL COMPLEJO AEROPUERTO"

1.- INTRODUCCION

1-1) ANTECEDENTES

Las técnicas propuestas en los capítulos anteriores, vamos a aplicarlas al caso de un aeropuerto hipotético nuevo, cuando es puesto en servicio en la época de lluvias y que es recibido por una Institución encargada de su operación.

A continuación consignamos las inversiones que se realizaron para ponerlo en operación, así como la capacidad de este aeropuerto.

A) Inversiones en Millones de Pesos. *Ram actualizan a 1985 multiplicar por 11.*

|                               |               |
|-------------------------------|---------------|
| Pistas, rodajes y plataformas | \$120 000 000 |
| Edificaciones                 | 40 000 000    |
| Instalaciones de combustible  | 6 000 000     |
| Ayudas visuales               | 9 000 000     |
| Ayudas electrónicas           | 6 000 000     |
| Camino de acceso              | 2 000 000     |
| Total                         | \$183 000 000 |

B) Capacidad.

En la plataforma pueden alojarse simultáneamente 4 aviones - Boeing 727 con un valor de 160 millones de pesos c/u.

Totalizan \$640 000 000

C) Area del Aeropuerto 600 HA

#### 4-2) PROPOSICION

Elaborar las normas para la toma de decisiones ejecutivas que afectan el mantenimiento vital del aeropuerto, traducidas en un documento llamado "Estrategias para la Conservación del Complejo Aeropuerto" en el cual se darán las recomendaciones para el caso en que el aeropuerto esté nuevo y a punto de iniciar la operación en la época de lluvias, con servicio nocturno.

Este mismo análisis debe realizarse cada año y seguramente que será diferente en cada ocasión ya que depende del medio ambiente, de las características de proyecto y diseño, de los factores de construcción y de la forma de operar.

## ii.- PENTALOGIA DEL MANTENIMIENTO

Hemos indicado que para tener un mantenimiento eficiente y completo, en una Institución, es necesario disponer de los cinco conceptos: Inventario, El manual Técnico, El manual Administrativo, El Plano Maestro y el documento de Estrategias para Conservación del Complejo Aeropuerto.

Como el aeropuerto es nuevo, pudiera darse el caso, de carecer de los tres primeros estudios y que El Plan Maestro no visualice los conceptos que establecimos en la primera parte, por lo que será necesario atender a las aplicaciones del Plan Maestro que hemos mencionado.

No obstante, como hemos advertido, podemos llegar a las Estrategias para Conservación.

### 1) INVENTARIO

Constituyen la serie de datos que consignamos a continuación:

1.01 Pista de 2,500 m X 60 m, dos calles de rodaje de 600 m X 23 m.

1.02 Plataforma de operaciones de 20,000 m<sup>2</sup> para alojar cuatro aviones del tipo B-727 y una plataforma de aviación general de 13,000 m<sup>2</sup>. para alojar 35 aviones.

1.03 El Edificio Terminal de 7000 m<sup>2</sup> puede atender 800 pasajeros por hora y 900,000 anuales. Dos plantas, Sanidad, Migración y Aduana, Servicios telefónicos y Sanitarios, Oficinas de Compañías, Salas de espera Nacional e Internacional, Concesiones, Restaurante y Administración del aeropuerto, Servicios sanitarios. Aire acondicionado, intercomunicación, sonido, sistemas

- mecanizados de equipajes, subestación y planta de emergencia.
- 1.04 Torre de Control de 18 metros de altura con cabina, sub-cabina, servicios sanitarios y elevador.
  - 1.05 Edificio anexo a la torre de 320 m2 con despacho y control de vuelos y casa de fuerza con subestación general, equipo hidroneumático y sistema de emergencia para ayudas visuales.
  - 1.06 Edificio de rescate y extinción de incendios 1000 m2 con dormitorios, oficinas y servicios.
  - 1.07 Estacionamiento público de 6 000 m2 para 200 automóviles y 10 autobuses.
  - 1.08 Instalaciones para combustibles surten cuatro aviones en plataforma mediante hidrantes, capacidad de almacenamiento 600 000 litros de turbosina y 100 000 litros de gas-avión.
  - 1.09 Ayudas visuales, iluminación de alta intensidad en la pista, iluminación en rodajes, plataforma y estacionamiento, faro giratorio en torre de control, proyector de techo, cono de viento, equipos VASI y VOR/DME.
  - 1.10 Caminos de acceso, longitud de 2 000m, 1,4 Km de camino perimetral y 14.2 Km de cercado.
  - 1.11 Jardinería. 20 m2 de pasto, 1 300 m2 de empedrados, setos y macizos de flores 1 500 m2.
  - 1.12 Equipo Eléctrico. En el aeropuerto se tienen motores, equipo de control, transformadores, conductores de los circuitos, fusibles, capacitores, equipo de alta tensión y equipo electrónico y de estado sólido.

A) Subestación Eléctrica Edificio Terminal

|                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| Servicios Generales    | A.A.C.            |
| 225 K.V.A. Transf.     | 500 K.V.A. Transf |
| 75-100 KW. P.E.        | 13.2 Kv./ 220 V.  |
| 13.2 K.V. / 220-127 V. | E. D. I.          |

B) Edificio Anexo

14 lamps. de 2 X 38 W  
4 lamps. de 4 X 38 W  
9 lamps. incandescentes de 150 W  
2 lamps. arbotantes de 150 W.  
6 lamps. Walk Pack W.M. de 250 W.  
15 Contactos Monofásicos.  
6 lamps. de obstrucción.

C) Torre de Control

16 lamps. incandescentes de 150 W.  
12 lamps. centro de 150 W.  
5 lamps. de obstrucción  
17 Contactos Monofásicos.

D) Zona de Combustibles

S. Elect.  
75 k.V.A.  
13.2/220-127 volts.

Alumbrado Casetas.

4 lamps. de 1 X 40 W Fluor  
6 lamps de 2 X 74 W Slimline  
7 lamps. incandescentes de 75"  
4 lamps. incandescentes de 150 W. a prueba de Exp.

5 Contactos Monofásicos.

E) Alumbrado Plataforma

18 lamps. de vapor de mercurio de 1000 W.

9 lamps. de IODO Cuarzo de 1,500 W.

3 Contactos Monofásicos

3 Contactos Bifásicos

3 Contactos Trifásicos.

F) Subestación de Pistas

112.5 K.V.A. Transf.

75-100 W P.E.

1 Regulador de 35 Kw. para pistas

1 Regulador de 10 Kw. para VASI

1 Regulador de 7.5 Kw. para Rodajes

1 Transf. de 15 K.V.A. 3 $\phi$  220/4160-2400 V. para radio ayudas.

G) Rescate y Extinción de Incendios

35 luminarias fluorescentes.

H) Iluminación de Pistas

No. de lámparas 190

1.13 Equipo de Aire Acondicionado I.E.M. en los modelos a continuación.

A) Edificio Principal

8 Unidades SA-300 A Condensadoras

1 Unidad SA-240 Condensadoras.

1 Unidad AHH-214 MF Manejadora

1 Unidad AHH- 231 MF Manejadora

1 Unidad ABZ- 150 MF Manejadora

1 Unidad AHH-224 MF Manejadora

B) Edificio Anexo ( Casa de Máquinas)

1 Unidad paquete UB-036

C) Torre de Control

1 Unidad paquete UE- 096

1 Unidad Paquete UE- 072

D) Rescate y Extinción de Incendios

1 Unidad paquete UE-120

1.14 Equipo Hidráulico

A) Edificio Terminal.-

Almacenamiento y Extracción ( 70m<sup>3</sup> y 365 m<sup>3</sup>), 15 HP, 15 lts/Seg.

Hidroneumático.-

Equipo Pozo profundo 6" y 4" de diámetro

Control

Equipo de bombeo ( 2 de 7.5 HP, 3.5 lts/Seg)

2 de 3 HP, 6. lts./Seg

Riego a Jardines ( 2 de 3 HP, 6.6 lts/Seg.)

B) Drenaje y Extinción

Eliminación de aguas pluviales y aguas negras

(1 de 9.5 m<sup>3</sup>) y (1 de 23 m<sup>3</sup>)

C) Zona de Combustibles.-

Almacenamiento (1 de 40 m<sup>3</sup>)

1.15 Equipos de Zona de Combustibles

A) Equipo de servicio hidrantes en plataforma.-

Pintura auto-tanques (3 de 20 000 lts)

B) Dispensador (2 de 250 G.P.M.)

Servi-Plane (2 de 60 lts/seg.)

Bombas Gasolineras (1 de 15 G.P.M.)

Adaptadores y Válvulas  $\phi$  4"

Mariposas  $\phi$  4"

Auto-tanque (3 de 20 000 lts.)

C) Almacenamiento y distribución de combustibles (Equipo de Planta)

Bombas (2 de 30 HP; 300 G.P.M.)

Moto-Bomba (emergencia) 2 de 10 HP, 200 G.P.M.

Filtros (1 de 600 G.P.M.) (2 de 200 G.P.M.)

Medidores (1 de 300 G.P.M.) (2 de 200 G.P.M.)

Amortiguadores (1 de 5 Gal.) (2 de 2.5 Gal.)

Válvulas  $\phi$  6" y 4"

(4 tanques de 1000 Brl) y (3 Tanques de 40 000 lts.)

## 2.- MANUAL TECNICO DE CONSERVACION

Codificará los procedimientos de construcción e instalación de los conceptos de conservación, inspecciones, frecuencia de rutinas, materiales requeridos y herramientas, personal especializado para el trabajo; conocimiento de los manuales del equipo y cuidado de éste, almacenamiento y medidas de seguridad.

Consiguamos las rutinas y frecuencias de equipo eléctrico, de aire acondicionado y ciertos lineamientos generales de conservación de pavimentos de aeropuertos.

Nota.- No indicamos las rutinas hidráulicas porque pueden asimilarse a las rutinas mecánicas.

Las que corresponden a Almacenamiento de Combustibles serían realizadas por el concesionario.

### 2.01 Instalaciones eléctricas

#### A) Motores

- 1) Lubricación regular en medio ambiente pobre, cambiar aceite una vez por mes.
- 2) En motores esenciales verificar flechas diariamente, estetoscopio de vibraciones. Verificar los anillos del aceite.
- 3) Verificar el juego entre rotor y estator y calibradores - cada 6 meses.
- 4) Verificar la tensión en las bandas. Debe tener un juego - de una pulgada.
- 5) Inspeccionar las escobillas de carbón, los cepillos, el conmutador y anillos rosantes.

Llamar al proveedor si hay dificultad en ésto.

Verificar presión de las escobillas.

Debe ser alrededor de 2 o 2½ psi. Sin embargo habrá que verificar cada caso en partidas.

- 6) Conservar el motor limpio, sopletear con aire seco a no mas de 50 libras de presión. Tener cuidado con la humedad. No pasar el polvo de un lugar a otro.

Utilizar los tiempos muertos.

- 7) Cada año verificar la resistencia dieléctrica de los aislamientos.

Verificar que las conexiones a tierra sean efectivas.

#### B) Equipo de Control

- 1) Conservar el equipo de control limpio en ambientes adversos, sopletear semanalmente con aire seco, en otros debe realizarse cada tres o 6 meses.

- 2) Verificar por temperaturas excesivas, corrosión, daño mecánico si existiera.

- 3) Conservar los contactos limpios. Nunca lubricar las superficies de contacto.

Verificar si hay sobrecalentamiento debido a los arcos eléctricos.

- 4) Verificar el libre movimiento de partes mecánicas, no lubricar contactores o chumaceras de relevadores.

- 5) Verificar la presión de contacto con dinamómetro. La presión debe ser la misma en todos los contactos. Si varía ajustar o reemplazar los resortes. En controles muy importantes contactores e interruptores, verificar la resistencia de contacto.

6) Asegurar que todas las conexiones eléctricas estén apretadas especialmente en equipo sujeto a vibración.

7) Verificar la calibración de los relevadores y la designación de los elementos de protección. Hacer pruebas de carga en los interruptores y sobrecargas de los relevadores - de los motores, cada 3 o 4 años.

C) Transformadores.

1) Cada año verificar degradación del aceite. Las pruebas incluirán resistencia dieléctrica, acidez y color para mayores grados de rehabilitación, se incluirán pruebas dieléctricas de tensión y de ruptor del aceite, factor de potencia, de impulso y pruebas de análisis de gases.

2) Hacer una inspección regular en el tanque por corrosión.

Verificar accesorios del tanque, sellos, registros de acceso. Inspeccionar dispositivos de relevación de presión, conexión a tierra y dispositivos de protección.

D) Conductores

1) Verificar la prueba de resistencia al aislamiento cada año, a veces se requiere hacerla cada 6 meses. Considerar humedad y temperatura ambiente.

2) Conservar los conductores libres de polvo, aceite o contaminantes, esencialmente en las terminales.

Proveer protección mecánica adecuada. Verificar las conexiones, principalmente en el equipo sujeto a vibración. Considerar pruebas de alta tensión en circuitos prioritarios a la gran seguridad.

#### E) Fusibles

- 1) Verificar la adecuada designación de los fusibles.

Anualmente inspeccionar todos los fusibles para verificar que los conductores no tienen fusibles de mayor capacidad a la requerida.

- 2) Conservar las mordazas de los fusibles limpias y apretadas para prevenir sobrecalentamiento que necesariamente botaría el fusible.
- 3) Estar seguro que las lengüetas son de la designación apropiada y bien montadas.
- 4) Conservar los gabinetes de los fusibles cerrados y seguros para prevenir chispas, como posible propagación de incendio al fundirse un fusible.

#### F) Capacitores

- 1) Verificar la protección de fusibles, circuitos de sobretensión y acumulación de polvo que puede causar sobrecalentamiento.
- 2) Verificar si hay adecuada ventilación y en caso de que no sea así, proveer un sistema de enfriamiento.
- 3) Inspeccionar la operación del equipo automático.
- 4) Asegurar que se descargue el capacitador mediante una resistencia antes de manejarlo.

#### G) Equipo de alta tensión (trabajos que se desarrollan después de haber desconectado).

- 1) Cada año inspeccionar la superestructura y los interruptores en zip. Inspeccionar tornillos y tuercas que están apretados.

Verificar por corrosión fácil la operación y adecuada lubricación de los interruptores en zip.

Inspeccionar, limpiar las flechas. Asegurar que las conexiones de los conductores estén apretadas. Verificar las conexiones a tierra y el sistema de electrodos a tierra, cuando la estación no puede desconectarse la inspección se debe realizar a una distancia de seguridad mediante binoculares.

- 2) Inspeccionar cada semana el circuito de aceite del mecanismo de operación de los interruptores neumáticos.

Cada año hacer pruebas de aceite y limpiar las flechas.

- 3) Inspeccionar interruptores de acción mecánica, por humedad, y sobrecalentamiento.

Verificar las operaciones de los interruptores y las pruebas de carga periódicamente. Cada 18 meses o cada 2 años inspeccionar, calibrar y probar todos los elevadores de protección.

#### H) Equipo electrónico y de estado sólido.

- 1) Conservar este equipo limpio, soplarlo con aire seco cada mes, verificar que recibe mucha ventilación.

- 2) Hacer una verificación regular de los dispositivos de monitoreo como son amperímetros, voltímetros, luces piloto, etc.

Llevar un record de las lecturas de tal manera que cuando sean anormales se pueda acusar y motive una investigación, antes de que ocurra una falla.

- 3) Inspeccionar las terminales y las conexiones flojas con decoloración cada 6 meses, esta es una fuente de dificultad en equipo electrónico.

## 2.02 Aire Acondicionado

### Rutinas de Aire Acondicionado

#### A) Edificio Principal

Mantenimiento mínimo a efectuarse:

Condensadoras:

Limpieza

Lubricación

Cambio de aceite

Revisión general

Manejadoras:

Ajuste de Bandas

Lubricación a Rodamientos

Filtros (Limpieza y cambio)

Limpieza

Revisión general

#### B) Torre de Control

Mantenimiento mínimo a efectuarse

Filtros (limpieza y cambio)

Ajuste de bandas

Serpentines (limpieza y fugas)

Condensador (limpieza y revisión)

Lubricación

Limpieza

Revisión general

C) Casa de Máquinas

Filtros (limpieza y cambios)

Serpentines (limpieza)<sup>2</sup>

Cambio de aceite

Limpieza general

Revisión general

D) Edificio de rescate y extinción de incendios

Mantenimiento mínimo a efectuarse:

Filtros (limpieza y cambio)

Condensador (limpieza y revisión)

Serpentines (limpieza y fugas)

Ajuste de bandas

Lubricación

Limpieza

Revisión general

2.03 Pavimentos para Aeropuertos. - Datos para Manual Técnico.

A)-Uno de los problemas principales es el corte que se realiza para el tendido de conducciones. El relleno se hará con material granular bien compactado.

Por otra parte como lineamientos generales citaremos:

B)-Que superficies de asfalto de varios años, ligeramente oxidadas, con pequeñas grietas capilares, pueden repararse con un sello superficial que restaura la vida del asfalto y sella las grietas.

-Grietas de repliegue, de pavimento flexible superpuesto sobre pavimento de concreto, deben sellarse individualmente.

- Las grietas en las juntas de borde requieren mantenimiento periódico y material de relleno de juntas.
- Las grietas de piel de cocodrilo indican falla del pavimento, porque la estructura se debilitó, posiblemente debido a la penetración de agua.
- Los surcos de tráfico canalizado, ya sean debidos al asentamiento de la estructura o al mal procedimiento de construcción, se reparan con capa superpuesta nivelada y carpeta.

C) Superficies de Concreto.

Atender siempre las juntas entre losa y losa; el material que se emplee debe ser resistente al intemperismo.

En pavimentos de concreto es básico construir las juntas para temperatura; en caso de que no se haga, el cemento se fracturará; en ese sitio se construirá la junta, a base de ranurado y luego se cubrirá con el material apropiado para juntas.

### 3.- MANUAL ADMINISTRATIVO

#### 3.01 Capítulos

Este Manual contendrá básicamente los siguientes Capítulos:

##### OBJETIVOS.-

Que se referirán a las instalaciones de la planta y equipo, a la mano de obra de mantenimiento y a los costos de mantenimiento.

##### ALCANCE.-

Responsabilidades y organización.

##### DEFINICIONES.-

Conceptos administrativos del mantenimiento. En donde se indicarán inspecciones, requisiciones, planeación y estimaciones, autorización de trabajos, programación, almacenaje y reportes.

##### DIRECTORIO TELEFONICO.

##### PLAN DE EMERGENCIA O DESASTRE.

##### PROGRAMA DE REDACCION DE COSTOS.

##### SEGURIDAD.

##### ENTRENAMIENTO.

##### SIMPLIFICACION DEL TRABAJO.

#### 3.02 Ejemplos de algunos conceptos

A continuación indicamos como ejemplo las funciones del Departamento Eléctrico; en qué jurisdicción cae la conservación de los equipos de aire acondicionado y lo correspondiente a las instalaciones hidráulicas y sanitarias.

A) Departamento Eléctrico.

El aeropuerto debe tener una dependencia de Ingeniería, la cual tendrá a su cargo apoyándose en el Plan Maestro, el diseño, mantenimiento y construcción de las diferentes ramas de la Ingeniería. Si se trata de un Departamento Eléctrico, sus funciones serían las siguientes:

FUNCIONES:

Diseño: Marca Diseño y Planos. Especificaciones. Selección de equipo. Presupuestos. Diseño de mantenimiento. Todo lo anterior para instalaciones especiales, producción de sistemas eléctricos, modernizaciones, reprojeto de iluminación y nueva construcción para otras divisiones.

Mantenimiento: Una organización flexible, planes de trabajo (incentivos, proceso de datos, entrenamiento de especialistas, mantenimiento preventivo eléctrico.

Producción estructural de herramientas, de maquinaria, control numérico de herramientas de maquinaria, sistemas electrónicos de control, motores, generadores, componentes del sistema de potencia, iluminación.

Construcción: Supervisión en el campo, rutinas de trabajos, reportes de costos, de trabajo, capacitación de electricistas, - construcción adecuada para herramientas y equipo.

Contratar empresas, agentes. Todo esto para instalaciones especiales, producción de sistemas eléctricos, modernizaciones, nueva iluminación, nueva construcción.

### Limitaciones.-

En el caso de instalaciones eléctricas deben tenerse en cuenta - las siguientes limitaciones:

Únicamente personal calificado puede atender equipo de 440 volts.

El personal de mantenimiento debe trabajar por parejas en equipos de 440 volts.

Todos los interruptores de circuito de 440 volts deben tener llaves de seguridad para que el personal de mantenimiento obligadamente deba desconectar cuando trabaje en la línea.

Todas las instalaciones eléctricas deben tener su conexión a tierra, instalada en la misma línea que las derivaciones de potencia.

Es recomendable establecer cursos de entrenamiento para el personal de ingeniería cada año, con clases de 2 horas y vez por semana.

El personal debe hacer una junta de seguridad una vez cada 3 meses.

### B) Departamento Mecánico

#### Aire Acondicionado

También como ejemplo, se distinguen los diferentes equipos de aire acondicionado y se establece quién será el responsable de ellos, de acuerdo con lo siguiente:

-Edificio Terminal.- La administración del aeropuerto. Incluye - Edificio Anexo.

-Torre de Control.- El control de tránsito aéreo.

-Zona de combustibles.- El operador que maneja los combustibles.

-Bomberos.- El cuerpo de bomberos.

C) Departamento Hidráulico y Sanitario

De igual manera las instalaciones hidráulicas y sanitarias serán atendidas como el aire acondicionado.

#### 4.- PLAN MAESTRO

4.01 Operaciones nacionales con B-727, DC-9 y HS-748 y al cabo de siete años el DC-10

4.02 Operaciones Internacionales con aviones B-707, DC-8, DC-9, B-727 y posteriormente el DC-10 y el L-10-11.

A largo plazo el B-747.

El plan maestro indica elementos para 1 000 000 pasajeros - por año, nacionales e internacionales; al octavo año de operación, 15 000 operaciones al año; servicios a cuatro aviones estacionados con un costo de 160 millones de pesos cada uno. Totalizan 640 millones de pesos y atención a 800 pasajeros - por hora.

4.03 la. Etapa 20 vuelos horarios y 40 000 anuales, operación restringida de L-10-11 y DC-10, así como B-747.

4.04 En segunda etapa se efectúan ampliaciones de la zona terminal y puede construirse un edificio especial para aviación general.

#### 5.- ESTRATEGIAS PARA CONSERVACION DEL COMPLEJO AEROPUERTO

Este documento, motivo de nuestro estudio, será desarrollado a - partir del Capítulo III en que se definen los sistemas del aeropuerto, para aplicar las técnicas consecuencia/costo, a continuación definir el personal necesario, el transporte y sus costos - para que finalmente de acuerdo con las conclusiones se den las - recomendaciones en el paquete.

### iii.- SISTEMAS DEL AEROPUERTO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE MANTENIMIENTO

Si atendemos al plan maestro podemos definir de acuerdo con el concepto de sistema los siguientes renglones de los cuales indicamos - su objetivo, el medio ambiente en que actua el conjunto integrado - de elementos a través del juego de procedimientos.

Los elementos son el personal, la edificación o instalación y la fuente de energía.

Los sistemas según el plan maestro son:

Espacio aéreo

Pistas

Plataforma

Edificio Terminal

Estacionamiento

Camino de acceso

Control tránsito aéreo. Torre

Subestaciones

Hidroneumático

Drenaje y extinción de incendios

Eliminación aguas negras aviones

Eliminación aguas pluviales

Almacenamiento y distribución de combustibles

Zona industrial. Compañías.

Cercado y puertas de acceso.

Estos sistemas podemos agruparlos de la siguiente manera atendiendo a los objetivos:

### 3.- DATOS PARA PAQUETE DE DECISION

#### 3.1 Electricidad

Puesto que se manifiesta con nuestras técnicas de costo/consecuencia que las labores de ingeniería eléctrica son relevantes, hagamos notar algunos de los conceptos básicos del mantenimiento eléctrico (véase Modern Electrical Preventive Maintenance Problem) publicado por Electrical Construction and Maintenance:

- A) El mantenimiento preventivo paga dividendos. Para comprobar costos pueden compararse costos de ese mantenimiento y los costos de reparación del equipo cuando falla. Se verá que el primero es mas bajo.
- B) El mantenimiento preventivo debe ser efectivo y económico, por ello es que requiere ser bien proyectado y planeado.
- C) Determinar la prioridad del mantenimiento eléctrico. Este corresponde a aplicar el criterio RIME o el llamado Índice de Rehabilitación, los cuales corresponden en realidad a un mantenimiento selectivo. Si se tiene equipo de prueba apropiado, herramientas y personal capacitado, calcúlase el tiempo requerido para realizar las pruebas, inspecciones y guardar los archivos; a continuación revisar tanto los sistemas como equipo de la planta y listar todo equipo que es crítico a la producción.

A continuación se establece una prioridad de mantenimiento eléctrico, designando el equipo o los circuitos mas importantes con la mejor calificación y los menos importantes con la última.

Después cada circuito, motor o equipo se clasifica de acuerdo a sus características, funciones y factores de instalación. Se evalúa el equipo de acuerdo con la edad, historia, medio ambiente

y ciclo de vida.

D) Seleccionar las mejores técnicas de mantenimiento. Por ejemplo puede ser suficiente verificar alguna dificultad en una fecha de un motor, simplemente por sentir excesivas temperaturas y escuchar sonidos raros. Pero también se pueden instalar dispositivos de monitoreo de temperatura e inspeccionar con estetoscopio transistorizado o analizador de vibraciones.

E) Lograr una consultoría experimentada, conviene el cambio de impresiones y técnicas confirmadas, serias que se dediquen al mantenimiento eléctrico.

Además las características que hemos obtenido del Inventario, Manual Técnico de Conservación y Manual Administrativo de Conservación, y para poder cubrir los objetivos del Plan Maestro sería necesario para formar el paquete de decisión atender los siguientes conceptos:

A) Es necesario definir campos de mantenimiento. Y esto se logra con mayor eficiencia, y en el caso de mantenimiento de equipo de radio comunicación es preferible situar personal junto a ese equipo para que sea atendido.

B) Es recomendable universalizar los equipos; al realizar esta labor el personal de mantenimiento pierde menos tiempo.

C) El mantenimiento eléctrico dependerá de la planta de ingeniería y será un Ingeniero Electricista y dos técnicos de alto nivel - quienes atenderán cada uno un grupo de mantenimiento compuesto

por un jefe y 4 hombres; el primer grupo será eléctrico y el segundo mecánico y todos ellos deben ser individuos capacitados para manejar mantenimiento eléctrico, mecánico o de cualquier otro trabajo que pudiera surgir.

D) Cualquier instalación eléctrica grande deberá contratarse.

### 3.2 PAVIMENTOS

De acuerdo con nuestros coeficientes de jerarquías, los pavimentos constituyen otro de los aspectos principales que deben atenderse. Surgen una serie de escollos debidos a la naturaleza de diseño y a los procedimientos de construcción. Sabemos que existen dos tipos de pavimentos: Rígido y Flexible; que el diseño del espesor del pavimento depende de la clasificación del suelo y de la teoría que se siga, que puede ser la suposición hidráulica o Hipótesis de Westergaard o la Teoría Elástica que ha sido desarrollada por el American Petroleum Institute. No obstante el suelo tiene comportamientos plásticos.

Otro aspecto es que la repetición de cargas acorta la vida del pavimento de una manera dramática, aún cuando las cargas individuales sigan siendo las mismas; la combinación de mayores cargas y tráfico incrementado produce un deterioro más acelerado.

Refiriéndonos al artículo del Ing. Donald M. Armpfzen; un Programa de Mantenimiento de Aeropuertos requiere ponerlo al día continuamente y además lograr una evaluación del pavimento que será efectuada por el personal de Ingeniería del Aeropuerto o por una firma consultora. Al realizar esta valoración se establecerá un diálogo entre los consultores y el personal de mantenimiento, con esto podrán conocer las condiciones de trabajo adversas, en la repavimentación de pistas cuando hay condiciones de tráfico que impiden suspender las operaciones o simplemente mal tiempo.

La evaluación de los pavimentos corresponde precisamente a un inventario de las condiciones de sub-rasante, sub-base y carpeta y la fre

cuencia de la inspección varía según la edad y estado del pavimento, clima, temporada del año y tráfico. En algunos aeropuertos se hacen inspecciones diarias, rápidas.

En caso de pensar que la Administración del Aeropuerto tenga su propio personal para hacer la repavimentación o bacheo es necesario incluir el equipo, concepto que analizaremos en el capítulo de vehículos; pero de antemano podemos advertir que es preferible destinar personal para inspeccionar los pavimentos y para hacer los trabajos de conservación, en las obras de drenaje. La atención a los pavimentos sería realizada por contrato.

Para cubrir los trabajos indicados basta con una brigada de cinco personas comandadas por un técnico de Ingeniería Civil.

Este personal pertenecerá a la planta de Ingeniería del Aeropuerto; efectuado por personal calificado. Es conveniente observar los pavimentos después de condiciones atmosféricas inusitadas como fuertes lluvias, granizadas y deshielo de primavera.

Estos registros e inventarios deben hacerse también en los pavimentos de camino de acceso y de estacionamiento así como en la vialidad interior.

Pero ahora, otra vez, surge el dilema de tener empleados permanentes para hacer los trabajos de mantenimiento o dar estos trabajos a contrato.

En nuestro criterio de jerarquías también se hacía notar la importancia del sistema de drenaje. Los mismos inspectores examinarán zanjas,

canales, desagües; depresiones del pavimento, junto a los drenajes, -  
pueden indicar erosión de la subrasante, la sedimentación en el mis  
mo drenaje puede detectarse por medios ultrasónicos.

## V.- PERSONAL

De acuerdo con los datos para el paquete de decisión se propone - una planta de personal suficiente para atender turnos nocturnos y cubrir las operaciones que se realicen en el aeropuerto.

Además se proponen los sueldos de este personal, actualizados al período de octubre a diciembre.

### 1) ORGANIGRAMA

#### INGENIERIA DEL AEROPUERTO

##### INSTALACIONES DEL AEROPUERTO

|                              |
|------------------------------|
| 1 INGENIERO DE MANTENIMIENTO |
| 2 TECNICOS                   |

|                            |
|----------------------------|
| AREA DE MANTENI-<br>MIENTO |
|----------------------------|

|              |
|--------------|
| COMUNICACION |
|--------------|

|   |
|---|
| CENTRAL DE MANTENI-<br>MIENTO GRUPO 1   |
| JEFE DE ELECTRICISTA<br>MAS 4 AYUDANTES |

|                                       |
|---------------------------------------|
| CENTRAL DE MANTENI-<br>MIENTO GRUPO 2 |
| JEFE MECANICO<br>MAS 4 AYUDANTES      |

Hemos indicado que la conservación de las instalaciones en zona de combustibles será realizada por el concesionario y que la que corresponde a centro de bomberos será hecha por ellos mismos.

### 2) SUELDOS

Según el anuncio que el domingo 10 de octubre la Bolsa de Trabajo, S.A., en el periódico Exelsior, los sueldos actuales de ingenieros calificados son:

*Multiplicar \* 10 por 1985*

|  |             |
|--|-------------|
| Ingeniero Gerente de Mantenimiento     | \$25,000.00 |
| Gerente de Mantenimiento Foráneo       | 16,000.00   |
| Gerente de Mantenimiento Hidráulico    | 14,000.00   |
| Ingeniero de Mantenimiento             | 12,000.00   |
| Ingeniero de Mantenimiento Electrónico | 10,000.00   |

Estos valores se incrementan para cubrir los diferentes conceptos que señala la Ley Federal del Trabajo, a la siguiente:

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Ingeniero Gerente de Mantenimiento | 30,000.00 |
| Gerente de Mantenimiento           | 20,000.00 |
| Ingeniero de Mantenimiento         | 12,000.00 |

Estos serían los sueldos que según el Organigrama corresponden al Ingeniero de Mantenimiento, a los dos técnicos y a los Jefes de electricidad y mecánica.

Será necesario también considerar los sueldos vigentes para la Srta. secretaria y para el personal multiespecialista que hemos señalado. También presentamos los sueldos que la Comisión Nacional de Salarios publicó en el mismo mes de octubre de 1976.

|   |          |
|---|----------|
| Yesero  | \$130.70 |
| Carpintero de obra negra                        | 131.40   |
| Taquimecanógrafa                                | 132.00   |
| Oficial repartidor de aparatos eléctricos       | 133.30   |
| Oficial electricista repartidor de generadores. | 134.00   |
| Chofer operador de vehículos y grúa             | 134.00   |
| Oficial Pintor de edificios                     | 134.60   |
| Fogonero de calderas de vapor                   | 134.60   |

|   |        |
|---|--------|
| Oficial de plomería en instalaciones sanitarias                         | 135.30 |
| Oficial de herrería   | 136.00 |
| Operador de camión de carga y de fleteo                                 | 136.00 |
| Mecánico operador de reotificador                                       | 137.30 |
| Oficial mecánico tornero  | 137.30 |
| Oficial electricista instalador y reparador de instalaciones eléctricas | 137.90 |
| Soldador con soplete  | 139.20 |
| Oficial radiotécnico  | 140.50 |
| Oficial ebanista  | 140.50 |
| Oficial de albañilería  | 141.20 |

Serán considerados, para los ayudantes de las brigadas, sueldos de \$6,000.00

En resumen la planta de personal propuesta cuesta un:

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Gerente de Mantenimiento  | 30,000.00               |
| Dos Gerentes de Mantenimiento (técnicos) \$20,000 c/u           | 40,000.00               |
| Dos Jefes de grupo, Ingenieros de Mantenimiento \$12,000.00 c/u | 24,000.00               |
| Ocho ayudantes \$6,000.00 c/u.                                  | 48,000.00               |
| Srita. secretaria   | <u>6,000.00</u>         |
| <b>T o t a l</b>  | <b>143,000.00 mens.</b> |

Lo que representa en un año \$1 776 000.00

Nota: En estas cifras ya se consideran todos los costos, inclusive capacitación.

## vi.- TRANSPORTE Y EQUIPO

### 1) Transporte Personal

Agrupamos en este concepto, todos los vehículos destinados al mantenimiento del aeropuerto; los costos de este equipo muchas veces se diluyen y se atribuyen a gastos administrativos; pero en realidad aumentan las erogaciones por concepto de mantenimiento.

Será necesario proveer un vehículo, para las brigadas que ocurrirán a las diferentes instalaciones y áreas del aeropuerto. El costo actual de este vehículo sería aproximadamente de \$200 000.00, ya que debe estar debidamente equipado y para tenerlo siempre en servicio activo hay que considerar los porcentajes que corresponden a reemplazo, seguro y almacenamiento, licencias, reparaciones y composuras mayores, gastos de operación e instalaciones de apoyo.

La suma de estos porcentajes sería de 65% que aplicado al costo inicial acusa una erogación anual de \$130 000.00

### 2) Equipo pesado

Este mismo análisis se tendría que efectuar con el equipo de maquinaria pesada, que de una manera general a continuación citamos:

Compactador vibratorio

Compactador remolcado no vibratorio

Compactador no vibratorio autopropulsado (dno pacto)

Draga de arrastre

Retroexcavadora hidráulica

Retroexcavadora de cable

Pala mecánica

Perforadora de tunel

Barrena vertical

Perforadora giratoria montada

Martillo neumático

Grupo electrógeno

Grua

Troscabos

Cargador con oruga

Draga marina

Motoconformadora

Barredora

Moto escropea

Buldozer con oruga

Casetas móviles

Camión para carretera

Camión para terreno especial

Camión remolque

Sanjadora, etc.

Como ejemplo tomamos el caso de una escropea y calculemos sus costos, -  
horarios, según el Criterio de Minnesota y según el Criterio de S.O.P.

A) Criterio de Minnesota.

Moto escropea J62 autocargable, costo \$3 426 630.

Costos fijos anuales, valor de reemplazo 20% = \$685,326.00

Seguros, interés y almacenaje 13% = \$445,461.90.

Impuestos y licencias 6% = \$205,597.80

Suma de precios fijos anual = \$1,336,385.70

Costos variables anuales, reparación mayor y revisiones 15% = \$513 994.50

Consumos de operación 7% = 239,864.00

Instalaciones de apoyo 4% = \$137,065.20

Suma precios variables anuales 26% = \$890,926.70

Costo de amortización.

Horas para el mes promedio 160

Total anual de horas 1 120.

Minnesota considera 561 horas de vida.

B) Criterio de S.O.P.

Costos fijos, valor de rescate 20% = \$685,326.00

Seguros, inversión e interés 15.9% = \$543,338.00

Impuestos y licencias 4% = \$137,065.00

Total de cargos fijos 39.9% = 1,365,719.00

Costos variables anuales, reparación mayor y revisiones 12.8% =  
\$433,608.00

Consumo de operación y operador 10.8% = \$368,420.00

Total de costos variables anuales 23.6% = \$808,648.68

Costo de amortización, meses en el año promedio 8.

Hora por mes promedio 200, por lo tanto 1600 totales por año y horas  
de vida 10 000.

Obsérvese que en ambos Criterios los costos fijos y los anuales son -  
sensiblemente iguales, solo que el Criterio de Minnesota atribuye co-  
mo vida del equipo casi la mitad de lo que atribuye el Criterio S.O.P.

Podemos concluir que si nuestro equipo de maquinaria pesada va a tener  
horas muertas, no es conveniente para la organización adquirirlo y al-  
macenarlo, por lo que desde el punto de vista de mantenimiento de pa-  
vimentos es preferible hacer contrataciones.

vii.- HERRAMIENTAS Y ALMACENAJE

Para el propósito del mantenimiento eléctrico y de aire acondicionado, es conveniente disponer del siguiente equipo y herramienta, del cual indicamos su costo aproximado.

- 1 vehículo
- 1 escalera de aluminio (5 metros)
- 2 escaleras (burros)
- 1 voltmetro - ampermetro (gancho)
- 1 megger
- 4 pinzas (de electricista)
- 4 pinzas ( de mecánico)
- 2 juegos de guantes para alta tensión.
- 4 juegos de desarmadores (diferentes tamaños)
- 1 equipo de llaves Allen
- 1 juego autocele
- 1 tacómetro
- 1 taladro
- 1 aparato registrador de "tensión y corriente"
- 1 oqueta
- 1 aspiradora y equipo de aire a presión.

T o t a l                    \$ 25,000.00

### viii.- COSTOS

Si calculáramos los costos de mantenimiento por los diferentes - conceptos de todo el aeropuerto, tendríamos las siguientes cifras anuales:

- 1) Mantenimiento eléctrico \$523 000.00
- 2) Aire acondicionado \$270 000.00
- 3) Hidráulico y sanitario \$270 000.00
- 4) Zona de combustibles \$271 000.00

En caso de que se requiriera un recableado, podemos auxiliarnos de la ponencia que los Ings. Pablo Martínez Negrete y - Jorge Boisselle, presentaron ante la 2a. Reunión Nacional de - Analistas de Precios Unitarios, en agosto del presente año, en donde se indica que en un aeropuerto de muy poco tráfico, de 4 operaciones por día, el precio unitario de cada lámpara de - umbral sería de \$3,163.31 por cada unidad; pero si el aeropuerto tiene 8 operaciones por día, el costo sube a \$4,472.27 por pieza; esta diferencia de precios es con motivo de los tiempos perdidos que se tienen en un tráfico de 4 operaciones y otro de 8 operaciones por día; este tipo de reparación mayor se realizará con todos los recursos para que no se motive cierre del aeropuerto. Esta es una de las causas principales que exige el mantenimiento preventivo efectivo y además que en los criterios de proyecto y diseño se considere la maniobra para efectuar el reca-

bleado o el cambio de unidades.

El costo de este tipo de trabajos para 8 operaciones es de -

\$1,400 000.00

## ix.- CONCLUSIONES

Indicamos la conclusión de las Estrategias para la Toma de Decisiones que corresponde a manifestar un Paquete de Decisión, y a continuación hacemos una comparación de costos con sus comentarios.

### 1) PAQUETE DE DECISION

Planta de Ingeniería de Mantenimiento para un aeropuerto.

COSTO \$1 776 000,00 anual.

DEFINICION.- Corresponde al organigrama que implica: 1 Gerente de Mantenimiento, 2 Ingenieros de Mantenimiento, 2 Jefes de Brigada, 2 Brigadas de 4 trabajadores cada una y una Srta. secretaria, quienes recibirán todos los problemas de mantenimiento que se presenten en el aeropuerto. Además indicarán los contratos que deben realizarse con contratistas de mantenimiento y los supervisarán. Atenderán la construcción de nuevas obras dictadas por el Plan Maestro.

BENEFICIOS.- Servicio eficiente del aeropuerto en todos sus sistemas, ningún problema de control de tránsito aéreo, ni de pistas, ni de subestación, tampoco interrupciones.

Control del Plan Maestro.

CONSECUENCIAS DE LA NO APROBACION.- Peligro de pérdida de vidas y de equipo costoso, incluso de vuelo, peligro de cierre del aeropuerto; pérdidas de tiempo de los usuarios, pésima imagen del servicio, que para un aeropuerto turístico es básico.

ALTERNATIVAS.- Contratar la mitad de las brigadas y en base de re-  
troalimentación observar qué porcentaje de la otra brigada se requie-  
re. El costo \$1 456 000.00

Este paquete de decisión es el fruto de las técnicas que aconseja-  
mos.

Si se examina y se indica cómo se obtuvo, se siente la seguridad  
de que la erogación que va a motivar está bien fundamentada; pero  
además si éste se hace cada año, puede pronosticarse que se esta-  
rá gastando estrictamente lo necesario.

2) COMPARACIONES. *Multiplica x 11 los costos para evaluar a 85*

Costo total de mantenimiento.

Sumando los diferentes conceptos de:

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| Planta de personal por año | 1 776 000.00 |
| Mantenimiento eléctrico    | 523 000.00   |
| Aire acondicionado         | 270 000.00   |
| Hidráulico y sanitario     | 270 000.00   |
| Recableado de lámparas     | 1 400 000.00 |
| Herramienta                | 25 000.00    |
| Vehículo                   | 200 000.00   |
| Total                      | 4 464 000.00 |

La inversión sabemos que es de edificio 40 000 000.00, ayudas  
visuales 9 000 000.00, ayudas electrónicas 6 000 000, total  
\$55 000 000.00

Por lo tanto el porcentaje con respecto a la inversión es de -  
\$4 464 000 entre 55 000 000, 8%.

De cifras de aviones ingleses se conoce que el mantenimiento vital de un avión es de 10% del costo del avión. Corresponde 5% a estructura y equipo y 33% a los motores; sumados estos conceptos nos indican el mantenimiento vital del avión del orden del 10%.

Por lo tanto el valor obtenido del 8% es congruente con esta cifra.

Sabemos que el aeropuerto tiene una capacidad para una flota de 4 aviones boeing con un costo de \$640 000 000 y que los pavimentos que sirven de apoyo a esos aviones costarán \$120 000.00, si siguiéramos el Criterio de Minnessota las instalaciones de soporte serían del 4% en que se incluyen costos de reparación y hangares, vehículos de mantenimiento y las instalaciones para las partes de inventario, así como el terreno, si de estos conceptos atribuimos 1% al costo de los 4 aviones se tendría que erogarse 6.4% y por conservación de pavimentos si se considera un solo avión se indicarían 1.6 millones al año; pero con nuestro Criterio que hemos desarrollado nos basamos en retroalimentación y este costo se diluye.