



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

26
7/80

ESTUDIO GEOTECNICO Y DE PAVIMENTACION DEL AEROPUERTO DE LEON, GTO.

MOISES GARCIA NARANJO

MEXICO, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ESTUDIO GEOTECNICO Y DE PAVIMENTACION DEL AEROPUERTO
DE LEON, GUANAJUATO

C A P I T U L O I

PAG.

I-1	INTRODUCCION	1
I-2	O B J E T I V O	2
I-3	LOCALIZACION	2
I-4	CLASIFICACION DEL AEROPUERTO	2
I-5	PREVISION FUTURA	5

C A P I T U L O II

ESTUDIO GEOTECNICO

II-1	INTRODUCCION	6
II-2	QUE ES UN ESTUDIO GEOTECNICO	6
II-3	ACOPIO DE INFORMACION	6
II-4	PLANEACION	7
II-5	VERIFICACION DE CAMPO	8
II-6	PRUEBAS "IN-SITU" Y EN LABORATORIO Y RESULTADOS	13

C A P I T U L O III

SELECCION DE BANCOS DE MATERIALES

III-1	INTRODUCCION	47
-------	--------------	----

		<u>PAG.</u>
III-2	LOCALIZACION DE BANCOS	47
III-3	EXPLORACION Y MUESTREO DE BANCOS	48
III-4	DENOMINACION DE BANCOS	76

C A P I T U L O I V

DATOS PARA PROYECTO

IV-1	INTRODUCCION	96
IV-2	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LOS ELEMENTOS DE CIRCULACION DEL NUEVO AEROPUERTO DE LEON, GUANAJUATO	98
IV-3	TIPOS DE AERONAVES Y CONDICIONES - DE OPERACION	
IV-4	PARAMETROS DE RESISTENCIA	100
IV-5	DETERMINACION DE LA CARGA EQUIVA-- LENTE	101

C A P I T U L O V

DISEÑO DE PAVIMENTOS

V-1	INTRODUCCION	111
V-2	TERRACERIAS Y CAPA SUBRASANTE	112
V-3	SUB-BASE	113
V-4	B A S E	115
V-5	SUPERFICIE DE RODAMIENTO	117
V-6	DISEÑO DE PAVIMENTOS	117

PAG.

V-7	ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO DE LA PISTA 12-30 DEL NUEVO AERO-- PUERTO DE LEON, GUANAJUATO	125
-----	--	-----

C A P I T U L O VI

NORMAS DE CONSTRUCCION

VI-1	INTRODUCCION	129
VI-2	RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION- PARA EL NUEVO AEROPUERTO EN LEON, GUANAJUATO	133

CAPITULO I

INTRODUCCION

I-1 INTRODUCCION

I-2 OBJETIVO

I-3 LOCALIZACION

I-4 CLASIFICACION DEL
AEROPUERTO

I-5 PREVISION FUTURA

I-1 INTRODUCCION

PARA LA ELABORACION DE UN PROYECTO DE GRAN ENVERGADURA SE REQUIEREN ESTUDIOS ECONOMICOS, SOCIALES Y POLITICOS, PARA PODER DETERMINAR SI LA OBRA VA A SER RENTABLE DURANTE SU VIDA DE OPERACION; UNA VEZ VISTO -- QUE ES RENTABLE SE PROSIGUE A HACER LOS ESTUDIOS PERTINENTES Y NECESARIOS, PARA DAR COMIENZO A LA ELABORACION DEL PROYECTO DE ESTA OBRA EN PARTICULAR LO -- PRIMERO QUE HAY QUE HACER ES EL DE RECABAR DATOS DEL SITIO QUE PREVIAMENTE SE HA ELEGIDO POR MEDIO DE ESTUDIOS: CLIMATOLOGICOS, HIDROLOGICOS, TOPOGRAFICOS, - ETC.; YA PARA INICIAR PROPIAMENTE LA EJECUCION DEL PROYECTO PRIMERAMENTE SE RECURRE A CARTAS DEL SITIO - LAS QUE GENERALMENTE SE ENCUENTRAN EN EDICIONES DE LA DETENAL YA QUE PARA ESTE CASO EN PARTICULAR SE -- TRATA DE UN ESTUDIO GEOTECNICO Y PAVIMENTACION DEL NUEVO AEROPUERTO DE LEON, GTO. LAS QUE MAS INTERESAN SON BASICAMENTE LAS CARTAS : TOPOGRAFICA, GEOTECNICA, CLIMATOLOGICA Y EDAFOLOGICA.

COMO PREVIAMENTE YA SE HA DETERMINADO LA DIRECCION -- QUE TENDRA LA PISTA, POR MEDIO DE LA ROSA DE VIENTOS Y HABIENDO ESTUDIADO EL LUGAR EN BASE A LAS CARTAS, -- SE PROCEDE HA HACER UN PROGRAMA DE EXPLORACIONES VISUALES QUE PERMITIRAN ELABORAR UN PROGRAMA DE EXPLORACIONES DEL SUBSUELO, YA SEAN A CIELO ABIERTO O POR SONDEOS PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS FISICO-- QUIMICAS Y MECANICAS DEL SUBSUELO; A ESTAS ULTIMAS -- EXPLORACIONES SON A LAS QUE SE LES DA MAYOR IMPORTANCIA YA QUE POR MEDIO DE ELLAS PODREMOS ACERCARNOS -- MAS A LA REALIDAD DE LAS CONDICIONES EN QUE SE EN -- CUENTRA EL SUELO Y ASI DETERMINAR LAS RECOMENDACIONES DE PROYECTO PARA GARANTIZAR UN COMPORTAMIENTO --

ADECUADO BAJO LAS CONDICIONES A QUE VA HA ESTAR SOMETIDO, PARA MAYOR CONOCIMIENTO DE ESTAS EXPLORACIONES, SE TRATAN EN UN CAPITULO ESPECIAL; TAMBIEN OTRO PROBLEMA MUY ESPECIAL ES EL DE DETERMINAR LOS BANCOS DE MATERIALES PARA FORMAR EL CUERPO DEL TERRAPLEN Y DE LOS PAVIMENTOS DEL AEROPUERTO Y PARA ESTO SE INCLUYE TODO UN CAPITULO POR SU GRAN INTERES SOBRE LAS CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS MATERIALES QUE FORMARAN LAS TERRACERIAS Y PAVIMENTOS.

I-2 OBJETIVO

CON EL OBJETO DE MEJORAR LAS CONDICIONES SOCIO-ECONOMICAS DE LA ZONA DEL BAJIO Y A UN NIVEL NACIONAL ES NECESARIO CONSTRUIR UN NUEVO AEROPUERTO EN ESTA ZONA, PARA UNA MEJOR COMUNICACION AEREA, ES POR ESTO QUE ESTE TRABAJO SE DEDICA AL PROYECTO DE UN NUEVO AEROPUERTO EN LEON, GTO. PARA EL CUAL SE DISEÑARAN LOS PAVIMENTOS CONSIDERANDO UNA AERONAVE BOEING 727-200, O SIMILAR.

I-3 LOCALIZACION

ESTA OBRA QUEDA UBICADA A LA DERECHA DEL KILOMETRO - 44 + 388 DEL CAMINO IRAPUATO-LEON CON ORIGEN EN LA CIUDAD DE IRAPUATO Y ESPECIFICAMENTE EN LAS CERCANIAS DE LA COLONIA EJIDAL "NUEVO MEXICO". EL CROQUIS DE LOCALIZACION SE MUESTRA EN EL PLANO NO. 3 DONDE ADENMAS SE INDICA LA LOCALIZACION DE LOS BANCOS DE MATERIALES.

I-4 CLASIFICACION DEL AEROPUERTO

HAY DIFERENTES ORGANISMOS DE GRAN PRESTIGIO, QUE CLASIFICAN A LOS AEROPUERTOS SEGUN SUS PROPIOS CRITERIOS.

RIOS, ESTOS ORGANISMOS SON ENTRE OTROS LA "O.A.C.I.", LA "I.A.T.A.", LA "F.A.A.", ETC. EN LA REPUBLICA MEXICANA LOS AEROPUERTOS SE CLASIFICAN ATENDIENDO LOS CRITERIOS DE LA "F.A.A." (FEDERAL AVIATION AGENCY), DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA. ESTE ORGANISMO CLASIFICA A LOS AEROPUERTOS TOMANDO EN CUENTA SUS RADIOS DE ACCION ECONOMICO, COMO SE INDICA A CONTINUACION :

- A) AEROPUERTOS DE CORTO ALCANCE: SE DEFINEN COMO AQUELLOS CUYO RADIO DE ACCION NO EXCEDE DE 800 KM.
- B) AEROPUERTOS DE MEDIANO ALCANCE: SON AQUELLOS CUYO RADIO DE ACCION NO EXCEDE DE 1,600 KM.
- C) AEROPUERTOS DE GRAN ALCANCE: SON AQUELLOS EN LOS CUALES SU RADIO DE ACCION PUEDE SER DE 3,200 KM. O MAS.

EN BASE A ESTA CLASIFICACION PODEMOS DECIR QUE EL AEROPUERTO EN PROYECTO ESTA COMPRENDIDO DENTRO DE LOS DE MEDIANO ALCANCE (CLASIFICACION "B"), PERMITIENDO INCLUSO SALIDAS Y LLEGADAS REGULARES DE VUELOS INTERNACIONALES.

ES DE GRAN IMPORTANCIA PARA PODER ELEGIR UN TIPO DE PAVIMENTO, CONOCER LA PRESION DE INFLADO DE LAS LLANTAS DEL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL, YA QUE ESTAS TIENEN UN GRAN EFECTO SOBRE EL PAVIMENTO. EXISTEN ESPECIFICACIONES AL RESPECTO, EN LAS QUE MUESTRA QUE LA PRESION DE INFLADO DEPENDE DEL TIPO O MODELO DE LA AERONAVE, CON ESTAS SE PUDO ELABORAR UNA TABLA (No. 1) QUE PERMITE FIJAR EL TIPO DE PAVIMENTO POR DISEÑAR, ESTO SE PUEDE HACER SIEMPRE Y CUANDO EL DISEÑADOR APLIQUE UN AMPLIO CRITERIO Y ASI SELECCIONAR EL TIPO ADECUADO. A CONTINUACION SE INDICA LA TABLA No.

¿ HA QUE SE HACE MENCION :

<u>CLASE DE AEROPUERTO</u>	<u>MODELO DE AERONAVE</u>	<u>TIPO DE PAVIMENTO</u>
CORTO ALCANCE	DC-6 o SIMILAR	FLEXIBLE
MEDIANO ALCANCE	BOEING 727 o SIMILAR	MIXTO
GRAN ALCANCE	DC-8 o SIMILAR	RIGIDO

T A B L A No. 1

OBSERVANDO LA CLASIFICACION VEMOS QUE EL AEROPUERTO QUE NOS OCUPA LE CORRESPONDE UN PAVIMENTO DEL TIPO-MIXTO.

CON EL OBJETO DE LOGRAR UN AHORRO SUBSTANCIAL EN EL CONCEPTO DE PAVIMENTACION Y DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES HECHAS POR EL DEPARTAMENTO DE PROYECTOS CIVILES DE LA DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS DE LA - "S.A.H.O.P.", SE CONSIDERARA EL EMPLEO DE PAVIMENTO FLEXIBLE, REFORZANDO LAS AREAS CRITICAS DE OPERACION, COMO SON :

CABECERAS
 FAJA INTERIOR DE LA PISTA
 ENTRONQUES
 ACCESOS
 PLATAFORMA DE OPERACIONES

I-5 PREVISION FUTURA

ES DIFICIL PREVER LAS CONDICIONES DEL AEROPUERTO PARA DESPUES DE UN PERIODO DE AÑOS DE FUNCIONAMIENTO - (APROXIMADAMENTE DE 8 A 10 AÑOS), YA QUE NO SE CUENTAN CON ESTADISTICAS QUE INDIQUEN EL CRECIMIENTO DE POBLACION, ACTIVIDAD ECONOMICA, ETC. PERO CON BASE A EXPERIENCIAS EN OBRAS DE ESTE TIPO SE PUEDE DECIR -- QUE PARA UN PERIODO DE APROXIMADAMENTE 10 AÑOS SE PODRA DUPLICAR O QUIZA HASTA TRIPLICAR EL MOVIMIENTO - DE PASAJEROS Y CARGA, POR LO QUE HABRA NECESIDAD DE CONSTRUIR OTRO EDIFICIO ACORDE A LAS NECESIDADES - - EXISTENTES EN ESE TIEMPO; LOS ELEMENTOS DE CIRCULACION NO SE VERAN AFECTADOS PERO EN CASO DE QUE EL NUMERO DE OPERACIONES SEAN BASTANTES Y SE HAGA INSUFICIENTE EL AEROPUERTO, SE PUEDE CONSTRUIR OTRA AEROPISTA LA QUE PUEDE SER CON LA MISMA GEOMETRIA Y ESTRUCTURA INDICADAS EN EL CAPITULO IV YA QUE EL SITIO ES SUFICIENTEMENTE HOMOGENEO CON RESPECTO A SUS CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO.

CAPITULO II
ESTUDIO GEOTECNICO

- II-1 INTRODUCCION
- II-2 QUE ES UN ESTUDIO GEOTECNICO
- II-3 ACOPIO DE INFORMACION
- II-4 PLANEACION
- II-5 VERIFICACION DE CAMPO
- II-6 PRUEBAS "IN SITU", EN LABORATORIO Y RESULTADOS

II-1 INTRODUCCION

PARA EL PROYECTO DE UNA OBRA CIVIL, EL CUERPO DE INGENIEROS ENCARGADOS DEL MISMO NECESITA CONOCER LA ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES DEL SUBSUELO; ESTE CONOCIMIENTO SE OBTIENE A TRAVES DE EXPLORACIONES, OBTENCION DE MUESTRAS Y PRUEBAS DE CAMPO Y LABORATORIO.

LA EXPLORACION SE LLEVA A CABO EN TRES FASES : EL RECONOCIMIENTO SUPERFICIAL DEL LUGAR, LA EXPLORACION PRELIMINAR Y LA EXPLORACION DETALLADA INCLUYENDO EL MUESTREO. LA EXPLORACION DEBE PERMITIR OBTENER RESULTADOS CONFIABLES EN UN MINIMO DE TIEMPO Y COSTO.

LA CONFIABILIDAD DEL ESTUDIO GEOTECNICO QUE SE REALICE DEPENDE DE LA DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACION, POR TANTO ESTOS DEBEN REALIZARSE EN FORMA CUIDADOSA, SIGUIENDO METODOS Y NORMAS ADECUADAS.

II-2 QUE ES UN ESTUDIO GEOTECNICO

UN ESTUDIO GEOTECNICO ES EL CONJUNTO DE DOCUMENTOS QUE CONTIENEN LA INFORMACION REFERENTE A LAS CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO, Y PARA SU ELABORACION SE DEBEN DE HACER UNA SERIE DE ESTUDIOS DE CAMPO Y LABORATORIO, RECORRIDOS E INSPECCIONES, ANALISIS Y CALCULO QUE CONDUCEN A LAS RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES NECESARIAS PARA ESTABLECER LAS NORMAS GEOTECNICAS A LA QUE HA DE CEÑIRSE EL PROYECTO Y LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION. ES POR ESO QUE AL REALIZARSE UN ESTUDIO GEOTECNICO, TODA LA INFORMACION OBTENIDA DEBE PONERSE A DISPOSICION DE LAS PERSONAS ENCARGADAS DE LLEVAR A CABO EL PROYECTO.

II-3 ACOPIO DE INFORMACION

DEL PLANO TOPOGRAFICO SE OBSERVA QUE EXISTE UNA PEN-

DIENTE LIGERA HACIA EL ORIENTE.

DEL PLANO GEOLOGICO, OBSERVAMOS QUE SE INDICA QUE EN LA ZONA SE ENCUENTRAN ROCAS EXTRUSIVAS (ANDESITAS Y BASALTOS) Y SUELOS ALUVIALES EN FORMA GENERAL.

DEL PLANO HIDROLOGICO, SE OBSERVA CERCA DE LA ZONA - UN RIO, AL NORTE DE LA CIUDAD DE LEON SE ENCUENTRA - LA PRESA DENOMINADA EL PALOTE Y QUE EL DRENAJE DE LA ZONA ES BUENO.

EL PLANO CLIMATOLOGICO SE INDICA QUE EL CLIMA EXISTENTE EN LA ZONA ES DEL TIPO SUBTROPICAL MEXICANO.

DEL PLANO EDAFOLOGICO SE INDICA QUE LA ZONA DEL AEROPUERTO EXISTEN PRINCIPALMENTE SUELOS ARCILLOSOS Y -- SUELOS ARENOSOS.

TODA ESTA INFORMACION ES EN FORMA MUY GENERAL TOMADA DE LAS CARTAS EDITADAS POR LA DETENAL.

II-4 PLANEACION

LA PLANEACION DEL ESTUDIO GEOTECNICO CONSISTE EN LA ELABORACION DE UN PROGRAMA DE TRABAJO PARA OBTENER - LA MEJOR Y MAS ACERTADA INFORMACION QUE SE PUEDA; -- UNA VEZ OBTENIDA LA INFORMACION DE LAS CARTAS EDITADAS POR EL DETENAL PROSEGUIMOS A HACER UN ESTUDIO EN BASE A OBSERVACIONES DEL LUGAR Y POSTERIORMENTE SE - ELABORA UN PROGRAMA DE EXPLORACIONES POR MEDIO DE -- SONDEOS SE DETERMINAN UNA VEZ CONOCIDO EL SITIO ESPECIFICO DE CADA ELEMENTO DEL AEROPUERTO COMO SON: PISTA, CALLES DE RODAJE, CAMINO DE ACCESO, ETC., LOS -- PUNTOS EN QUE DEBERAN EFECTUARSE LOS SONDEOS SON ELEGIDOS DEPENDIENDO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS MUESTREOS PRELIMINARES, CONSIDERANDO AL MISMO TIEMPO EL TIPO DE ESTRUCTURA QUE SE CONSTRUIRA.

II-5 VERIFICACION DE CAMPO

LA VERIFICACION DE CAMPO CONSISTE EN LA COMPROBACION DE LOS ESTUDIOS QUE YA HAN SIDO REALIZADOS.

PARA LLEVARLOS A CABO SE SIGUIO LA SECUENCIA QUE A CONTINUACION SE INDICA: PRIMERAMENTE LO REFERENTE A LA TOPOGRAFIA, DRENAJE Y CLIMATOLOGIA, POSTERIORMENTE LO REFERENTE A LA GEOLOGIA DEL SITIO.

II-5.1 TOPOGRAFIA, DRENAJE Y CLIMATOLOGIA : Es DE GRAN IMPORTANCIA LOS ESTUDIOS DE TOPOGRAFIA-PARA PODER INDICAR LAS CONDICIONES DE RELIEVE Y SI ES POSIBLE DETERMINAR LOS PUNTOS DONDE SE HARAN LOS SONDEOS PARA OBTENER LAS MUESTRAS Y PODER DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO, UNA VEZ HECHO ESTO PROSEGUIMOS A DIBUJAR EL PERFIL TOPOGRAFICO CONJUNTAMENTE CON EL PERFIL GEOLOGICO, COMO SE MUESTRA EN EL PLANO No. 2; DONDE SE VE QUE LA ZONA ES LIGERAMENTE PLANA, CON UNA PENDIENTE SUAVE HACIA EL ORIENTE.

CON RESPECTO AL DRENAJE, SE TIENE COMO OBJETO FUNDAMENTAL REDUCIR A LO MAXIMO POSIBLE LA CANTIDAD DE AGUA QUE LLEGUE AL PAVIMENTO Y DAR SALIDA A LA QUE INEVITABLEMENTE LLEGUE A EL, SIENDO NECESARIO CONSTRUIR OBRAS DE DRENAJE PARA LOGRAR ESTE PROPOSITO; POR LO TANTO EL INGENIERO LOCALIZADOR DEBERA EVITAR EN LO MAS POSIBLE TRAZAR LA PISTA EN TERRENOS QUE NO TENGAN DRENAJE NATURAL O QUE LAS OBRAS NECESARIAS PARA PROPORCIONAR EL DRENAJE RESULTEN ANTIECONOMICAS. POR LO QUE SE REFIERE A ESTE PROYECTO NO SE DETECTO EN EL CAMPO PRO-

BLEMAS ESPECIALES DE DRENAJE DEBIDO A LA SUAVE PENDIENTE, Y A LA PLANICIE DEL TERRENO POR LO QUE UNICAMENTE SE REQUIERE DRENAJE SUPERFICIAL, MISMO QUE TIENE COMO OBJETO ELIMINAR EL AGUA QUE CAIGA SOBRE EL PAVIMENTO Y LOS TERRENOS ADYACENTES.

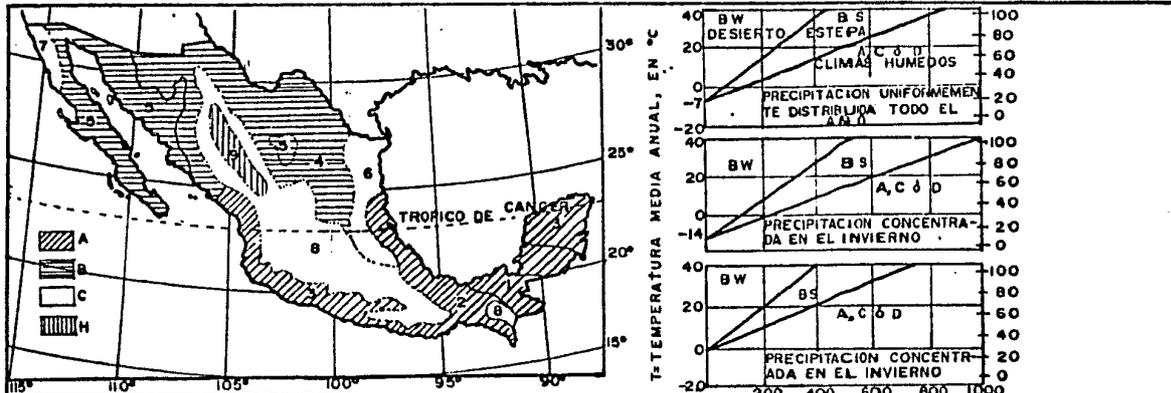
PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS DEL CLIMA SE USO EL SISTEMA DE KÖPPEN-GEIGER, ESTE SISTEMA DIVIDE EN CUATRO GRANDES ZONAS LA REPUBLICA MEXICANA, INTERVIENIENDO EN ELLAS CONSIDERACIONES GEOGRAFICAS, DE TEMPERATURA Y DE LLUVIA, ASI COMO LAS ALTERACIONES QUE SUFREN ESTOS ELEMENTOS DURANTE EL AÑO.

DE LOS DATOS REGISTRADOS EN LA ESTACION PUBLIOGRAFICA LOCALIZADA EN LAS CERCANIAS DE LA CIUDAD DE LEON, GUANAJUATO, SE OBTUVO LA SIGUIENTE INFORMACION: HAY PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES DE ENTRE 300 Y 1000 MM. Y LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL ES DE 15.5°C CON VARIACIONES TERMICAS DE $\pm 3^{\circ}\text{C}$, Y EN BASE AL SISTEMA KÖPPEN-GEIGER SE PUEDE ESTABLECER QUE EL CLIMA DE LA ZONA DEL AEROPUERTO LE CORRESPONDE UN CLIMA SUBTROPICAL DE ALTURA TIPO MEXICANO (CWH), CON REGIMEN PUBLIOMETRICO TROPICAL. EN LA FIGURA No. 1 SE MUESTRA LA CLASIFICACION DE CLIMAS CON BASE AL SISTEMA DE KÖPPEN-GEIGER.

LOS ESTUDIOS DE CAMPO COMPRENDEN LOS SIGUIENTES PUNTOS:

LAS INVESTIGACIONES QUE SE LLEVARON A CABO FUERON PRINCIPALMENTE CON BASE A SONDEOS, LOS CUALES SE REALIZARON EN LOS PUNTOS PREVIAMENTE SELECCIONADOS A LO LARGO DE LA AEROPISTA Y EN LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE CIRCULACION DEL AEROPUERTO EN PROYECTO.

LOS SONDEOS EN LA ZONA DEL AEROPUERTO PERSIGUEN LOS SIGUIENTES OBJETIVOS :



CLIMAS			
A	TROPICAL	Afa	1 Ecuatorial, Tipo amazonico caluroso regular
		Amo	2 Subecuatorial, Tipo sudanes caluroso regular
		Awa	3 Tropical, Tipo senegalés variaciones termicas
B	SECO	Bsk	4 Esteparia, Tipo senegalés ó tipo sirio, caluroso ó templado medio, oscilaciones termicas sensibles
		BWh	5 Desértico, Tipo sahariano extremo
C	SUB TROPICAL	Cfa	6 Subtropical mediterráneo con influencia de monzón, tipo china caluroso medio, oscilaciones termicas notables
		Csb	7 Mediterráneo, Tipo portugués templado medio, veranos secos y calientes
		Cwh	8 Subtropical de altura, Tipo mexicano, templado regular
H	DE MONTAÑA	H	9 De montaña, extremo tipo alpino

PRIMERA LETRA
 A, C, D.- Suficiente calor y precipitación para el crecimiento de arboles grandes
 R=PRECIPITACION MEDIA ANUAL EN mm.

- A.- Climas tropicales, todas las temperaturas medias mensuales mayores de 18°C.
- B.- Climas secos. Fronteras determinadas mediante las graficas T-R
- C.- Climas templados, calurosos, Temperatura medio del mes más frio entre 18° y -3°C
- D.- Climas de nieve, Temperatura media del mes más caluroso mayor de 10°, del más frio menor de -3°C
- E.- Climas polares. Temperatura media del mes más caluroso menor de 10°C

SEGUNDA LETRA

- S.- Clima Estepario
- W.- Clima Desértico
- f.- Suficiente precipitación todos los meses
- m.- Clima de selva, al pasar de una estación seca
- s.- Tiempo seco en verano
- w.- Tiempo seco en invierno

TERCERA LETRA

- a.- Temperatura media del mes más caluroso +22 °C
- b.- Temperatura media del mes más caluroso, -22 °C
- c.- Menos de cuatro meses tienen medias en más de 10°C
- h.- Seco y caliente. Temperatura media anual mayor de 18°C
- k.- Seco y frio. Temperatura media anual menor de 18°C
- H.- Clima de montaña. Extremo, tipo alpino

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
NVQ. AEROPUERTO DE LEON GTO.		
SISTEMA DE KÖPPEN-GEIGER		
TESIS PROFESIONAL		
M.G.N.	1982	FIGURA N°1

A) DEFINIR LAS CARACTERISTICAS ESTRATIGRAFICAS DEL TERRENO DE CIMENTACION DE LOS ELEMENTOS DEL AEROPUERTO.

B) OBTENER MUESTRAS CON EL OBJETO DE DEFINIR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES DE CIMENTACION.

C) DEFINIR LOS COEFICIENTES DE VARIACION VOLUMETRICA DE LOS MATERIALES CONSTITUYENTES DE LAS TERRACERIAS- CON EL FIN DE PODER ELABORAR UN PRESUPUESTO.

II-5.2 GEOLOGIA DEL SITIO : LA ZONA EN ESTUDIO SE ENCUENTRA UBICADA EN LA LLAMADA "ALTIPLANICIE MERIDIONAL"; ESTA ZONA SE FORMO DURANTE LA ERA CENOZOICA, MEDIA VOLCANICA, (PERIODO-CUATERNARIO) Y EPOCA RECIENTE CON UNA EDAD APROXIMADA DE ENTRE 0 Y 1 MILLON DE AÑOS; ESTA ZONA ESTA CONFORMADA PRINCIPALMENTE POR DEPOSITOS ALUVIALES NO CONSOLIDADOS Y ROCAS VOLCANICAS DE COMPOSICION VARIABLE, (ANDESITAS Y BASALTOS), CON UNA TEXTURA DE GRANO FINO A VITRIO, A VECES ESPONJOSO VITREO O VESICULAR, CON AFLORACIONES SUPERFICIALES. LA ANDESITA ES DE TONOS CLAROS Y PERTENECE AL GRUPO DE LAS FESITAS CUYO FONDO ES VITREO CON CRISTALES EMPASTADOS; EL BASALTO ES UNA ROCA CARACTERIZADA POR EL PREDOMINIO DE PLAGIOCLASAS Y ES DE GRANO FINO Y SU COLOR VARIARIA DE OSCURO A NEGRO.

EN LA ZONA DEL AEROPUERTO SE DETECTARON ARCILLAS DE BAJA PLASTICIDAD (CL) CON ARENA FINA; ARENAS ARCILLOSAS Y ARENAS LIMOSAS (SC Y SM). ARENA ARCILLOSA CON GRAVAS CEMENTADAS (TOBA-ANDESITICA) Y MUY ESPECIALMENTE UN ESTRATO CUYO ESPESOR ES DE APROXIMADAMENTE 0.40 M. CONSTITUIDO POR UNA ARCILLA DE ALTA PLASTICI

DAD, NEGRA CON CARACTERISTICAS EXPANSIVAS Y -
 QUE SE DEBERAN TRATAR SEGUN LO RECOMENDADO EN
 LAS NORMAS DE CONSTRUCCION QUE SE INDICAN EN
 EL CAPITULO VI.

HACIENDO ACOPIO DEL PARRAFO ANTERIOR SE REALIZARON UN
 TOTAL DE 14 SONDEOS CON AVANCE A CIELO ABIERTO CON --
 UNA PROFUNDIDAD MAXIMA DE 2.15 M. Y ASI PODER OBSER--
 VAR LA ESTRATIGRAFIA DIRECTAMENTE Y PODERLA REPRESEN--
 TAR GRAFICAMENTE CON LOS MATERIALES EXISTENTES EN LA-
 ZONA. LOS SONDEOS QUE SE EFECTUARON A LO LARGO DE LA
 PISTA TIENEN COMO PRINCIPAL OBJETIVO DETERMINAR LAS -
 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES QUE CONSTITUIRAN --
 LOS TERRAPLENES. LA LOCALIZACION Y DENOMINACION DE -
 ESTOS SONDEOS SE INDICAN A CONTINUACION :

ESTACION	MATERIAL	SONDEO
Km. 0 + 000	(CH)	S-1
0 + 400	(CL)	S-2
1 + 000	(OH)	S-3
1 + 440	(CL)	S-4
1 + 885	(CL)	S-5
2 + 260	(SM)	S-6
2 + 620	(CL)	S-7
3 + 000	(CL)	S-8

LOS SONDEOS QUE SE REALIZARON EN LAS CALLES DE RODA-
 JE SE ENCUENTRAN EN LA ZONA DE TRANSICION DE LAS CA-
 LLES DE RODAJE Y LAS PLATAFORMAS, Y APARECEN EN LA -
 PLANTA GENERAL DE SONDEOS CON LAS DENOMINACIONES S-9
 Y S-10.

POR ULTIMO LOS SONDEOS QUE SE REALIZARON EN LAS PLATAFORMAS, PRINCIPAL Y DE AVIONETAS SE LOCALIZAN EN LAS POSICIONES INDICADAS EN LA PLANTA GENERAL DE SONDEOS LA CUAL SE INDICA EN LA PLANO No. 1 Y APARECEN EN LA TABLA GENERAL DE MUESTREO CON LAS DENOMINACIONES S-11, S-12 Y S-13, Y TAMBIEN SE INDICA EL SONDEO NUMERO 14 (S-14) QUE PERTENECE AL CAMINO DE ACCESO.

AL EFECTUARSE LOS SONDEOS NO SE DETECTO EL NIVEL DE AGUAS FREATICAS (N.A.F.) EN NINGUNO DE ELLOS.

II-6 PRUEBAS "IN SITU", EN LABORATORIO Y RESULTADOS

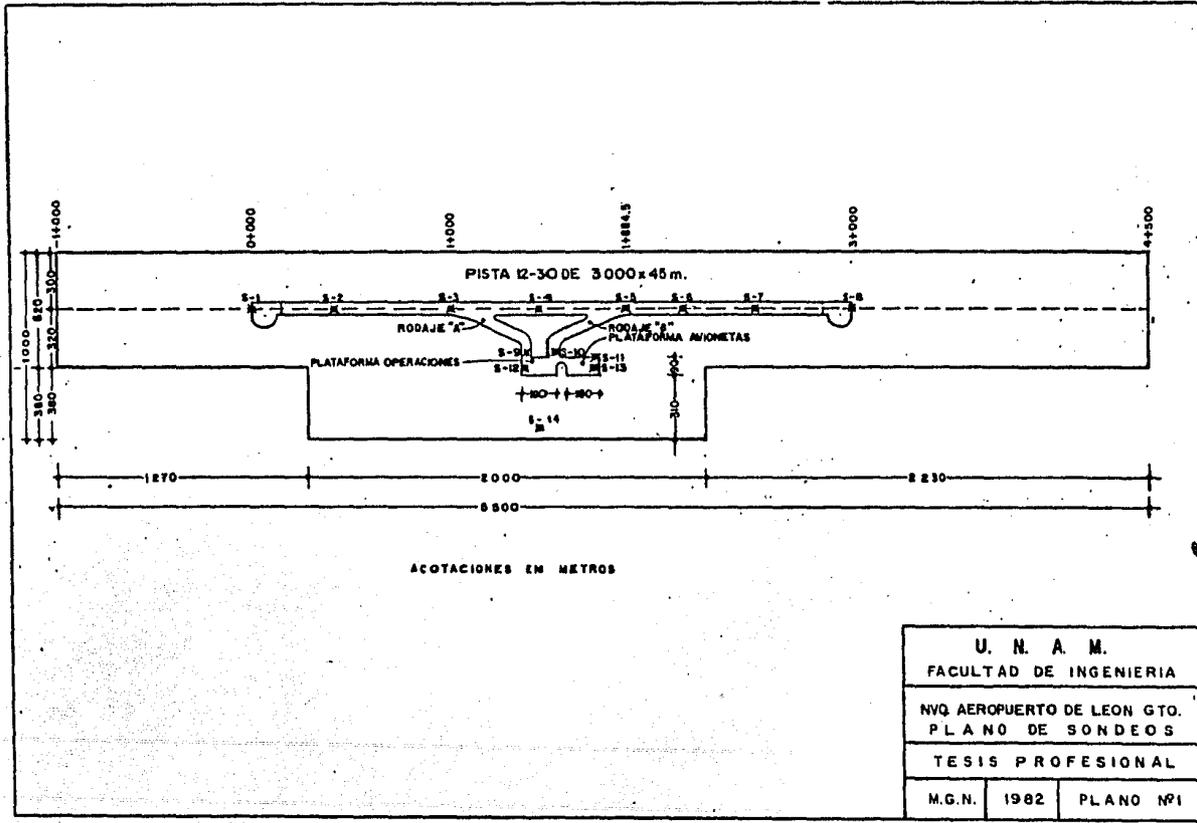
PARA HABLAR DE PUEBAS PRIMERAMENTE HABLARE DEL TIPO DE MUESTREO REALIZADO.

EL MUESTREO SE EFECTUO DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES ESTABLECIDAS POR LA SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS (SAHOP); EN TERMINOS GENERALES SE DESCRIBE A CONTINUACION EL CRITERIO DE MUESTREO SEGUIDO EN ESTA ETAPA DEL PROYECTO.

LAS MUESTRAS EXTRAIDAS DE LOS POZOS A CIELO ABIERTO SON MUESTRAS INALTERADAS REPRESENTATIVAS, LAS CUALES SE PROTEGIERON CONTRA PERDIDAS DE HUMEDAD, ENVOLVIENDOLAS CON CAPAS IMPERMEABILIZADORAS DE BREA Y PARAFINA, ESTAS MUESTRAS SE OBTUVIERON CADA VEZ QUE SE APRECIABA UN CAMBIO DE ESTRATO, DEPENDIENDO DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES COMO SON: TAMAÑO DE GRANO, COLOR, APARIENCIA, ETC.

EN EL PLANO No. 2 SE MUESTRA EL PERFIL DEL SUELO DE LA ZONA EN ESTUDIO. ESTE PERFIL ES LA REPRESENTACION GRAFICA TANTO DE LA POSICION Y CONSTITUCION DE LOS DIFERENTES ESTRATOS DEL SUELO DE CIMENTACION.

LOS MATERIALES QUE SE OBTUVIERON DE LOS SONDEOS EN -



EL AREA DEL AEROPUERTO FUERON SOMETIDOS A LAS PRUEBAS QUE SE MENCIONAN A CONTINUACION :

II-6.1 PRUEBAS DE IDENTIFICACION

II-6.1.1 LIMITES DE ATTERBERG

II-6.1.2 GRANULOMETRIA

II-6.1.3 EQUIVALENTE DE ARENA

II-6.2 PRUEBAS DE CALIDAD

II-6.2.1 PORTER ESTANDAR

II-6.2.2 PESOS VOLUMETRICOS

II-6.2.3 PORCIENTO DE EXPANSION

II-6.3 PRUEBAS DE DISEÑO

II.6.3.1 PORTER MODIFICADA

II-6.1.1 LIMITES DE ATTERBERG: AL HABLAR DE-
LOS LIMITES DE ATTERBERG SE ESTA HA-
BLANDO DE LA PLASTICIDAD DE LOS SUE-
LOS QUE PASAN LA MALLA No. 40, CUYA
PLASTICIDAD QUEDA DEFINIDA COMO LA
CAPACIDAD QUE TIENEN LOS SUELOS DE
SUFRIR DEFORMACIONES SIN CAMBIOS VO-
LUMETRICOS Y SIN VARIACIONES APAREN-
TES DE ESFUERZOS, ES POR ESO QUE --
HAY QUE MEDIR LA PLASTICIDAD DE LOS
SUELOS FINOS, LA CUAL ESTA RELACIO-
NADA INTIMAMENTE CON EL CONTENIDO -
DE AGUA, ASI COMO LO MENCIONA ATTER-
BERG; LA PLASTICIDAD NO ES UNA PRO-

PIEDAD PERMANENTE DE LAS ARCILLAS, - SINO CIRCUNSTANCIAL Y QUE DEPENDE DE SU CONTENIDO DE AGUA; UNA ARCILLA -- MUY SECA PUEDE TENER UNA CONSISTEN-- CIA DE UN LADRILLO, CON PLASTICIDAD NULA, Y ESA MISMA ARCILLA CON GRAN - CONTENIDO DE AGUA PUEDE PRESENTAR -- LAS PROPIEDADES DE UN LODO SEMILIQI DO O INCLUSIVE LOS DE UNA SUSPENSION LIQUIDA, ENTRE AMBOS EXTREMOS SE DE FINIERON LOS ESTADOS DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG CON BASE A LA DISMINU-- CION DE SU CONTENIDO DE AGUA EN UNA FORMA GRADUAL, ASI COMO SE INDICA A CONTINUACION :

ESTADO LIQUIDO.- EL SUELO ESTA CON- VERTIDO EN SUSPENSION.

ESTADO SEMILIQUIDO.- EL SUELO ES UN FLUIDO VISCOSO.

ESTADO PLASTICO.- EL SUELO SE COM-- PORTA PLASTICAMENTE.

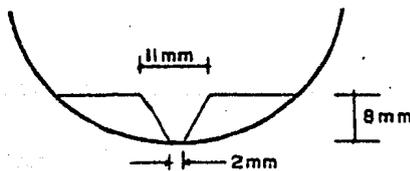
ESTADO SEMISOLIDO.- EL SUELO TIENE- APARIENCIA DE UN SOLIDO PERO AUN - - PIERDE VOLUMEN AL ESTAR SUJETO AL SE CADO.

ESTADO SOLIDO.- EL SUELO NO VARIA - SU VOLUMEN DURANTE EL SECADO.

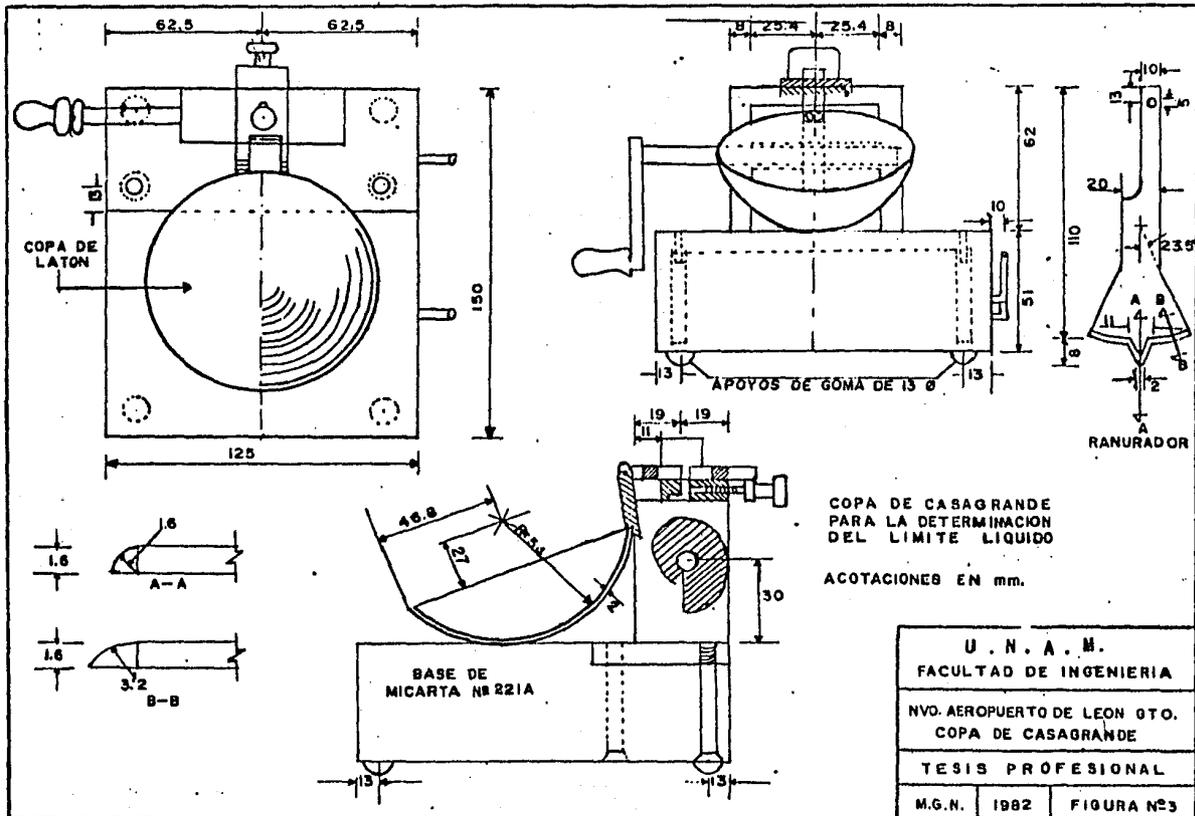
A PARTIR DE LOS ESTADOS DE CONSISTEN CIA ATTERBERG DEFINIO LOS LIMITES DE CONSISTENCIA COMO SE INDICA A CONTI- NUACION :

LIMITE LIQUIDO.- ESTE LIMITE QUEDA -
COMPRENDIDO ENTRE LOS ESTADOS DE CON-
SISTENCIA LIQUIDO Y SEMILQUIDO Y --
QUEDA DEFINIDO POR MEDIO DE UNA TEC-
NICA DE LABORATORIO QUE CONSISTE EN
COLOCAR EL SUELO REMOLDEADO EN UNA -
CAPSULA, AL CUAL SE LE HACE UNA RANU-
RA COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA No.2
Y SE HACE CERRAR POR MEDIO DE UN NU-
MERO FIJO DE GOLPES VERTICALES SECOS,
CUANDO SE TOCAN LAS DOS CEJAS DE LA-
RANURA SE DICE QUE ESTA EL SUELO EN
SU LIMITE LIQUIDO.

EL DISPOSITIVO EMPLEADO PARA EJECU--
TAR LA PRUEBA ES LA COPA DE CASAGRAN-
DE QUE SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 3.



F I G U R A N o . 2



LIMITE PLASTICO.- ESTE LIMITE QUEDA-COMPRENDIDO ENTRE LOS ESTADOS DE CONSISTENCIA PLASTICO Y SEMISOLIDO, A ESTE LIMITE ATTERBERG LO DEFINE REMOLDEANDO APROXIMADAMENTE 15g DE SUELO HUMEDO, HACIENDO UN CILINDRO DE APROXIMADAMENTE 3mm (1/8") DE DIAMETRO Y CUANDO SE EMPIECE A FRACTURARSE DICE QUE SE HA ALCANZADO SU LIMITE PLASTICO Y EL CONTENIDO DE AGUA EN TAL MOMENTO ES LA FRONTERA DE SECADO.

LIMITE DE CONTRACCION LINEAL.- ES LA FRONTERA ENTRE LOS ESTADOS DE CONSISTENCIA SEMISOLIDA Y SOLIDO, DEFINIDO CON EL CONTENIDO DE AGUA, CON EL QUE EL SUELO YA NO DISMINUYE SU VOLUMEN AL SEGUIRSE QUITANDELE AGUA.

II-6.1.2 GRANULOMETRIA: GRANULOMETRIA ES LA DISTRIBUCION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS SOLIDAS QUE FORMAN UN SUELO DE ACUERDO A SUS PORCENTAJES QUE EN EL EXISTEN, ESTOS PORCENTAJES SON REFERIDOS AL PESO SECO DE LA MUESTRA EN ESTUDIO.

HACE VARIOS AÑOS SE COMENZO LA INVESTIGACION DE LAS PROPIEDADES DE LOS SUELOS Y SE CREIA QUE LAS PROPIEDADES-MECANICAS DEPENDIAN DIRECTAMENTE DE LA DISTRIBUCION DE LAS PARTICULAS CONSTITUYENTES DEL SUELO SEGUN SU TAMAÑO; POR ELLO FUE IMPORTANTE QUE SE PUDIERA ELABORAR UN METODO PARA OBTENER

NER TAL DISTRIBUCION; A PARTIR DE TAL NECESIDAD SE PRESENTARON VARIAS CLASIFICACIONES DE LAS PARTICULAS DEL SUELO DE ACUERDO AL TAMAÑO DE LAS MISMAS, LAS QUE SE MIDEN HACIENDO PASAR UNA MUESTRA DE SUELO POR UNA SERIE DE MALLAS, PROPUESTAS POR LA U.S. STANDARD, Y QUE SE ENLISTAN EN LA TABLA No. 2.

EL METODO EMPLEADO EN ESTE TRABAJO ES LA CLASIFICACION DEL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS).

TAMAÑO DE MALLAS PARA CLASIFICACION GRANULOMETRICA DE ACUERDO AL SUCS

MALLA No.	ABERTURA	MALLA No.	ABERTURA
2"	50.88 MM	4	4.750 MM
1. 1/2"	36.10 MM	10	2.000 MM
1"	25.40 MM	20	0.840 MM
3/4"	19.05 MM	40	0.420 MM
1/2"	12.70 MM	60	0.250 MM
3/8"	9.52 MM	100	0.149 MM
		200	0.074 MM

T A B L A No. 2

EL MATERIAL QUE QUEDA RETENIDO EN CADA MALLA SE PESA - Y ASI SE CONOCE EL MATERIAL QUE QUEDA COMPRENDIDO ENTRE DOS MALLAS DE ABERTURA CONOCIDA, ESTOS PESOS SE - INDICAN EN PORCENTAJES, REFERIDOS AL PESO TOTAL DE LA MUESTRA.

CON LOS DATOS OBTENIDOS PROSEGUIMOS A CONSTRUIR UNA - GRAFICA (CURVA GRANULOMETRICA), EN DONDE LA ESCALA HO - RIZONTAL ES LOGARITMICA Y SOBRE ELLA SE REPRESENTAN - LAS ABERTURAS DE LAS MALLAS Y LA ESCALA VERTICAL ES - ARITMETICA Y SOBRE ELLA SE REPRESENTA EL PORCENTAJE - QUE PASA DE MATERIAL POR LAS MALLAS ANTES INDICADAS.

UNA VEZ CONSTRUIDA LA GRAFICA, SE PUEDE OBSERVAR QUE - TAN BIEN O TAN MAL ESTA LA GRADUACION DEL MATERIAL, - ASI COMO LOS PORCENTAJES DE GRAVAS, ARENAS Y FINOS.

COMO UNA MEDIDA SIMPLE DE LA UNIFORMIDAD DEL SUELO, - SE PUEDE MEDIR CON LA EXPRESION QUE PROPUSO ALLEN HAZ - ZEN COMO SE INDICA A CONTINUACION; CUYO VALOR DEBE -- SER MAYOR DE 6 PARA QUE EL SUELO SEA BIEN GRADUADO.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (\text{EXPRESION DE ALLEN HAZEN})$$

DONDE: D_{60} : TAMAÑO TAL, QUE EL 60% EN PESO DEL SUELO, - SEA IGUAL O MENOR.

D_{10} : LLAMADO POR HAZEN DIAMETRO EFECTIVO; ES - EL TAMAÑO TAL QUE SEA IGUAL O MAYOR QUE - EL 10% EN PESO DEL SUELO.

C_u : COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD.

COMO DATO ADICIONAL NECESARIO PARA DEFINIR LA UNIFORMIDAD ES EL COEFICIENTE DE CURVATURA DEL SUELO Y SE DETERMINA CON LA SIGUIENTE EXPRESION :

DONDE : D_{30} : SE DEFINE ANALOGAMENTE COMO D_{60} Y D_{10} ANTERIORES.

C_c : COEFICIENTE DE CURVATURA.

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

ESTA RELACION PARA SUELOS BIEN GRADUADOS DEBE ESTAR COMPRENDIDA ENTRE 1 Y 3.

TODO LO EXPUESTO ANTERIORMENTE SE PUEDE REPRESENTAR EN UNA FORMA COMO LA QUE SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 4 QUE FUE LLENADA CON LOS DATOS DE LA MUESTRA OBTENIDA EN EL SONDEO No. 4.

II-6.1.3 EQUIVALENTE DE ARENA: ESTA PRUEBA PROPORCIONA LA SEPARACION DE LAS PARTICULAS MAS FINAS, DE TIPO ARCILLO, DE LOS GRANOS GRUESOS (TAMAÑOS CORRESPONDIENTES A LAS ARENAS), Y COMPARA LAS PROPORCIONES RELATIVAS SOBRE BASES VOLUMETRICAS ARBITRARIAS; EMPLEANDO UN PROCEDIMIENTO SENCILLO QUE TIENDE A AMPLIFICAR O EXPANDER EL VOLUMEN DE ARCILLA EN UNA FORMA PROPORCIONAL A SUS EFECTOS PERJUDICIALES. LA PRUEBA CONSISTE EN AGITAR FUERTEMENTE UNA MUESTRA DE MATERIAL QUE PA

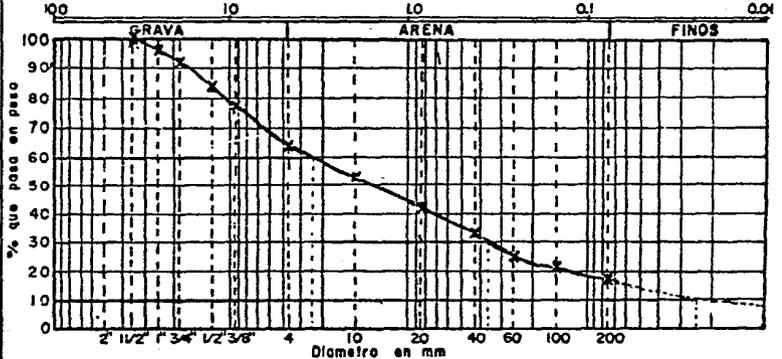
OBRA: NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
 ENSAYE N° 13 SONDEO N° 4
 MUESTRA N° 4 PROF. 2.15 M.
 DESCRIPCION CURVA GRANULOMETRICA POR MALLAS
 PESO DE LA MUESTRA

	RET. N°4	PASA N°4
PORCIENTO		63.3
TARA + MUESTRA HUMEDA		134.6
TARA + MUESTRA SECA		113.5
PESO AGUA		21.1
PESO TARA		10.6
PESO MUESTRA SECA		102.9
CONTENIDO DE HUMEDAD		19.8

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
 GRANULOMETRIA POR MALLAS
 TESIS PROFESIONAL
 M.G.N. 1982
 FIGURA N°4

Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje que pasa	Malla N°	Abertura	Peso suelo retenido	Porcentaje retenido parcial	Porcentaje que pasa
—	mm	gr	%	%	—	mm	gr	%	%
2"	50.80				10	2.000	36.3	12.1	51.2
1 1/2"	36.10			100	20	0.840	31.2	10.4	40.8
1"	25.40	1004.0	3.8	96.2	40	0.420	28.8	9.6	31.2
3/4"	19.05	1162.5	4.4	91.8	60	0.250	20.2	6.7	24.5
1/2"	12.70	1823.0	6.9	84.9	100	0.149	12.9	4.3	20.2
3/8"	9.52	2060.8	7.8	77.1	200	0.074	6.9	2.3	17.9
N°4	4.75	3646.0	13.8	63.3	Pasa 200		53.7	17.9	
Pasa N°4		16723.9	63.3		SUMA		190.0		
SUMA		25385.9							

CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO



$D_{10} = 0.025$	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{2.4}{0.025} = 96$	$> 3" = \quad \quad \quad \%$
$D_{30} = 0.36$	$\frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{(0.36)^2}{0.025 \times 2.4} = 2.2$	$G = 23 \quad \%$
$D_{60} = 2.4$		$S = 59 \quad \%$
		$F = 18 \quad \%$

Clasificación SUCS: Arena arenosa con gravas (SC)
 OBSERVACIONES: El material cumple requisitos de clasificación para su empleo en las terracerías.

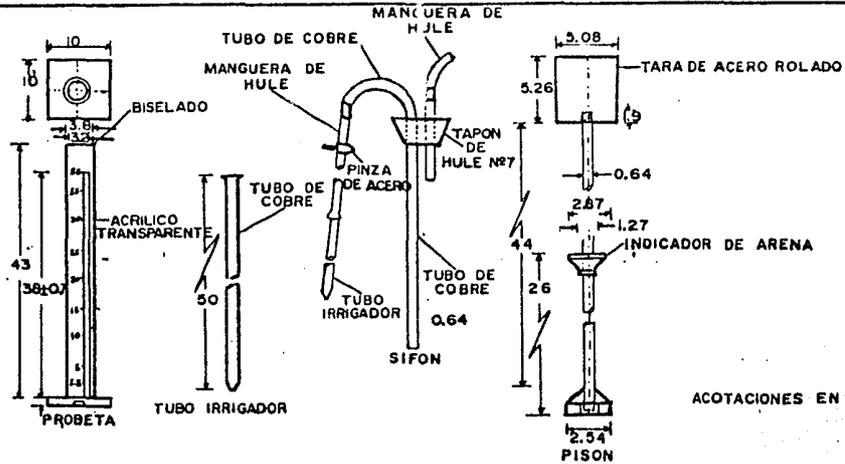
SA POR LA MALLA No. 4, EN UNA PROBETA TRANSPARENTE QUE CONTIENE UNA SOLUCION DE CLORURO DE CALCIO QUE ACTUA COMO FLOCULANTE, CON EL OBJETO DE ACELERAR LA SEDIMENTACION DE LA FRACCION ACTIVA, ESTA MEZCLA DEBE DE CONTENER GLICERINA Y FORMALDEHIDO PARA ESTABILIZAR LA SOLUCION; A CONTINUACION SE DEJA REPOSAR EL MATERIAL UN TIEMPO APROXIMADO DE 20 MINUTOS PROCEDIENDO INMEDIATAMENTE DESPUES A DETERMINAR LAS PROPORCIONES DE LAS PARTES ACTIVAS Y NO ACTIVAS, ESTO SE HACE INTRODUCIENDO UN PISON DE MEDIDAS ESPECIFICADAS QUE MARCA LAS FRONTERAS ENTRE DICHAS PORCIONES, UNA VEZ QUE SE HA SEDIMENTADO. ESTA PRUEBA SE PUEDE LLEVAR A CABO TANTO EN EL CAMPO COMO EN LABORATORIO DEPENDIENDO DEL AGITADOR QUE PUEDE SER MANUAL O MECANICO; EL EQUIVALENTE DE ARENA SE CALCULA APLICANDO LA SIGUIENTE EXPRESION:

$$E.A. = \frac{\text{LECTURA DEL NIVEL SUPERIOR DE LA ARENA}}{\text{LECTURA DEL NIVEL SUPERIOR DE LA ARCILLA}} \times 100$$

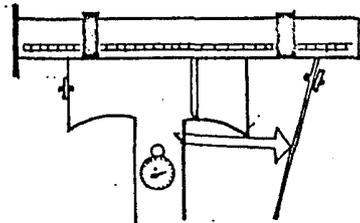
EL EQUIPO EMPLEADO PARA LA DETERMINACION DEL EQUIVALENTE DE ARENA SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 5.

II-6.2 PRUEBAS DE CALIDAD.

AL HABLAR DE LAS PRUEBAS DE CALIDAD SE PUEDE -



EQUIPO PARA LA PRUEBA DE EQUIVALENTE DE ARENA



AGITADOR MANUAL PARA LA PRUEBA DE EQUIVALENTE DE ARENA

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.		
TESIS PROFESIONAL		
M.G.N.	1982	FIGURA N°5

DECIR QUE SE HABLA DE PRUEBAS Y PROCEDIMIENTOS QUE PERMITAN DE UNA MANERA RACIONAL DETERMINAR SI UN MATERIAL CUENTA CON LAS ESPECIFICACIONES QUE PARA TAL EFECTO SE ELABORARON. LAS PRUEBAS MAS USADAS EN LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS SON ENTRE OTRAS: PRUEBAS DE COMPACTACION ESTATICA Y PRUEBAS PORTER.

AL HABLAR DE COMPACTACION PRIMERAMENTE ENTENDAMOS QUE SIGNIFICA: COMPACTACION ES EL PROCESO POR EL CUAL SE BUSCA MEJORAR LAS CARACTERISTICAS MECANICAS DEL SUELO, COMO SON LA RESISTENCIA, LA COMPRESIBILIDAD Y EL ESFUERZO-DEFORMACION; ESTO SE OBTIENE REDUCIENDOSE EL VOLUMEN DE VACIOS POR METODOS QUE ESTAN EN FUNCION DE LA HUMEDAD OPTIMA QUE DEBE TENER EL SUELO, LO QUE A SU VEZ PERMITE DETERMINAR EL PESO VOLUMETRICO MAXIMO.

LA PRUEBA DE COMPACTACION ESTATICA PERMITE DETERMINAR LOS PARAMETROS ANTES MENCIONADOS Y SU REALIZACION ES COMO SIGUE :

UNA MUESTRA QUE PESE APROXIMADAMENTE 16 KG. SE SECA Y SE DISGREGA PARA QUE DESPUES SE CRIBE - POR LA MALLA DE 25.4 MM. (1"), DESPUES SE CUARTEA (SE DIVIDE EN CUATRO PARTES), TOMANDOSE UNA PARTE A LA QUE SE LE AGREGA AGUA Y SE HOMOGEINIZA, EN ALGUNOS CASOS SE DEBE DE DEJAR EL MATERIAL EN REPOSO CUBIERTO CON UNA LONA HUMEDA, DESPUES SE COLOCA EL MATERIAL DENTRO DE UN MOLDE EN TRES CAPAS, GOLPEANDO CADA CAPA 25 VECES CON UNA VARILLA DE PUNTA EN FORMA DE BALA; EL MOLDE DEBE TENER 15.2 CM. (6") DE DIAMETRO Y 20.3 CM. (8") DE ALTURA, AL TERMINAR DE COLOCAR LA ULTIMA CAPA SE LE APLICA UNA PRESION DE

140.6 kg/cm² (1998 LB/PULG²) (APROXIMADAMENTE 26.5 TON.), EN APROXIMADAMENTE 5 MINUTOS UNA VEZ LLEGADO A ESTA PRESION SE MANTIENE LA CARGA DURANTE UN MINUTO Y SE EFECTUA LA DESCARGA EN EL SIGUIENTE MINUTO: AL LLEGAR A LA CARGA-MAXIMA SE REVISA LA BASE DEL MOLDE, SI ESTA LIGERAMENTE HUMEDECIDA EL MATERIAL HA ALCANZADO LA HUMEDAD OPTIMA DE COMPACTACION Y SU PESO VOLUMETRICO MAXIMO.

SI AL LLEGAR A LA CARGA MAXIMA NO SE HA HUMEDECIDO LA BASE DEL MOLDE, LA HUMEDAD CON QUE SE PREPARO LA MUESTRA ES INFERIOR A LA OPTIMA, POR LO TANTO SE TOMA OTRA PORCION DEL MATERIAL (4 KG) Y SE LE ADICIONA UNA CANTIDAD DE AGUA IGUAL A LA DEL ESPECIMEN ANTERIOR MAS 80 CM³; SE VUELVE APLICAR EL PROCEDIMIENTO ANTERIOR Y SE OBSERVA SI SE HUMEDECIO LA BASE, SI SE LOGRA ESTO SE CONSIDERA QUE EL MATERIAL TIENE LA HUMEDAD OPTIMA, INMEDIATAMENTE DESPUES PROCEDEMOS A CALCULAR EL PESO VOLUMETRICO SECO DEL MATERIAL ASI COMO LA HUMEDAD POR MEDIO DE LAS FORMULAS CORRESPONDIENTES.

II-6.2.1 PORTER ESTANDAR (C.B.R.): LA PRUEBA ESTANDAR DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE O PORTER ESTANDAR TAMBIEN SE LE CONOCE COMO LA PRUEBA DEL C.B.R. (CALIFORNIA BEARING RATIO) QUE FUE DESARROLLADA ORIGINALMENTE EN EL ESTADO DE CALIFORNIA DE LOS E.U.A. Y CONSISTE :

"EL VALOR RELATIVO DE SOPORTE (V.R.-S.) SE OBTIENE DE UNA PRUEBA DE PENE

TRACION EN LA QUE EL VASTAGO DE 19.4 CM² (3 PUL²) DE AREA SE HACE PENE-- TRAR EN UN ESPECIMEN DE SUELO A RA-- ZON DE 0.127 CM/MIN (0.05 PUL/MIN);- SE MIDE LA CARGA APLICADA PARA PENE-- TRACIONES QUE VARIEN EN 0.25 CM (0.1 PUL). EL VALOR RELATIVO DE SOPORTE-- DEL SUELO SE DEFINE COMO LA RELACION EXPRESADA COMO PORCENTAJE, ENTRE LA PRESION NECESARIA PARA PENETRAR LOS PRIMEROS 0.25 CM (0.1 PUL)Y LA PRE-- SION REQUERIDA PARA TENER LA MISMA - PENETRACION EN UN MATERIAL ARBITRA-- RIO, ADOPTADO COMO PATRON"¹, EL CUAL ES UNA PIEDRA TRITURADA EN LA QUE SE PRODUCEN LAS PRESIONES EN EL VASTAGO QUE SE ANOTAN EN LA TABLA No. 3.

PRESIONES PARA DISTINTAS PENETRACIONES DEL VASTAGO EN EL MATERIAL PATRON. PRUEBA V.R.S.

PENETRACION		PRESION EN EL VASTAGO	
CM.	PUL.	KG/CM ²	LB/PUL ²
0.25	0.1	70.4	1000
0.50	0.2	105.6	1500
0.75	0.3	133.7	1900
1.00	0.4	161.9	2300
1.25	0.5	183.0	2600

PARA REPRODUCIR LA SOBRECARGA QUE VAYA A TENER UNA DETERMINADA CAPA DEL PAVIMENTO REAL, POR EFECTO DE LAS SUPERIORES, AL PROBAR EL MATERIAL CONSTITUTIVO SE COLOCA SOBRE EL UNA PLACA QUE COMUNIQUE AL ESPECIMEN UNA PRESION EQUIVALENTE A LA SOBRECARGA QUE SE TENDRA EN EL PAVIMENTO, LA PLACA ESTA PROVISTA DE UNA PERFORACION EN EL CENTRO PARA PERMITIR EL PASO DEL PISTON QUE EFECTUARA LA PENETRACION.

EL RESULTADO DE LA PRUEBA ES UNA CURVA ESFUERZO-DEFORMACION QUE COMPARADA CON LA CORRESPONDIENTE AL SUELO PATRON NOS PERMITE CONOCER LA CALIDAD DEL SUELO EN ESTUDIO.

VER FIGURA No. 7, QUE FUE LLENADA CON LOS DATOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE V. R. S. EFECTUADA A LA MUESTRA OBTENIDA DEL SONDEO No. 7 A UNA PROFUNDIDAD DE UN METRO.

LA CARGA REGISTRADA PARA LA PENETRACION DE 2.54 MM. SE EXPRESA COMO UN PORCENTAJE DE LA CARGA ESTANDAR (1360 KG) Y SI LA PRUEBA ESTUVO BIEN REALIZADA EL PORCENTAJE ASI OBTENIDO ES EL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CORRESPONDIENTE A LA MUESTRA ENSAYADA.

CON EL RESULTADO ASI OBTENIDO POR MEDIO DE ESTA PRUEBA SE CLASIFICA EL SUELO USADO LA TABLA No. 4, LA QUE NOS INDICA EL EMPLEO QUE SE LE PUEDE DAR AL MATERIAL DE ACUERDO A SU V. R. S. EN LA FIGURA No. 6 SE REPRODUCEN LAS ZONAS IN-

1. ALFONSO RICO Y HERMILO DEL CASTILLO. LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES. VOLUMEN-2 CARRETERAS, FERROCARRILES Y AEROPISTAS (P.P. 133). ED. LIMUSA MEXICO, D. F. 1978.

DICADAS EN LA TABLA No. 4.

ZONA	V.R.S. (%)	CLASIFICACION
1	0- 5	SUBRASANTE MUY MALA
2	5- 10	SUBRASANTE MALA
3	10- 20	SUBRASANTE DE REGULAR A BUENA
4	20- 30	SUBRASANTE MUY BUENA
5	30- 50	SUB-BASE BUENA
6	50- 80	BASE DE REGULAR CALIDAD
7	80-100	BASE DE BUENA CALIDAD.

T A B L A No. 4

A LA PRUEBA DESCRITA SE LE INTRODUJERON MODIFICACIONES, PARA QUE LOS VALORES RELATIVOS DE SOPORTE QUE SE OBTIENEN CON LA PRUEBA SIRVAN PARA DISEÑO.

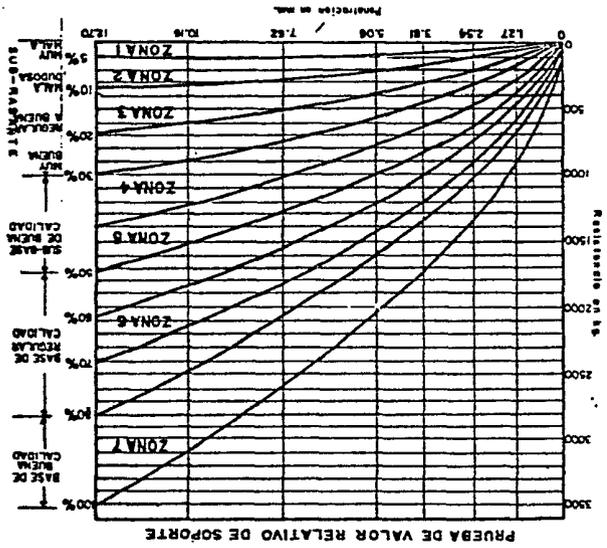
II-6.2.2 PESOS VOLUMETRICOS

DETERMINACION DE LOS PESOS VOLUMETRICOS DE LOS SUELOS "IN SITU".

II-6.2.2-A PESO VOLUMETRICO HUMEDO: EL PESO - VOLUMETRICO HUMEDO DE UN SUELO ES EL PESO DEL AGUA Y DE LAS PARTICULAS SO-

OBRAS: _____
 ENSAYE N° _____
 SONDEO N° _____
 MUESTRA N° _____ PROF. _____
 DESCRIPCION: _____
 OPERADOR: _____
 FECHA: _____

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 NVO. AEROPUERTO DE LEON DTO.
 FORMA PARA DETERMINAR EL V.R.S.
 TESIS PROFESIONAL
 M.O.N. 1982 FIGURA N° 6



EXPANSION

Días Transcurridos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Letras											

LIDAS DEL SUELO CONTENIDAS EN LA UNIDAD DE VOLUMEN, CONSIDERANDO LOS HUECOS QUE EXISTEN ENTRE LAS PARTICULAS; ESTE PESO SE CALCULA CON LA SIGUIENTE EXPRESION :

$$\gamma_w = \frac{W_w}{V}$$

DONDE : γ_w = PESO VOLUMETRICO HUMEDO, EN KG/ M³.

W_w = PESO DEL MATERIAL HUMEDO, EN KG.

V = VOLUMEN DEL SUELO, INCLUYENDO LOS HUECOS, EN M³.

II-6.2.2-B PESO VOLUMETRICO SECO: LA DETERMINACION DE ESTE PESO ES DE GRAN IMPORTANCIA YA QUE SU PRINCIPAL APLICACION ES: COMO PRUEBA DE CONTROL DE COMPACTACION, OTRA APLICACION ES PARA CONOCER EL GRADO DE ABUNDAMIENTO DE LOS SUELOS O DE LOS MATERIALES DE LOS BANCOS, YA SEA PARA EFECTOS DE SU TRANSPORTACION O BIEN PARA CONOCER LOS VOLUMENES NECESARIOS EN LOS TERRAPLENES.

EL PESO VOLUMETRICO SECO EN EL LUGAR ES EL PESO DEL MATERIAL SECO CONTENIDO EN LA UNIDAD DE VOLUMEN, CONSIDERANDO LOS HUECOS QUE QUEDAN ENTRE SUS

PARTICULAS CUANDO ESTAS HAN ADQUIRIDO UN CIERTO ACOMODO YA SEA POR PROCESO-NATURAL O POR UN PROCESO MECANICO DE COMPACTACION.

PARA REALIZAR LA PRUEBA SE HARA UNA - EXCAVACION EN EL SITIO DONDE SE DESEE DETERMINAR EL PESO VOLUMETRICO, DES-- PUES SE PESARA INMEDIATAMENTE EL MATE- RIAL EXTRAIDO DE LA EXCAVACION SIENDO "P_W", POSTERIORMENTE SE LLENA LA EXCA- CION CON ARENA O ACEITE; EN EL CASO - DE ARENA SE PESARA UNA CANTIDAD CONVE- NIENTE DE ARENA QUE SEA MAYOR A LA RE- QUERIDA PARA PODER LLENAR LA EXCAVA-- CION, DEJANDOLA CAER DESDE UNA ALTURA APROXIMADA DE 10 CM. ANOTANDO A ESTE PESO COMO PESO INICIAL "P_I", LUEGO SE ANOTA EL PESO DEL RESTO DE LA ARENA - QUE NO SE UTILIZO EN EL LLENADO CONO- CIENDOSE COMO "P_F" PARA QUE POR DIFE- RENCIAS DE PESOS SE OBTENGA EL PESO - DE LA ARENA QUE LLENO LA EXCAVACION.

$$P_A = P_I - P_F$$

LUEGO SE DIVIDE P_A ENTRE EL PESO VOLU- METRICO DE LA ARENA SIENDO :

$$V = \frac{P_A}{\gamma_A}$$

DONDE : V = VOLUMEN DE LA EXCAVACION, EN M^3 .

P_A = PESO DE LA ARENA QUE LLENO LA EXCAVACION,
EN KG.

γ_A = PESO VOLUMETRICO DE LA ARENA, EN KG/M^3 .

CON P_W Y V PODEMOS CALCULAR EL PESO VOLUMETRICO HUMEDO
CON LA SIGUIENTE EXPRESION :

$$\gamma_W = \frac{P_W}{V}$$

DONDE : γ_W = PESO VOLUMETRICO HUMEDO, EN KG/M^3 .

P_W = PESO DEL MATERIAL EXCAVADO, EN KG.

V = VOLUMEN DE LA EXCAVACION, EN M^3 .

LUEGO PARA PODER DETERMINAR EL PESO VOLUMETRICO SECO, -
SE NECESITA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA -
MUESTRA EXTRAIDA, LA CUAL SE OBTIENE POR EL PROCEDI- -
MIENTO DE SECADO Y MUESTREO, SIENDO EL CONTENIDO DE
HUMEDAD EL COCIENTE DEL PESO DEL AGUA QUE CONTIENE LA
MUESTRA ENTRE EL PESO DE LOS SOLIDOS DE LA MISMA; ESTE
COCIENTE SE ACOSTUMBRA EXPRESARLO EN PORCIENTO Y SE DE
TERMINA CON LA SIGUIENTE EXPRESION :

$$w = \frac{P_W}{P_S} \times 100$$

DONDE : w = CONTENIDO DE HUMEDAD, EN PORCIENTO (%).

P_w = PESO DEL AGUA QUE CONTIENE LA MUESTRA, EN KG.

P_s = PESO DE LA MUESTRA SECA, EN KG.

UNA VEZ DETERMINADA LA HUMEDAD QUE CONTIENE EL SUELO, - SE CALCULA EL PESO VOLUMETRICO SECO DEL SUELO MEDIANTE LA SIGUIENTE EXPRESION :

$$\gamma_s = \frac{\gamma_w}{100 + w} \times 100$$

EN DONDE TODOS LOS TERMINOS SON CONOCIDOS.

II-6.2.2-c.- PESO VOLUMETRICO SUELTO: EL PESO-VOLUMETRICO SUELTO ES EL PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL SUELO SECO, CONSIDERANDO LOS VACIOS QUE QUEDAN ENTRE - SUS PARTICULAS CUANDO NO HAN ESTADO - SUJETAS A UN PROCESO ESPECIAL DE ACOMODO.

PARA LA DETERMINACION DE ESTE PESO, EL MATERIAL NECESITA LA SIGUIENTE PREPARACION :

1.- SECADO.- LA MUESTRA SE SECA AL -- SOL O EN UN HORNO A UNA TEMPERATURA - DE 40 A 50°C.

2.- DISGREGADO.- SE DEBE DISGREGAR LA MUESTRA TENIENDO CUIDADO DE NO ROMPER LAS PARTICULAS QUE CONSTITUYEN LA - -

MUESTRA.

3.- CUARTEO.- SE DEBE REVOLVER LA MUESTRA HASTA CONSEGUIR UN ASPECTO HOMOGENEO, LUEGO SE FORMA UN CONO PERMITIENDO QUE EL MATERIAL BUSQUE SU ACOMODO, A CONTINUACION SE CUARTEA CON EL OBJETO DE TENER EL MATERIAL PARA LA PRUEBA.

UNA VEZ PREPARADO EL MATERIAL SE PROCEDE A LLENAR UN RECIPIENTE DE VOLUMEN CONOCIDO DEL CUAL SABEMOS SU PESO.

EL LLENADO ES RECOMENDABLE QUE SE HAGA DESDE UNA ALTURA DE 20 CM., LUEGO SE PESA EL RECIPIENTE LLENO Y EL PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO SE OBTIENE CON LA SIGUIENTE EXPRESION :

$$\gamma_{SS} = \frac{P_{RM} - P_R}{V_R}$$

DONDE : γ_{SS} = PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO, EN KG/M³.

P_{RM} = PESO DEL RECIPIENTE CON TODO Y EL MATERIAL, EN KG.

P_R = PESO DEL RECIPIENTE VACIO, EN KG.

V_R = VOLUMEN DEL RECIPIENTE, EN M³.

II-6.2.3.- PORCIENTO DE EXPANSION: "EN LA CONS

TRUCCION DE VIAS TERRESTRES EN MUCHOS SITIOS ES PRECISO UTILIZAR SUELOS ARCILLOSOS O CON MUY IMPORTANTE CONTENIDO DE ARCILLA. MUY FRECUENTEMENTE ESTOS SUELOS PRESENTAN MARCADAS CARACTERISTICAS DE EXPANSIVIDAD; SON LOS SUELOS DENOMINADOS ACTIVOS, CUYA CARACTERISTICA ES SUFRIR GRANDES CAMBIOS DE VOLUMEN CUANDO VARIA SU CONTENIDO DE AGUA. ES COMUN LA PRESENCIA DE ESTOS SUELOS EN EL CUERPO DE LAS TERRACERIAS Y NO ES RARA EN LA CAPA SUBRASANTE. EN REGIONES ARIDAS LOS SUELOS ACTIVOS SUELEN ENCONTRARSE CON CONTENIDOS DE AGUA MUY BAJOS Y ES FRECUENTE QUE PIERDAN POR ACCION SOLAR PARTE DE AGUA QUE SE LE INCORPORA DURANTE EL PROCESO DE COMPACTACION, CON LA CONSECUENCIA DE QUE AL PASAR MAS TIEMPO PUEDAN VOLVER A AUMENTAR SU CONTENIDO DE AGUA POR LA NATURAL TENDENCIA A ACUMULARSE ESTA BAJO LAS SUPERFICIES CUBIERTAS POR LOS PAVIMENTOS O POR EL EFECTO DEL NATURAL HUMEDECIMIENTO QUE ACOMPAÑA A LAS ESTACIONES LLUVIOSAS.

"2

ESTOS CAMBIOS PRODUCEN EFECTOS NOCIVOS EN EL SUELO, EN LO REFERENTE A LA ESTABILIDAD VOLUMETRICA Y A LAS CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE.

"EL BUREAU OF RECLAMATION DE LOS E.U. A. REALIZO UN INTENTO PARA CLASIFICAR A LAS ARCILLAS DESDE EL PUNTO DE VIS-

2. ALFONSO RICO Y HERMILO DEL CASTILLO. LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES. VOLUMEN 2 CARBETERAS, FERROCARRILES Y AEROPISTAS (P.P.133). ED. LIMUSA MEX., D.F. 1978.

TA DE LA INTENSIDAD DE SU POTENCIAL - DE EXPANSION. SE TOMA EN CUENTA PARA DEFINIR ESTE ULTIMO EL LLAMADO GRADO- DE EXPANSION, QUE ES EL PORCENTAJE DE EXPANSION DE UNA MUESTRA DE SUELO SE- CADA AL AIRE LIBRE Y COLOCADA DESPUES EN UN CONSOLIDOMETRO ANEGADA EN AGUA- Y BAJO UNA PRESION VERTICAL DE 0,07 - KG/CM² (1 LB/PLG²). EN REALIDAD EL - POTENCIAL DE EXPANSION SE DEFINE EN - TERMINOS DE VARIAS OTRAS CARACTERISTI- CAS DE LA ARCILLA, ADEMAS DEL GRADO - DE EXPANSION, DE LAS QUE MAS IMPORTAN- TES SON; EL LIMITE DE CONTRACCION, EL INDICE DE PLASTICIDAD, EL PORCENTAJE- DE PARTICULAS MENORES QUE UNA MICRA Y LA EXPANSION LIBRE. ESTE ULTIMO CON- CEPTO SE DEFINE POR MEDIO DE LA EXPRE- SION II-1 Y REALIZANDO UNA PRUEBA QUE CONSISTE EN FORMAR UNA MUESTRA DE 10 CM³ DE SUELO AL AIRE, FORMADA CON LA- PARTE DEL MATERIAL QUE PASE LA MALLA- No. 40 Y EN INTRODUCIRLA EN UNA PROBE- TA GRADUADA DE 100 CM³ LLENA DE AGUA, MIDIENDO EL NUEVO VOLUMEN DE LA MUES- TRA CUANDO LLEGA AL FONDO DE LA PROBE- TA.

$$E.L. = \frac{V - V_0}{V_0} \times 100 \quad (II-1)$$

DONDE : E.L. = EXPANSION LIBRE DEL SUELO, EN PORCENTA- JE (%).

V = VOLUMEN DE LA MUESTRA DESPUES DE LA EXPANSIÓN, EN-
 CM^3 .

V_0 = VOLUMEN DE LA MUESTRA ANTES DE LA EXPANSION, IGUAL
 A 10 CM^3 .

UN SUELO CON POTENCIAL DE EXPANSION ALTO PUEDE TENER -
 UNA EXPANSION LIBRE MAYOR QUE 100%. CONJUNTANDO TODOS
 LOS FACTORES QUE SE HAN MENCIONADO EL BUREAU OF RECLA-
 MATION DE LOS E.U.A. CLASIFICA LOS SUELOS COMO SE INDI-
 CA EN LA TABLA No. 5².

CLASIFICACION DE SUELOS EXPANSIVOS SEGUN HOLTZ Y GIBBS
 (BUREAU OF RECLAMATION DE LOS E.U.A.)

POTENCIAL DE EXPANSION	EXPANSION EN EL CONSOLIDO METRO, BAJO PRESION VER- TICAL DE 0.07 KG/CM ² .	LIMITE DE CONTRACCION	LIMITE DE PLASTICIDAD	PORCENTAJE DE PARTICU- LAS MENO- RES QUE UNA MICRA.	E. L.
MUY ALTO	30%	10%	32%	37%	100%
ALTO	20 - 30%	6 - 12%	23 - 45%	18 - 37%	100%
MEDIO	10 - 20%	8 - 18%	12 - 34%	12 - 27%	50 - 100%
BAJO	10%	13%	20%	17%	50%

T A B L A No. 5

II-6.3 PRUEBAS DE DISEÑO

II-6.3.1 PORTER MODIFICADA: ESTA PRUEBA TIENE POR OBJETO EL DE DETERMINAR EL VALOR RELATIVO DE SOPORTE DE UN MATERIAL PARA PODER CALCULAR EL ESPESOR MINIMO DE LA CAPA O CAPAS QUE DEBEN COLOCARSE SOBRE LAS TERRACERIAS O TERRENO NATURAL (PAVIMENTO), A FIN DE QUE LAS CARGAS QUE SE VAYAN A APLICAR NO PRODUZCAN ESFUERZOS QUE PUEDAN OCASIONAR DEFORMACIONES PERJUDICIALES.

ESTAS PRUEBAS DEBEN VERIFICARSE SIEMPRE EN CONDICIONES DE HUMEDADES CERCANAS A LA MAS DESFAVORABLE, QUE SE CONSIDERE QUE PUEDA ALCANZAR EL MATERIAL PARA UNA COMPACTACION DADA; LOS DATOS OBTENIDOS DE ESTA PRUEBA DEBEN DE SER COMPARADOS POSTERIORMENTE EN EL MATERIAL QUE FORMA LA ESTRUCTURA, POR MEDIO DE LA PRUEBA DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE DETERMINADA EN EL SITIO (IN SITU).

ESTAS PRUEBAS DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE SE APLICAN EN SUELOS CUYA ESTRUCTURA VAYA A SER ALTERADA POR MEDIO DE COMPACTACION O REMOCION Y QUE PERMITAN LA INCORPORACION UNIFORME DEL AGUA EN EL LABORATORIO, Y SE EFECTUAN A DIVERSOS GRADOS DE COMPACTACION.

LA PRUEBA CONSISTE EN MEDIR LA RESISTENCIA A LA PENETRACION EN ESPECIMENES DE MATERIAL QUE HAN SIDO COMPACTADOS -

PARA REPRODUCIR LOS PESOS VOLUMETRICOS QUE CORRESPONDAN A DIFERENTES GRADOS DE COMPACTACION EMPLEANDO LAS HUMEDADES QUE SE ESPECIFICAN EN LA TABLA No. 6, LAS CUALES SE DETERMINARON DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DE PRECIPITACION PLUVIAL DE LA REGION Y EL DRENAJE DE LAS TERRACERIAS.

GRADO DE COMPACTACION (%)	VARIANTE 1 BUEN DRENAJE Y PRECIPITACION- DE BAJA A MEDIA	VARIANTE 2 DRENAJE DEFICIENTE Y PRECIPITACIONES- DE MEDIA A ALTA
100	ω_0	ω_0
95	ω_0	$\omega_0 + 1.5$
90 - 75	ω_0	$\omega_0 + 3.0$

T A B L A No. 6

ESTA PRUEBA DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE MODIFICADA SE OBTIENE DE LA MISMA FORMA INDICADA EN LA PRUEBA DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR; EL PROCESO DEL CALCULO SE ILUSTRAN EN LA

FIGURA No. 7.

EN LA TABLA No. 7 SE INDICAN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO REFERENTES A LAS TERRACERIAS.

OBRA: NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
 ENSAYE N° 32 SONDEO N° 7
 MUESTRA N° 9 PROF. 1.00 M
 DESCRIPCION: GRAFICA PARA OBTENER EL V. R. S.
 FECHA: ENERO DE 1982

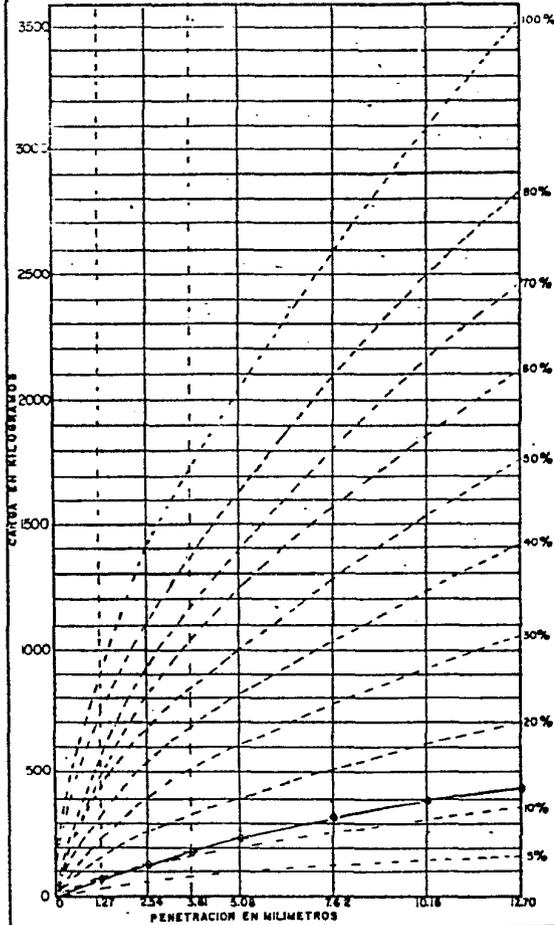
FACULTAD DE INGENIERIA

NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
 DETERMINACION: DEL V. R. S.

TESIS PROFESIONAL

FIGURA N°7

M.C.N. 1982



MOLDE N° 8
 EXTENSION N°
 PESO SECO 39 Kg
 PESO HUMEDO 413 Kg
 AGUA AGREGADA 100 cm³
 ALTURA DEL MOLDE 12.7 cm
 ALTURA FALTANTE 2.65 cm
 ALTURA DEL MAT. 10.05 cm
 AREA DEL MOLDE 196.3 cm²
 VOLUMEN MATERIAL 191.1 cm³
 PESO VOL. HUM. ρ_m 1715 Kg/m³
 PESO VOL. SECO ρ_d 1493 Kg/m³
 HUMEDAD OPTIMA w 18 %
 V. R. S. 6.8 %

PENETRACION ¹

mm.	ANILLO	CARGA
1.27	60	62
2.54	163	120
3.81	278	180
5.08	364	235
7.62	512	325
10.16	666	395
12.70	712	440

LECTURA I = 0.000
 LECTURA F = 0.023
 EXPANSION 2.3%

LOCALIZACION	LIMITES		C.L. (%)	GRANULOMETRIA			CLASIFICACION S. A. H. O. P.	E. A. (%)	PORTER ESTANDAR		W _{max} (KG/M ³)	W _{opt} (%)	PORTER MODIFICADA			
	L. L. (%)	I. P. (%)		G (%)	A (%)	F (%)			V. R. S. (%)	% DE EXP.			90 % V. R. S.	95 % V. R. S.	100 % V. R. S.	
S-1 KM. 0 + 000 0.00 - 0.20m	24	12	4.5	0	72	28	SC	-								
	82	61	20.8	0	27	73										
S-2 KM. 0 + 400 0.10 - 0.30m	25	24	3.1	0	50	50	CL				1723	18.3				
S-3 KM. 1 + 000 0.00 - 0.20m	24	10	4.2	9	69	22	SC									
	100	51	23.6	0	27	73	OH ₁									
S-4 KM. 1 + 440 0.00 - 0.20m	25	8	4.0	0	38	62	CL	39								
	36	24	8.5	0	25	75	CL									
	31	11	4.3	0	39	61	CL									
	26	13	4.7	23	59	18	SC									
S-5 KM. 1 + 885 0.00 - 1.25m	42	24	11.0	0	19	81	CL									
	47	25	8.7	0	49	51	CL									
S-6 KM. 2 + 260 0.80 - 1.60m	27	Inap	4.0	0	61	39	SM	18								
S-7 KM. 2 + 620 0.00 - 0.10m	31	12	6.7	0	23	75	CL	5								
	37	18	9.0	0	21	79	CL									
S-9 RODAJE "A" 0.00 - 0.35m	36	9	8.7	0	33	67	ML									
	38	25	10.0	0	23	77	CL									

T A B L A N° 77

LOCALIZACION	LIMITES			GRANULOMETRIA			CLASIFICACION S.A.H.O.P.	E. A. (%)	PORTER ESTANDAR		d _{max} (KG/M ³)	W _{opt} (%)	PORTER MODIFICADA		
	L. L. (%)	I. P. (%)	C. L. (%)	G (%)	A (%)	F (%)			V. R. S. (%)	% DE EXP.			90 % V. R. S.	95 % V. R. S.	100 % V. R. S.
S-0 RODAJE "B" 0.00-0.10 m	33	13	6.0	0	26	74	CL				1595	22.8	6.5	9.0	
	47	26	13.1	0	14	86	CL								
S-1 R AVJETAS 0.10-1.80 m	28	10	4.3	0	59	41	SC				1840	14.4	4.6	15.0	
S-2 R PRINCIPAL 0.20-1.00 m	52	36	15.1	0	44	56	CH ₁	4.6	2.5	1710	17.1	5.7	7.4		
S-3 R PRINCIPAL 0.10-0.50 m	36 ^h	18	8.6	0	44	56	CL	9.3	0.7	1820	13.6	3.9	6.5		
S-4 C. ACCESO 0.10-0.30 m	77	45	20.0	0	26	74	CH ₁	1.5	8.0	1385	28.3	4.0	5.0		

CONTINUACION TABLA Nº 7

C A P I T U L O III

SELECCION DE BANCOS DE MATERIALES

- III-1 INTRODUCCION
- III-2 LOCALIZACION DE BANCOS
- III-3 EXPLORACION Y MUESTREO DE BANCOS
 - III-3.1 PRUEBAS DE CALIDAD
 - III-3.1.1 DE DESGASTE Y/O ALTERABILIDAD
 - III-3.1.2 DE AFINIDAD CON EL ASFALTO
 - III-3.1.3 PARA DEFINIR LA FORMA DE LOS A-GREGADOS.
 - III-3.1.4 DE INTERPERISMO ACELERADO
 - III-3.1.5 DE VALOR CEMENTANTE
 - III-3.2 PRUEBAS DE DISEÑO
 - III-3.2.1 PRUEBA MARSHALL
- III-4 DENOMINACION DE BANCOS

III-1 INTRODUCCION

UNO DE LOS PROBLEMAS DE MAYOR IMPORTANCIA EN LOS PROYECTOS DE VIAS DE COMUNICACION, ES EL DE DETERMINAR LOS LUGARES DE DONDE PUEDAN SER EXTRAIDOS LOS MATERIALES A UTILIZAR COMO SON : ROCA, GRAVAS, ARENAS Y ALGUNOS SUELOS.

DOS DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN FORMA DETERMINANTE EN LA SELECCION DE UN BANCO SON: EL QUE LOS MATERIALES CUMPLAN CON LAS ESPECIFICACIONES IMPUESTAS -- POR EL PROYECTO Y QUE LA DISTANCIA DE SU TRANSPORTACION SEA LA MINIMA.

III-2 LOCALIZACION DE BANCOS

LOCALIZAR UN BANCO ES DETERMINAR UN LUGAR EN DONDE EXISTA EL VOLUMEN DE MATERIAL TAL QUE JUSTIFIQUE SU EXPLOTACION Y QUE ADEMAS CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES DE CALIDAD QUE INDIQUE EL PROYECTO. POR LO ANTERIOR, SE HA DE GARANTIZAR QUE LOS BANCOS ELEGIDOS SEAN LOS MEJORES ENTRE TODOS LOS DISPONIBLES; DE ACUERDO A LOS SIGUIENTES CRITERIOS :

- A) EN LO QUE SE REFIERE A CALIDAD, LOS MATERIALES EXTRAIBLES, SERAN TALES QUE REQUIERAN UN MINIMO TRATAMIENTO (TRITURACION, CRIBADO, LAVADO, ETC.) O BIEN QUE NO LO REQUIERAN.
- B) TIENEN QUE SER LOS MAS FACILMENTE ACCESIBLES Y LOS QUE SE PUEDAN EXPLOTAR POR LOS PROCEDIMIENTOS MAS EFICIENTES Y MENOS COSTOSOS.
- C) TIENEN QUE SER LOS QUE PRODUZCAN LAS MINIMAS DISTANCIAS DE ACARREO.
- D) DEBEN DE SER LOS QUE CONDUZCAN A LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS MAS SENCILLOS Y ECONOMICOS.

E) DEBEN DE ESTAR LOCALIZADOS DE TAL MANERA QUE SU EXPLOTACION NO CONDUZCA A PROBLEMAS DE ORDEN LEGAL.

EL COMIENZO PARA PODER DETERMINAR Y BALANCEAR LOS PUNTOS ANTES CITADOS, EMPIEZA CON UNA ETAPA DE LOCALIZACION SIMPLE, LA CUAL CONSISTE EN OBTENER LA MAS POSIBLE INFORMACION POR MEDIO DE MAPAS DONDE SE MUESTRAN TODOS LOS POSIBLES APROVECHAMIENTOS, Y ASI, ENTRE TODO EL CONJUNTO DE BANCOS QUE SEAN FACTIBLES SE PUEDAN FORMAR UN RADIO DE ACCION RESPECTO AL AEROPUERTO, EN SEGUIDA, UNA VEZ DETERMINADO EL RADIO DE ACCION SE PROSIGUE CON LA LOCALIZACION DE LOS BANCOS POR MEDIO DE LA FOTOINTERPRETACION Y POR MEDIO DEL RECONOCIMIENTO TERRESTRE DIRECTO, Y POR ULTIMO SE ELABORA UN PROGRAMA DE EXPLORACION Y MUESTREO DE LOS BANCOS.

ESTA LOCALIZACION SE HARA REFIRIENDO LOS BANCOS A ZONAS PERFECTAMENTE DEFINIDAS, COMO SON POBLADOS, CARRETERAS TRONCALES, DESVIACIONES REFERIDAS A LOS KILOMETRAJES DE LAS CARRETERAS TRONCALES, ETC.

III-3 EXPLORACIONES Y MUESTREO DE BANCOS

DURANTE VARIOS AÑOS, LA DETECCION DE BANCOS DEPENDIA DE METODOS EXPLORATORIOS COMUNES; DESDE LA SIMPLE OBSERVACION SOBRE EL TERRENO HASTA EL EMPLEO DE POZOS-A CIELO ABIERTO, TAMBIEN SE UTILIZABAN POSTEADORAS, BARRENOS Y UN POCO MAS RECIENTE MAQUINAS PERFORADORAS; AHORA EN TIEMPOS MUCHO MAS RECIENTES SE HAN VENIDO DESARROLLANDO CON GRAN RAPIDEZ Y EFECTIVIDAD LOS METODOS GEOFISICOS, CON LOS CUALES SE AHORRA BASTANTE TIEMPO, ESFUERZO HUMANO Y MUCHA EXPLORACION; ESTOS SE UTILIZABAN PRINCIPALMENTE PARA DETECTAR Cavernas y Oquedades y DETERMINAR ESPESORES EN MACIZOS

ROCOSOS Y EN TRAZOS DE CARRETERAS.

EN ESTE CASO SE UTILIZARON LOS METODOS DE POZO A CIELO ABIERTO Y SONDEOS POR MEDIO DE BARRILES MUESTREADORES DEL TIPO BXL, LOS RESULTADOS DE ESTOS SONDEOS SE ANOTAN EN GRAFICAS, COMO LA QUE SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 8, (LOS RESULTADOS QUE SE MUESTRAN EN ESTA GRAFICA CORRESPONDEN AL SONDEO EFECTUADO EN EL -- BANCO (CHICHIGUAS),

DE FUNDAMENTAL IMPORTANCIA EN LA DETERMINACION DE -- BANCOS DE MATERIALES ES LA VALUACION DE ESTOS EN FUNCION DE DOS CRITERIOS GENERALES, MISMOS QUE A CONTINUACION SE MENCIONAN:

- 1° LOS CAMBIOS FISICOS QUE LA ROCA PUEDA SUFRIR POR FRAGMENTACION DURANTE LA EXTRACCION, POR MANEJO O DURANTE SU COLOCACION.
- 2° LAS ALTERACIONES FISICO-QUIMICAS QUE PUEDAN TENER LUGAR DURANTE LA VIDA UTIL DE LA OBRA.

POR OTRO LADO, HABLANDO DEL BANCO EN SI SE DEBEN DEFINIR PERFECTAMENTE LOS SIGUIENTES PUNTOS :

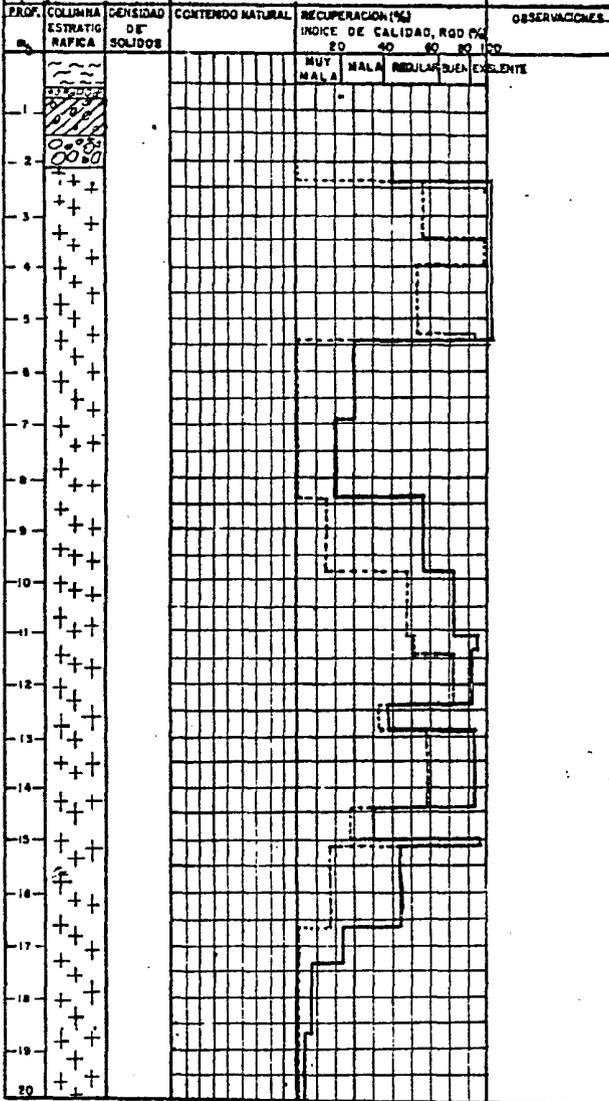
- A) LA NATURALEZA DEL DEPOSITO, INFORMACION SOBRE SU GEOLOGIA, HISTORIA DE EXPLORACIONES PREVIAS, ETC.
- B) PROFUNDIDAD, ESPESOR, EXTENCION Y COMPOSICION DE LOS ESTRATOS DE ROCA.
- C) SITUACION DEL AGUA SUBTERRANEA, INCLUYENDO POSICION Y VARIACIONES DEL NIVEL FREATICO.
- D) PROPIEDADES DE LOS SUELOS Y LAS ROCAS, LOS USOS -- QUE DE ELLOS SE HAYAN HECHO.

LA INFORMACION COMPLETA SE FORMA POR LAS SIGUIENTES ETAPAS :

- 1.- RECONOCIMIENTO PRELIMINAR; EN ESTA ETAPA SE RE--

OBRA: NVO. AEROPUERTO DE LEON, GTO.
 TIPO DE SONDEO: BARRIL BXL-1
 COTA: N. A. F.

FACULTAD DE INGENIERIA
 NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
 SONDEO DEL BANCO CHICHIGUAS
 TESIS PROFESIONAL
 M.C.N. 1982 FIGURA N° 8



SIMBOLOGIA



LIMO



MAT. ORGANICO



MOLITA



ARCILLA



GRAVA



ARENA



% RECUPERACION



R.Q.D.

QUIERE UN ESTUDIO GEOLOGICO DE LA ZONA.

- 2.- EXPLORACION PRELIMINAR, QUE POR PROCEDIMIENTOS SIMILARES SE PUEDE OBTENER INFORMACION SOBRE EL ESPESOR Y COMPOSICION DEL SUBSUELO, PROFUNDIDAD DEL AGUA FREATICA Y ADEMAS DATOS QUE PERMITAN DEFINIR SI LA ZONA ES PROMETEDORA PARA LA EXPLOTACION DE UN BANCO CON LAS CARACTERISTICAS DESEADAS.
- 3.- LA EXPLORACION DEFINITIVA EN LA QUE POR MEDIO DE SONDEOS Y PRUEBAS DE LABORATORIO SE DEFINEN LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS Y LAS ROCAS ENCON--TRADAS.

UNA VEZ DETERMINADOS LOS BANCOS DE MATERIALES SE PROSIGUE A OBTENER MUESTRAS PARA QUE POSTERIORMENTE SE SOMETAN A LAS PRUEBAS QUE SE CREAN PERTINENTES, QUE EN GENERAL SON DE TRES TIPOS, COMO A CONTINUACION SE INDICAN :

- A) DE CLASIFICACION.
- B) DE CALIDAD.
- C) DE DISEÑO.

LAS PRUEBAS DE LABORATORIO A QUE SON SOMETIDOS LOS MATERIALES EXTRAIDOS DEPENDEN PRINCIPALMENTE DE LA UTILIZACION QUE SE LES DE. EN LA TABLA No. 8 SE INDICAN DICHAS PRUEBAS; DE DICHA TABLA YA FUERON INDICADAS VARIAS PRUEBAS, COMO SON LAS REFERENTES A LOS MATERIALES A USAR EN LAS TERRACERIAS, SUBRRASANTE, SUB-BASE--POR LO QUE UNICAMENTE SE INDICARAN LAS PRUEBAS RESTANTES QUE CONCERNEN PRINCIPALMENTE A LA BASE ASFALTICA Y A LA CARPETA ASFALTICA.

LAS PRUEBAS QUE FALTAN POR INDICAR SON LAS SIGUIENTES:

III-3.1 PRUEBAS DE CALIDAD

**PRUEBAS DE LABORATORIO QUE SE EFECTUAN A LOS SUELOS
QUE SE EXTRAEN DE BANCOS, SEGUN SU UTILIZACION**

I. TERRACERIAS.

- a) Clasificación: Límites de plasticidad.
Granulometría.
- b) Calidad: Peso volumétrico máximo.
A veces, Valor Relativo de Soporte.

II. CAPA SUBRASANTE.

- a) Clasificación: Límites de plasticidad.
Granulometría.
- b) Calidad: Peso volumétrico máximo.
Valor Relativo de Soporte.
Expansión.
Equivalente de Arena.
- c) Diseño: Determinación del Valor Relativo de Soporte.
(Método del Cuerpo de Ingenieros, U. S. A.),
o bien:
Pruebas de Hveem, o bien:
Pruebas Triaxiales de Texas.

III. BASE Y SUB-BASE.

- a) Clasificación: Límites de plasticidad.
Granulometría.
- b) Calidad: Peso volumétrico máximo.
Valor Relativo de Soporte.
Equivalente de Arena.
Expansión.
- c) Diseño: Si se desea hacer un diseño estructural
por capas, deberán realizarse las pruebas
indicadas para la capa subrasante.

IV. CARPETA ASFALTICA.

- a) Clasificación: Límites de plasticidad.-
Granulometría.
- b) Calidad: Pruebas de desgaste y/o alterabilidad.
Equivalente de Arena.
Expansión.
Afinidad con el Asfalto.
Pruebas para definir la forma de los agregados,
- c) Diseño: Prueba de Marshall, o bien:
Pruebas de Hveem.
El contenido óptimo de Asfalto puede deter-
minarse también por el Método C. K. E.

T A B L A N O

III-3.1.1 DE DESGASTE Y/O ALTERABILIDAD

III-3.1.2 DE AFINIDAD CON EL ASFALTO

III-3.1.3 PARA DEFINIR LA FORMA DE LOS AGREGADOS.

III-3.1.4 DE INTERPERISMO ACELERADO

III-3.1.5 DE VALOR CEMENTANTE

II-3.2 PRUEBAS DE DISEÑO

III-3.2.1 PRUEBA MARSHALL

II-3.1 PRUEBAS DE CALIDAD.

III-3.1.1 DE DESGASTE Y/O ALTERABILIDAD: Esta prueba tiene por objeto conocer la calidad del material pétreo y es una medida indirecta del grado de alteración que ha alcanzado el material, así como de los planos de debilitamiento o cristalización que provocan una desintegración de las partículas del material. Igualmente da una idea de la presencia de partículas con forma de laja, cuyas aristas sufren una fuerte abrasión durante la prueba. Esta prueba se lleva a cabo con muestras constituidas por trozos de roca, roca triturada y gravas trituradas o sin tri-

TURAR SIGUIENDO ALGUNOS PROCEDIMIENTOS COMO SON: LA DE LA PRUEBA DE DESGASTE POR MEDIO DE LA MAQUINA DEVAL, QUE SIRVE PARA REALIZAR LA PRUEBA CON ROCAS EN TROZOS.

LA DE PRUEBA DE DESGASTE POR MEDIO DE LA MAQUINA DEVAL QUE SIRVE PARA AGREGADOS GRADUADOS.

LA DE LA PRUEBA DE DESGASTE POR MEDIO DE LA MAQUINA LOS ANGELES - QUE SIRVE PARA AGREGADOS GRADUADOS.

EN ESTE TRABAJO LA PRUEBA QUE SE REALIZO DE ACUERDO AL TIPO DE LOS MATERIALES A USAR FUE EL DE LA MAQUINA LOS ANGELES, LA CUAL CONSISTE EN LO SIGUIENTE :

PRIMERAMENTE SE ELIMINA EL POLVO-ADHERIDO AL MATERIAL DE LA MUESTRA POR MEDIO DE LAVADO, LUEGO SE SECA EN UN HORNO HASTA QUE TIENE UN PESO CONSTANTE, POSTERIORMENTE SE CRIBA POR LAS MALLAS DE TYLER-(3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2". No. 3, 4, 8 y 12), Y SE FORMA UNA GRANULOMETRIA COMO SE INDICA EN LA TABLA No. 9, LA CUAL NOS INDICA LAS CANTIDADES DE MATERIAL Y SUS TAMAÑOS RESPECTIVOS QUE DEBERAN UTILIZARSE EN LA PRUEBA, --ASI COMO LA CARGA ABRASIVA Y EL NUMERO DE REVOLUCIONES QUE DEBERA DARSELE A LA MAQUINA.

TIPO	T A M A Ñ O	Cantidad en grs. de la muestra	CARGA ABRASIVA		Nº. de Revoluciones
			Nº. de Esferas	Peso en grs.	
A	De 38.1 mm. (1 1/2") a 25.4 mm. (1")	1 250	12	5 000±25	500
	De 25.4 mm. (1") a 19.05mm. (3/4")	1 250			
	De 19.05mm. (3/4") a 12.7 mm. (1/2")	1 250			
	De 12.7 mm. (1/2") a 9.52mm. (3/8")	1 250			
B	De 19.05mm. (3/4") a 12.7 mm. (1/2")	2 500	11	4 584±25	500
	De 12.7 mm. (1/2") a 9.52mm. (3/8")	2 500			
C	De 9.52mm. (3/8") a Núm. 3	2 500	8	3 330±20	500
	De Núm. 3 a Núm. 4	2 500			
D	De Núm. 4 a Núm. 8	5 000	6	2 500±15	500
E	De 76.2 mm. (3") a 63.5 mm. (2 1/2")	2 500	12	5 000±25	1 000
	De 63.5 mm. (2 1/2") a 50.8 mm. (2")	2 500			
	De 50.8 mm. (2") a 38.1 mm. (1 1/2")	5 000			
F	De 50.8 mm. (2") a 38.1 mm. (1 1/2")	5 000	12	5 000±25	1 000
	De 38.1 mm. (1 1/2") a 25.4 mm. (1")	5 000			
G	De 38.1 mm. (1 1/2") a 25.4 mm. (1")	5 000	12	5 000±25	1 000
	De 25.4 mm. (1") a 19.05mm. (3/4")	5 000			

8

GRANULOMETRIA DE ACUERDO AL TIPO DE DESGASTE

T A B L A N º 9

LA MUESTRA SELECCIONADA QUE HA SIDO PRESADA PREVIAMENTE, CUYO PESO SE DENOMINA "P_I" EL CUAL SE ANOTA, SE COLOCA JUNTO CON LAS ESFERAS EN LA MAQUINA Y SE HACE GIRAR A LAS REVOLUCIONES ESPECIFICADAS, POSTERIORMENTE SE SACA, SE LAVA Y SE HACE PASAR A TRAVES DE LA MALLA No. - 12, Y EL RETENIDO SE SECA EN EL HORNO Y SE PESA SIENDO ESTE "P_F". LA PERDIDA POR DESGASTE SE DETERMINA CON LA SIGUIENTE EXPRESION :

$$\text{PORCIENTO DE DESGASTE} = \frac{P_I - P_F}{P_I} \times 100$$

II-3.1.2 DE AFINIDAD CON EL ASFALTO: ESTA PRUEBA TIENE POR OBJETO DETERMINAR EL GRADO DE AFINIDAD QUE EXISTE ENTRE LOS AGREGADOS PETREOS Y LA PELICULA ASFALTICA QUE LOS CUBRE, YA QUE UNA DE LAS FALLAS PRINCIPALES EN LOS PAVIMENTOS ASFALTICOS ES LA FALTA DE ADHERENCIA DEL ASFALTO -- CON LOS AGREGADOS PERMITIENDO LA INTRODUCCION DEL AGUA A LA CARPETA ASFALTICA. EN BASE A ESTA ADHERENCIA SE CLASIFICAN DOS TIPOS DE MATERIALES, LOS CUALES SON :

- 1) HIDROFILOS.- QUE PRESENTAN AFINIDAD CON EL AGUA.
- 2) HIDROFOBOS.- QUE PRESENTAN AFI-

NIDAD CON EL ASFALTO.

POR LA FALTA DE ADHERENCIA DEL ASFALTO A LOS MATERIALES PETREOS Y AL PENETRAR EL AGUA A LA CARPETA ESTA SE DESTRUYE POR EL FENOMENO DE LA TENSION SUPERFICIAL ENTRE LAS FASES AGREGADO-ASFALTO-AGUA.

PARA LA DETERMINACION DE LA AFINIDAD DE LOS AGREGADOS PETREOS CON EL ASFALTO SE DEBEN HACER LAS SIGUIENTES PRUEBAS :

- A) LA DE DESPRENDIMIENTO POR FRICCION.
- B) LA DE DETERMINACION DE LA PERDIDA DE ESTABILIDAD POR INMERSION EN AGUA.

EN LA PRUEBA DE DESPRENDIMIENTO POR FRICCION LOS RESULTADOS QUE SE OBTIENEN SE CUANTIFICAN POR LA INSPECCION VISUAL DE LAS PARTICULAS CUBIERTAS CON UNA PELICULA ASFALTICA QUE HAN SIDO SOMETIDAS A LA ACCION DEL AGUA Y AGITADAS PARA PROVOCAR EL DESPRENDIMIENTO DE LA PELICULA.

EN LA DETERMINACION DE LA PERDIDA DE ESTABILIDAD POR INMERSION DE LA MUESTRA EN AGUA SE OBSERVA EL EFECTO DE ESTA SOBRE LA MEZCLA ASFALTICA; ESTE EFECTO ES MEDIDO POR LA PERDIDA DE ESTABILIDAD, SUFRIDA CON RELACION A LA DE UN ES-

PECIMEN ELABORADO EN LAS MISMAS -
CONDICIONES, Y ADEMAS QUE SE PRUE
BA A LA COMPRESION SIN HABER ESTA
DO SUJETO A LA INMERSION EN AGUA.

PARA LA PRUEBA DE DESPRENDIMIENTO POR FRIC
CION DEBERA CRIBARSE EN SECO UNA MUESTRA DE
MATERIAL A TRAVES DE LAS MALLAS DE 1/2", -
1/4", No. 10 Y LA No. 40 PARA OBTENER MUES
TRAS DE MATERIAL DE DIFERENTES TAMAÑOS, DE
LOS CUALES SE TOMARAN LAS CANTIDADES CORRES
PONDIENTES, DE ACUERDO CON LA GRANULOMETRIA
PROYECTADA, PARA COMBINARLAS Y FORMAR 6 - -
MUESTRAS (MEZCLAS) CON PESO APROXIMADO DE -
500 GRAMOS CADA UNA; TODOS LOS AGREGADOS PE
TREOS SE DEBERAN CALENTAR A UNA TEMPERATURA
DE 100-110°C E INMEDIATAMENTE A CADA UNA DE
LAS MUESTRAS SE DEBERA AGREGAR LA CANTIDAD-
DE PRODUCTO ASFALTICO QUE CORRESPONDE A LOS
SIGUIENTES CONTENIDOS DE CEMENTO ASFALTICO,
EXPRESADOS COMO PORCENTAJES DEL PESO DEL MA
TERIAL PETREO.

- 2 MUESTRAS CON EL CONTENIDO DE ASFALTO CALCULADO.
- 2 MUESTRAS CON EL CONTENIDO DE ASFALTO CALCULADO MAS 0.5%
- 2 MUESTRAS CON EL CONTENIDO DE ASFALTO CALCULADO MAS 1.0%

EL CONTENIDO DE ASFALTO SE CALCULA DE LA SI
GUIENTE MANERA :

EL CONTENIDO MINIMO DE CEMENTO ASFALTICO NE
CESARIO PARA CUBRIR EL AREA DE LAS PARTICU
LAS DE LOS AGREGADOS PETREOS ES DETERMINADO
DE LA SIGUIENTE MANERA: PRIMERAMENTE SE CAL
CULA EL AREA TOTAL DE LOS AGREGADOS PARA LO
CUAL SE EMPLEARAN LAS CONSTANTES DE AREA --

QUE SE INDICAN EN LA TABLA No. 10. LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DEL ASFALTO SE HACE CALCULANDO LOS CONTENIDOS PARCIALES PARA LOS TAMAÑOS SEÑALADOS EN LA TABLA No. 11, MULTIPLICANDO EL PORCENTAJE DE MATERIAL DE CADA TAMAÑO POR LA CONSTANTE DE AREA CORRESPONDIENTE, Y ESTE PRODUCTO A SU VEZ MULTIPLICANDOLO POR EL INDICE ASFALTICO QUE DEBE APLICARSE A CADA UNA DE LAS FRACCIONES; LA SUMA DE LOS CONTENIDOS PARCIALES DARA EL CONTENIDO TOTAL DE LA MUESTRA.

M A T E R I A L.

PASA MALLA	SE RETIENE EN LA MALLA	CONSTANTE DE AREA M ² /KG
38.1 MM (1 1/2")	19.05 MM (3/4")	0.27
19.05 MM (3/4")	No. 4	0.41
No. 4	No. 40	2.05
No. 40	No. 200	15.38
No. 200		53.30

T A B L A N o . 1 0

M A T E R I A L	INDICE ASFALTICO
GRAVAS O ARENAS DE RIO O MATERIALES REDONDEADOS, DE BAJA ABSORCION.	0.0055
GRAVAS ANGULOSAS O REDONDEADAS, TRITURADAS, DE - BAJA ABSORCION.	0.0060
GRAVAS ANGULOSAS O REDONDEADAS, DE ALTA ABSOR- - CION Y ROCAS TRITURADAS DE ABSORCION MEDIA.	0.0070
ROCAS TRITURADAS DE ALTA ABSORCION.	0.0080

T A B L A No. 11

EL VALOR DEL INDICE ASFALTICO A SU VEZ VARIA CON LA RUGOSIDAD Y POROSIDAD SEGUN SE INDICA EN LA TABLA No. 10; UNA VEZ HECHAS LAS MEZ--CLAS SE SELECCIONAN DOS MUESTRAS, CUYO TAMAÑO DEL MATERIAL ESTE COMPRENDIDO ENTRE LAS -MALLAS DE 1/2" Y 1/4" LAS CUALES SE COLOCAN EN UN FRASCO DE VIDRIO DE 500 CM³, POSTERIOR MENTE SE AÑADEN 200 CM³ DE AGUA PURA Y SE TA PAN HERMETICAMENTE Y SE DEJAN EN REPOSO DU--RANTE 24 HORAS.

SI EL DESPRENDIMIENTO DEL ASFALTO ES DE CON-SIDERACION, EL MATERIAL SE CLASIFICA ALTAMEN TE HIDROFILO Y SI NO OCURRE TAL DESPRENDI- -MIENTO DE LA PELICULA DE ASFALTO ENTONCES --LOS FRASCOS DEBERAN AGITARSE EN 3 PERIODOS - DE 5 MINUTOS CADA UNO DEBIENDO SER EXAMINA--

DAS LAS MUESTRAS DESPUES DE CADA PERIODO, - SI NO SE OBSERVA DESPRENDIMIENTO DEL ASFALTO DESPUES DE TERMINAR EL TERCER PERIODO DE AGITACION O QUE EL DESPRENDIMIENTO SEA LIGERO COMPARADO CON EL DE LA MUESTRA TESTIGO - PUEDE CONSIDERARSE QUE EL MATERIAL TRABAJARA SATISFACTORIAMENTE EN LAS CONDICIONES ORDINARIAS DE USO. EN CASO CONTRARIO EL MATERIAL PETRIO SE CONSIDERA DE UNA ADHERENCIA-QUE VA DE REGULAR A BAJA, LA CUAL PODRA AUMENTARSE POR MEDIO DE ALGUNAS SUSTANCIAS -- QUIMICAS (ADITIVOS) QUE MEJOREN LA RELACION AGREGADO-ASFALTO.

EN LA PRUEBA DESCRITA HAY UNA VARIANTE QUE CONSISTE EN EL MODO DE AGITAR, QUE SE HACE POR MEDIO DE UNA MAQUINA, EN LA QUE ESTAN MONTADOS LOS FRASCOS, LOS CUALES GIRAN A RAZON DE 45 A 50 REV/MIN. DURANTE UN PERIODO DE 15 MINUTOS DESPUES DEL CUAL SE EXAMINAN Y SE VE EL AREA EN DONDE A HABIDO DESPRENDIMIENTO; SI ESTE NO ES DE CONSIDERACION SE REPITE EL PROCESO TRES VECES HASTA COMPLETAR UNA HORA, DESPUES, SE HACE UNA DETERMINACION VISUAL DEL PORCIENTO DE DESPRENDIMIENTO.

EN LA OTRA PRUEBA, DE LA PERDIDA DE ESTABILIDAD TAMBIEN SE ELABORAN 6 ESPECIMENES COMO SE INDICO EN PARRAFOS ANTERIORES CUYOS DIAMETROS VARIARAN ENTRE 10.2 Y 10.7 CM. CUYA RELACION ALTURA-DIAMETRO ES DE 1.25.

LOS ESPECIMENES SON COMPACTADOS A UNA CARGA UNITARIA DE ENTRE 40 Y 50 KG/CM^2 , YA COMPACTADOS SE PRUEBA UNO A LA COMPRESION, HASTA-

LA RUPTURA Y LOS RESTANTES SE MANTIENEN SUMERGIDOS EN AGUA DURANTE UN PERIODO DE 4 -- DIAS, TRANSCURRIDO DICHO TIEMPO SE SACAN -- DEL TANQUE DE SATURACION Y SE PRUEBAN A LA COMPRESION; SE CALCULA LA RESISTENCIA UNITARIA DE CADA ESPECIMEN MISMA QUE SE EXPRESARA COMO PORCENTAJE DE LA RESISTENCIA OBTENIDA EN EL ESPECIMEN QUE SE PROB O SIN SATURAR, TOMANDO A ESTE COMO EL 100%. LA DIFERENCIA EXPRESARA EL PORCENTAJE DE PERDIDA DE ESTABILIDAD SUFRIDA POR EL EFECTO DE SATURACION; SI LA PERDIDA ES MENOR DEL 25% PUEDE CONSIDERARSE QUE EL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA-ASFALTICA SERA SATISFACTORIO.

III-3.1.3 PARA DEFINIR LA FORMA DE LOS AGREGADOS: EN ESTA PRUEBA SE DEFINENDOS FORMAS DE PARTICULAS QUE SON: PLANAS: SON AQUELLAS CUYA RELACION ENTRE ESPESOR Y ANCHO ES MENOR DE 0.6. SE EXPRESARAN COMO PORCIENTO EN PESO DE PARTICULAS PLANAS - CON RESPECTO AL PESO TOTAL DE LA FRACCION ENSAYADA DEL MATERIAL PETREO, MAYOR DE 1/4". UNA VEZ OBTENIDA LA MUESTRA, SE CRIBA POR - LA MALLA DE 1/4" PARA OBTENER COMO MINIMO 200 PARTICULAS RETENIDAS; LUEGO SE PESA LA FRACCION RETENIDA Y SE ANOTA COMO "W_T". POSTERIORMENTE SE SEPARA DICHA FRACCION POR MEDIO DE CRIBADO, LUEGO SE TRATA DE PASAR CADA PARTICULA INTEGRANTE DE LOS DIFERENTES TAM

ÑOS POR LA RANURA RESPECTIVA DEL - CALIBRADOR (FIGURA NO. 9) BUSCANDO LA POSICION DE LA PARTICULA QUE HA GA MAS FACIL LA OPERACION, SE SEPA RAN LAS PARTICULAS QUE HALLAN PASA DO DE LAS QUE NO PASARON Y SE PE-- SAN, REGISTRAN DOSE DICHO PESO COMO "W_P", POR ULTIMO SE CALCULA EL CON TENIDO DE PARTICULAS PLANAS CON LA SIGUIENTE EXPRESION :

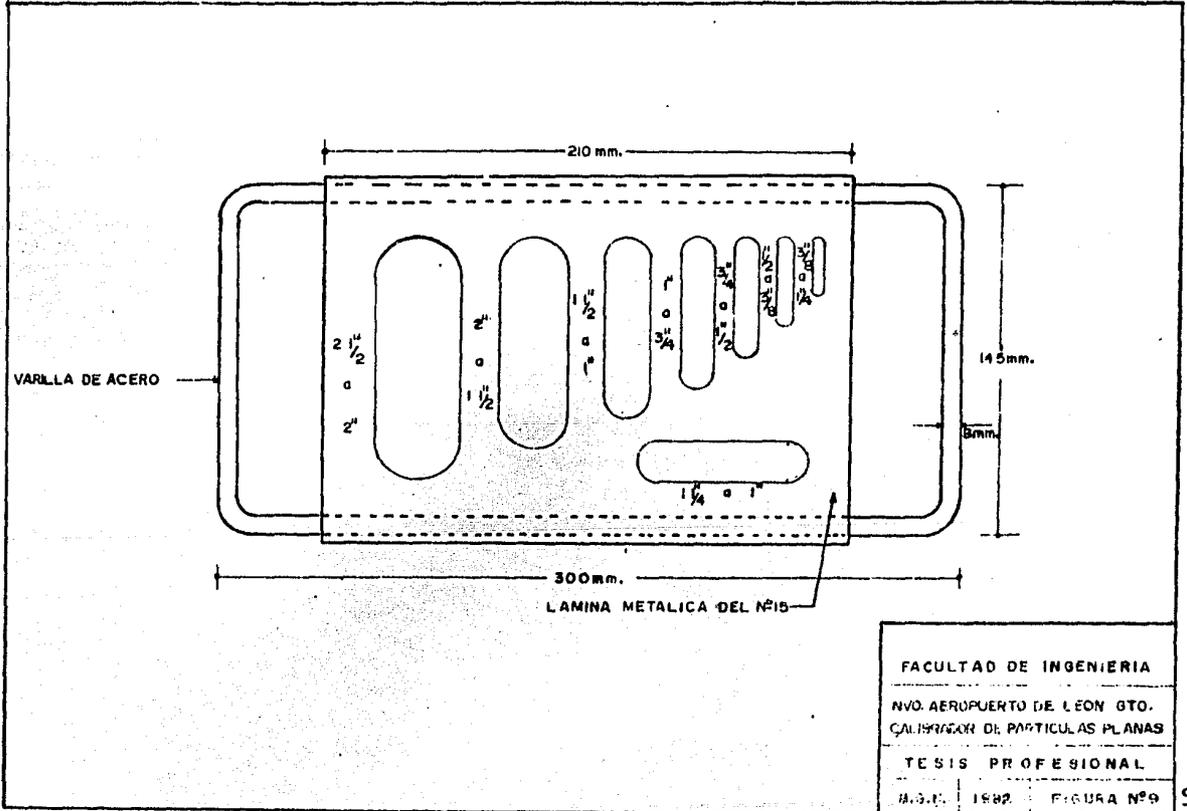
$$C_p = \frac{W_p}{W_T} \times 100$$

DONDE: C_p = CONTENIDO DE PARTICULAS PLANAS EN PORCIEN TO DE PESO.

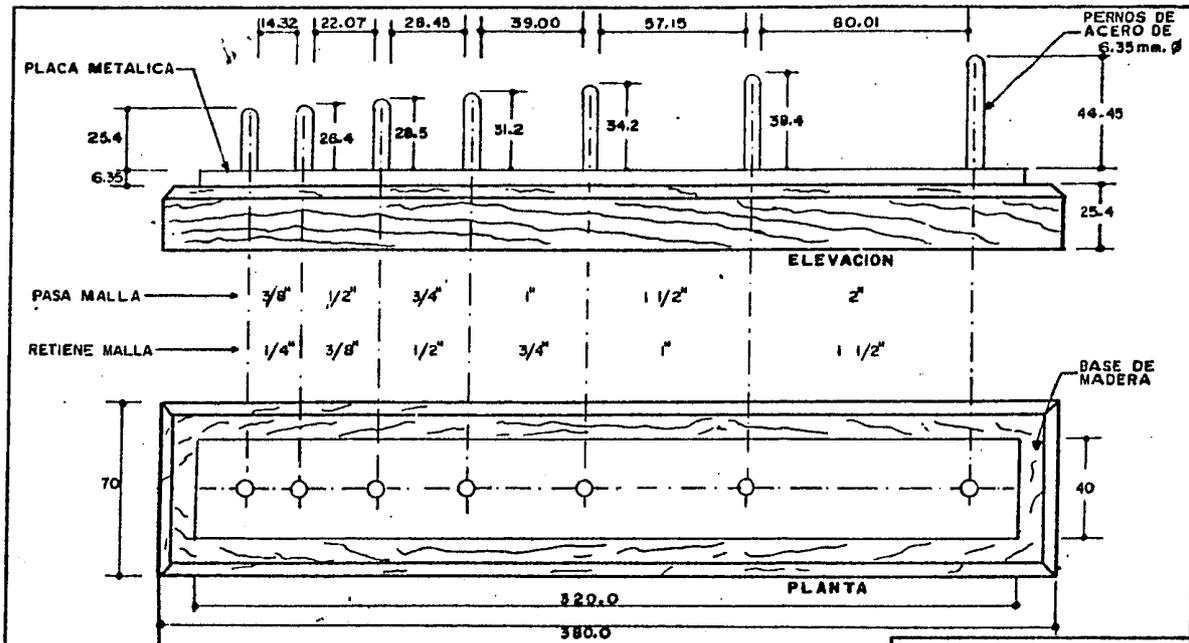
W_p = PESO DE LAS PARTICULAS QUE PASAN POR LAS- RANURAS DEL CALIBRADOR.

W_T = PESO TOTAL DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MA LLA DE 1/4".

ALARGADAS: SE CONSIDERAN COMO PAR TICULAS ALARGADAS AQUELLAS EN QUE- LA RELACION ENTRE EL LARGO Y EL AN CHO MAYOR DE 1.8. EL PROCEDIMIEN- TO DE LA PRUEBA ES IGUAL QUE EL DE DETERMINACION DE PARTICULAS PLANAS, UNICAMENTE VARIA EN EL EQUIPO, QUE PARA ESTA PRUEBA SE UTILIZA UN CA LIBRADOR DIFERENTE QUE ES COMO EL QUE SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 10 Y EL CONTENIDO DE PARTICULAS ALAR-



92



ACOTACIONES EN mm.

FACULTAD DE INGENIERIA		
NVO AERÓPUERTO DE LEON GTO. CALBRADOR DE PARTICULAS ALARGADAS		
T E S I S P R O F E S I O N A L		
M.G.N.	1982	FIGURA N°10

81

GADAS SE CALCULA CON LA SIGUIENTE EXPRESION :

$$C_A = \frac{W_A}{W_T} \times 100$$

DONDE : C_A = CONTENIDO DE PARTICULAS ALARGADAS, EN PORCIENTO EN PESO.

W_A = PESO DE LAS PARTICULAS QUE NO PASARON POR LOS CLAROS DEL CALIBRADOR, EN GRAMOS.

W_T = PESO TOTAL DEL MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA DE 1/4", EN GRAMOS.

III-3.1.4 DE INTERPERISMO ACELERADO: ESTA PRUEBA NOS SIRVE PARA CONOCER EL GRADO DE ALTERACION QUE HAN SUFRIDO LOS MATERIALES AL ESTAR EXPUESTOS A LA ACCION DE LOS AGENTES ATMOSFERICOS. LA PRUEBA SE EFECTUA SOMETIENDO A LOS MATERIALES A VARIOS CICLOS DE SATURACION Y SECA--DO, LA SATURACION DEBE DE HACERSE EN SOLUCION DE SULFATO DE SODIO O MAGNESIO, DURANTE ESTE PROCESO, SE PRODUCEN ESFUERZOS INTERNOS --ORIGINADOS POR LA FORMACION DE --CRISTALES EN SUS HUECOS Y FISURAS, QUE PROVOCAN AGRIETAMIENTOS Y DESMORONAMIENTO DE LOS AGREGADOS; --LOS RESULTADOS DE ESTA PRUEBA SE

DETERMINAN EN FUNCION DE LA CANTIDAD DE PARTICULAS DESPRENDIDAS DURANTE EL PROCESO DE SATURACION Y SECADO, EXPRESANDOSE DICHS RESULTADOS COMO PORCENTAJES DE LAS FRACCIONES RESPECTIVAS QUE CONSTITUYEN LA MUESTRA DE PRUEBA.

III-3.1.5 DE VALOR CEMENTANTE: EL OBJETO DE ESTA PRUEBA ES EL DE PODER DETERMINAR LA FACULTAD DE CEMENTACION DE UN SUELO FINO O DE LA FRACCION QUE PASA LA MALLA No. 4 DE UN SUELO GRANULAR COMPACTADO Y SECO. EL VALOR CEMENTANTE, ES UNA FUNCION DE LA FORMA Y ACOMODO DE LAS PARTICULAS DEL SUELO Y DE SU RUGOSIDAD, DE LA PLASTICIDAD Y DE LA CANTIDAD DE FINOS QUE CONTENGA EL SUELO; HAY QUE TOMAR EN CONSIDERACION QUE UN VALOR CEMENTANTE ALTO PUEDE SER DEBIDO A UN EXCESO DE ARCILLA.

PARA LLEVAR A CABO LA PRUEBA DEBE TAMIZARSE UNA PORCION DEL MATERIAL PREPARADO A TRAVES DE LA MALLA No. 4 Y OBTENER UNA MUESTRA DE 3 KG. APROXIMADAMENTE, LUEGO, SE LE ADICIONA AGUA HASTA OBTENER LA HUMEDAD OPTIMA; MEZCLANDO EL MATERIAL HASTA LOGRAR UNA HOMOGENEIDAD DE LA MUESTRA; SE TOMAN PORCIONES PARA EFECTUAR LA PRUEBA

POR TRIPLICADO, DEBIENDO TENER --
LOS ESPECIMENES LA MISMA ALTURA.-
EL MATERIAL CON LA HUMEDAD OPTIMA
SE COMPACTA EN TRES CAPAS DENTRO-
DEL MOLDE (DE FORMA CUBICA); CADA
CAPA SE COMPACTA CON 15 GOLPES --
CON LA VARILLA Y DESDE UNA ALTURA
LIBRE DE CAIDA DE 50 CM.

EL MOLDE CON EL MATERIAL COMPACTA
DO SE METE AL HORNO A UNA TEMPERA
TURA DE 40°C MANTENIENDOLO EN EL
HASTA QUE EL MATERIAL PUEDA SER -
REMOVIDO DEL MOLDE, UNA VEZ REMO-
VIDO EL MOLDE SE CONTINUA EL SECA
DO A UNA TEMPERATURA DE ENTRE 100
Y 110°C HASTA QUE PIERDA TOTALMEN
TE SU HUMEDAD, POSTERIORMENTE SE-
SACA EL ESPECIMEN, SE DEJA ENFRIAR
Y SE LLEVA A LA COMPRESION COLO--
COLOCANDOLE UNAS PLACAS DE CARTON
EN LAS CARAS SUPERIOR E INFERIOR,
LUEGO SE PROCÈDE A DETERMINAR EL
VALOR CEMENTANTE, QUE ES EL PROME
DIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRE
SION SIN CONFINAR OBTENIDA EN LOS
TRES ESPECIMENES, EXPRESANDOSE EN
KG/CM².

III.3.2 PRUEBAS DE DISEÑO

III.3.2.1 PRUEBA MARSHALL: ESTA PRUEBA ESTA
LIMITADA AL PROYECTO Y CONTROL DE
ELABORACION DE MEZCLAS ASFALTICAS

MECHAS EN PLANTA ESTACIONARIA. ESTA PRUEBA SIRVE PRINCIPALMENTE PARA DETERMINAR LOS VALORES DE ESTABILIDAD Y DE FLUJO, DE ESPECIMENES CILINDRICOS COMPACTADOS AXIALMENTE Y PROBADOS A 60°C. EL VALOR DE LA ESTABILIDAD SE DETERMINA MIDIENDO LA CARGA NECESARIA PARA PRODUCIR LA FALLA DEL ESPECIMEN APLICADA EN SENTIDO NORMAL A SU EJE; LA DEFORMACION VERTICAL - PRODUCIDA POR DICHA CARGA SERA EL VALOR DEL FLUJO.

EL VALOR DE LA ESTABILIDAD ES UN INDICE DE LA CALIDAD DEL AGREGADO.

EL VALOR DEL FLUJO REPRESENTA LA DEFORMACION REQUERIDA PARA PRODUCIR LA FRACTURA, Y ES UNA INDICACION DE LA TENDENCIA DE LA MEZCLA PARA ALCANZAR UNA CONDICION PLASTICA Y CONSECUENTEMENTE DE LA RESISTENCIA QUE OFRECERA LA CARPETA A DEFORMARSE BAJO LA ACCION DE LAS CARGAS IMPUESTAS POR LOS VEHICULOS.

EL PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA ES COMO A CONTINUACION SE DESCRIBE.

SIGUIENDO LOS PASOS DE LA PRUEBA DE AFINIDAD CON EL ASFALTO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTICO SE FORMARA LA GRANULOMETRIA DE LA MEZCLA QUE SE PROYECTA ELABORAR, SE FORMARAN 3 ES-

PECIMENES DE 1200 GRAMOS APROXIMADAMENTE Y A ESTOS ESPECIMENES SE LES DEBERA AGREGAR LOS SIGUIENTES PORCENTAJES DE CEMENTO ASFALTICO-EXPRESADOS EN RELACION AL PESO -- DEL MATERIAL PETREO:

CONTENIDO CALCULADO MENOS EL 1%

"	"	NETO
"	"	MAS EL 0.5%
"	"	" " 1.0%
"	"	" " 1.5%
"	"	" " 2.0%

AL MEZCLAR LOS AGREGADOS Y EL CEMENTO ASFALTICO PARA ELABORAR LOS ESPECIMENES, LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA DEBE DE SER DE 175 Y 120°C RESPECTIVAMENTE PARA TENER UNA DISTRIBUCION UNIFORME DEL ASFALTO, (LA TEMPERATURA DE LA MEZCLA NO DEBE DE SER MENOR DE 100°C).

PARA COMPACTAR LA MEZCLA SE USA UN PISTON DE SUPERFICIE CIRCULAR DE 4.76 CM. (1 7/8") DE DIAMETRO Y -- 4.536 KG. DE PESO Y UN MOLDE, (AMBOS DEBEN CALENTARSE CON UN BAÑO DE AGUA HIRVIENDO), CON EL PISTON SE DAN 50 GOLPES CON UNA CAIDA DE 45.7 CM. A CADA CARA DEL ESPECIMEN, ESTA COMPACTACION SE APLICA PARA MEZCLAS ASFALTICAS PROYECTADAS PARA RECIBIR PRESIONES DE CONTACTO QUE NO EXCEDAN DE 7 KG/CM². EL NUMERO DE GOLPES EN CADA CARA DEL ESPECIMEN DEBERA AUMENTARSE A 75 PARA PRESIONES DE CONTACTO QUE VARIEN DE ENTRE 7 Y 14 KG/CM²; POSTERIORMENTE SE REMOVERA EL COLLARIN Y LA PLACA DE BASE, Y EL MOLDE CON SU CONTENI

DO SE SUMERGIRA EN AGUA FRIA POR UN TIEMPO MINIMO DE 2 MINUTOS, LUEGO SE EXTRAE EL ESPECIMEN Y SE DEJA EN FRIAR A LA TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 12 A 24 HORAS. LOS ESPECIMENES COMPACTADOS DEBERAN TENER UNA ALTURA DE 63.5 MM. CON UNA TOLERANCIA DE 3.2 MM. Y EN CASO CONTRARIO DEBERA REPETIRSE EL PROCESO.

LA PRUEBA DE LOS ESPECIMENES COMPRENDE LA DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO Y DE LOS VALORES DE ESTABILIDAD Y FLUJO.

LA DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SE DETERMINA DIVIDIENDO EL PESO DEL ESPECIMEN ENTRE EL VOLUMEN DEL MISMO.

LOS VALORES DE ESTABILIDAD Y DE FLUJO SE OBTIENEN ENSAYANDO LOS ESPECIMENES EN EL APARATO DE MARSHALL COMO A CONTINUACION SE INDICA :

SE SUMERGEN LOS ESPECIMENES EN UN TANQUE DE SATURACION CON EL AGUA A UNA TEMPERATURA DE $60^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ DURANTE UN LAPSO DE TIEMPO DE 20 A 30 MINUTOS, LUEGO SE SACAN LOS ESPECIMENES DEL TANQUE Y SE SECAN, POSTERIORMENTE SE COLOCA ENTRE LAS DOS SECCIONES DE LA CABEZA DE PRUEBA DEL APARATO DE MARSHALL Y SE APLICA LA CARGA A UNA VELOCIDAD CONSTANTE DE 50 MILIMETROS-SOBRE MINUTO HASTA QUE LA FALLA DEL ESPECIMEN OCURRA. LA CARGA MAXIMA DE FALLA SERA EL VALOR DE LA ESTABILIDAD MARSHALL, Y LA DEFORMACION QUE SUFRE EL ESPECIMEN SE REGISTRA COMO EL VALOR DEL FLUJO.

UNA VEZ HECHO LO MISMO CON LOS 3 ESPECIMENES SE PROMEDIAN LOS VALORES. LA PRUEBA DEBE DE COMPLETARSE EN 30 SEGUNDOS A PARTIR DEL MOMENTO EN QUE LOS ESPECIMENES SON SACADOS DEL TANQUE DE SATURACION; ADEMAS SE CALCULARA LA DENSIDAD TEORICA MAXIMA DE LA MECLA-ASFALTICA POR MEDIO DE LA SIGUIENTE EXPRESION :

$$D = \frac{1.0}{\frac{P_G}{D_G} + \frac{P_F}{D_F} + \frac{P_A}{D_A}}$$

DONDE: D = DENSIDAD TEORICA MAXIMA DE LA MEZCLA ASFALTICA.

P_G = PORCENTAJE DE MATERIAL PETREO RETENIDO EN LA MALLA DE 1/4" CON RELACION AL PESO DE LA MEZCLA ASFALTICA.

P_F = PORCENTAJE DE MATERIAL PETREO QUE PASA LA MALLA DE 1/4" CON RELACION AL PESO DE LA MEZCLA ASFALTICA.

P_A = PORCENTAJE DE ASFALTO, CON RELACION AL PESO DE LA MEZCLA ASFALTICA.

D_G = DENSIDAD RELATIVA DEL MATERIAL PETREO RETENIDO EN LA MALLA DE 1/4".

D_F = DENSIDAD RELATIVA DEL MATERIAL PETREO QUE PASA LA MALLA DE 1/4".

D_A = DENSIDAD DEL ASFALTO: 1.0 EN LOS REBAJADOS Y 1.03 EN LOS CEMENTOS ASFALTICOS.

$$P_G + P_F + P_A = 100 \%$$

DONDE LA DENSIDAD RELATIVA SE OBTIENE CON LA SIGUIENTE EXPRESION :

$$D_R = \frac{\text{PESO DEL MATERIAL SECO}}{\text{VOLUMEN DESALOJADO}}$$

TAMBIEN SE DEBE DE CALCULAR EL PORCIENTO DE VACIOS - EN LA MEZCLA ASFALTICA, EL CUAL SE PUEDE DETERMINAR- CON LA EXPRESION SIGUIENTE :

$$V = \frac{100 (D - \gamma)}{D}$$

DONDE : V= PORCIENTO DE VACIOS EN EL ESPECIMEN DE LA MEZCLA ASFALTICA.

D= DENSIDAD TEORICA MAXIMA DE LA MEZCLA ASFALTICA.

γ = PESO VOLUMETRICO DEL ESPECIMEN DE MEZCLA-ASFALTICA EXPRESADA EN GR/CM³.

LUEGO SE CALCULA LA RELACION ENTRE EL VOLUMEN OCUPADO POR EL ASFALTO Y EL VOLUMEN TOTAL DE HUECOS QUE - EXISTIRIA SI EL MATERIAL PETREO DEL ESPECIMEN NO CONTUVIERA ASFALTO.

PARA ESTO ULTIMO SE UTILIZA LA SIGUIENTE EXPRESION :

$$V_0 = \frac{D_R \times P_A \times \gamma}{100 D_R \times D_A - (100 - P_A) \gamma} \times D_A \quad Y$$

$$V_0 = \frac{\text{VOLUMEN DE ASFALTO}}{\text{VOLUMEN TOTAL DE HUECOS}}$$

DONDE TODOS LOS TERMINOS SON CONOCIDOS.

UNA VEZ DETERMINADO EL VALOR DE LA RELACION ENTRE EL VOLUMEN OCUPADO POR EL ASFALTO Y EL VOLUMEN TOTAL DE HUECOS SE CORREGIRAN LOS VALORES DE LA ESTABILIDAD - DE LOS ESPECIMENES QUE NO TENGAN LA ALTURA ESPECIFICADA DE 63,5 MM. MULTIPLICANDO LOS VALORES OBTENIDOS POR LOS FACTORES DE CORRECCION QUE SE INDICAN EN LA TABLA No. 12. FINALMENTE SE DIBUJAN LAS GRAFICAS SIGUIENTES :

PESO VOLUMETRICO - CONTENIDO DE ASFALTO
 ESTABILIDAD - CONTENIDO DE ASFALTO
 FLUJO - CONTENIDO DE ASFALTO
 PORCENTAJE DE VA
 CIOS - CONTENIDO DE ASFALTO
 HUECOS OCUPADOS-
 POR ASFALTO (V_0) - CONTENIDO DE ASFALTO

ESTAS GRAFICAS SE INDICAN EN LA FIGURA No. 14 DEL -- BANCO DE CONCRETOS DEL BAJIO Y LA FIGURA No. 15 DEL BANCO CHICHIGUAS.

ES RECOMENDABLE QUE LA MEZCLA CUYO CONTENIDO DE CE-- MENTO ASFALTICO CORRESPONDA AL PROMEDIO DE LOS VALORES OBTENIDOS EN LAS GRAFICAS ANTERIORES, REUNA LOS REQUISITOS QUE SE INDICAN EN LA TABLA No. 13.

ALTURA DEL ESPECIMEN, MM.	FACTOR DE CORRECCION	ALTURA DEL ESPECIMEN, MM.	FACTOR DE CORRECCION
55	1.27	63.5	1.00
56	1.23	64.0	0.98
57	1.20	65.0	0.96
58	1.16	66.0	0.94
59	1.13	67.0	0.92
60	1.10	68.0	0.90
61	1.07	69.0	0.88
62	1.04	70.0	0.86
63	1.01	71.0	0.84

T A B L A N o . 12

	TIPO DE MEZCLA	PRESION DE CONTACTO DE LAS LLANTAS	
		7 KG/CM ² 225 KG, MIN. 4 MM. MAX.	14 KG/CM ² 450 KG, MIN. 5 MM. MAX.
ESTABILIDAD FLUJO PORCIENTO DE VACIOS	CON AGREGADOS DE TAMAÑO MAXIMO DE 19.05 MM. (3/4")	3 - 5	3 - 5
	CON AGREGADOS DE TAMAÑO MAXIMO DE 6.35 MM. (1/4")	5 - 7	6 - 8
PORCIENTO DE HUECOS OCUPA DOS POR EL - ASFALTO	CON AGREGADOS DE TAMAÑO MAXIMO DE 19.05 MM. (3/4")	75 -85	75 -82
	CON AGREGADOS DE TAMAÑO MAXIMO DE 6.35 MM. (1/4")	65 -75	65 -72

T A B L A No. 13

III-4 DENOMINACION DE BANCOS

ATENDIENDO A LAS CARACTERISTICAS GEOLOGICAS, A LOS VOLUMENES DE MATERIALES ESTIMADOS PARA EL PROYECTO, A LAS DISTANCIAS MEDIAS DE ACARREO, A LAS CONDICIONES DE EXPLOTACION DE LOS BANCOS Y MUY ESPECIALMENTE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO, A CONTINUACION SE ESTABLECEN LOS BANCOS SELECCIONADOS PARA -

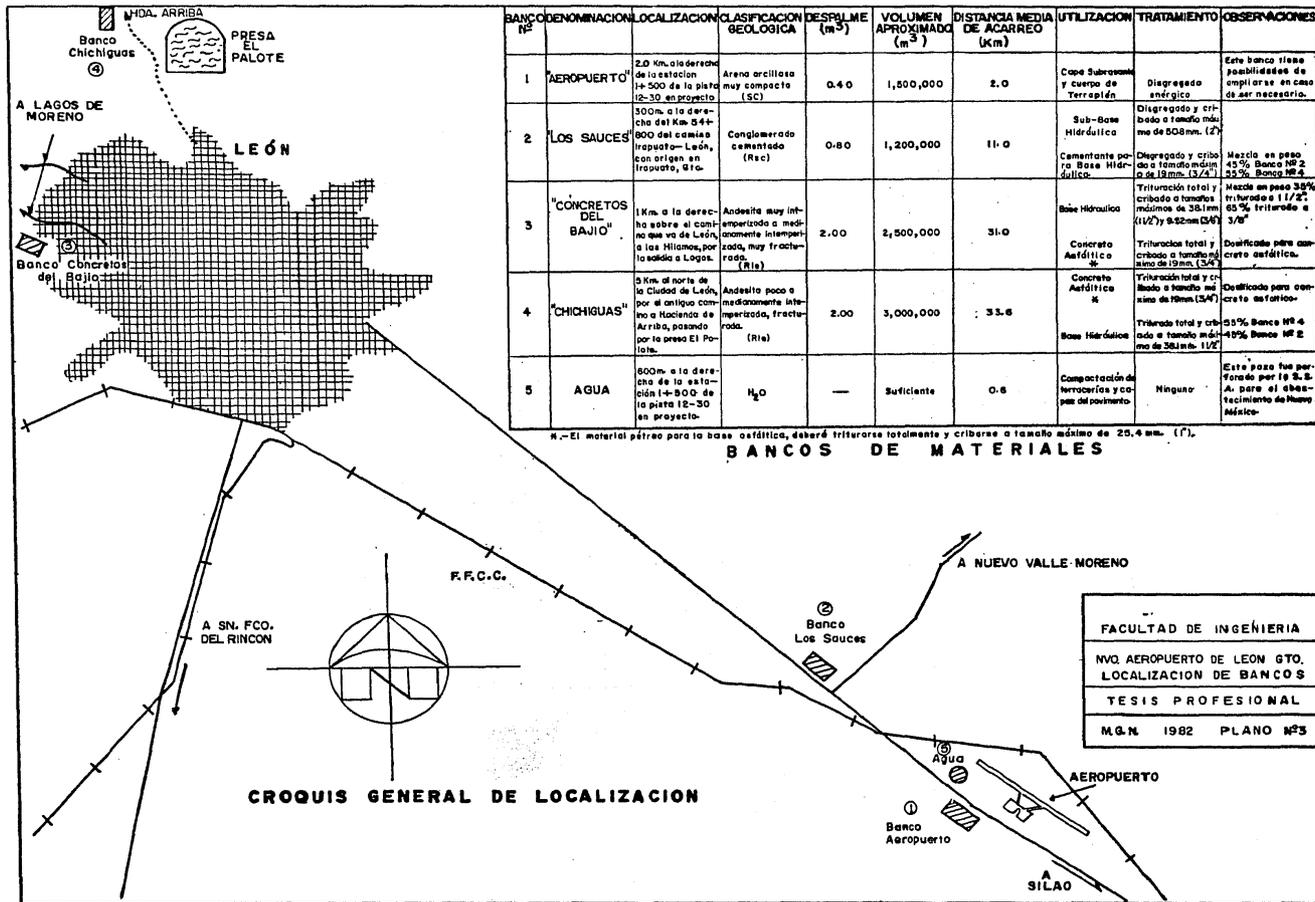
LAS TERRACERIAS Y LA PAVIMENTACION DEL NUEVO AEROPUERTO DE LEON, GUANAJUATO.

BANCO No.	DENOMINACION
1	AEROPUERTO
2	LOS SAUCES
3	CONCRETOS DEL BAJIO
4	CHICHIGUAS

LOS BANCOS DE MATERIALES QUE SE EMPLEARAN SE ENCUENTRAN DENTRO DE UN RADIO DE ACCION DE 32 KM. RESPECTO AL NUEVO AEROPUERTO DE LEON, GUANAJUATO.

LA CUBICACION DE LOS BANCOS SE HIZO EN FORMA APROXIMADA POR MEDIO DE UN LEVANTAMIENTO CON CINTA, SONDEOS Y POZOS A CIELO ABIERTO, YA QUE CON LOS SONDEOS Y LOS POZOS PERMITEN OBSERVAR Y DETERMINAR EL ESPESOR DEL BANCO, Y PODER DETERMINAR EL ESPESOR QUE SE TIENE DESPALME.

LA DISTANCIA MEDIA DE ACARREO SE DETERMINO TAMBIEN EN FORMA APROXIMADA, ESTO SE HIZO POR MEDIO DEL VELOCIMETRO DE UN AUTOMOVIL, ESTA DISTANCIA SE DEFINE COMO LA QUE HAY DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL BANCO AL CENTRO DE GRAVEDAD DE LOS ELEMENTOS DEL AEROPUERTO. EN EL PLANO No. 3 SE MUESTRA EL CROQUIS DE LOCALIZACION DE LOS BANCOS DE MATERIALES.



BANCO No. 1 "AEROPUERTO"

EN ESTE BANCO SE HICIERON UN TOTAL DE 6 SONDEOS Y UNO DEL DESPALME Y LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES DE LABORATORIO SE FUERON REGISTRANDO EN UNA FORMA COMO SE -- MUESTRA EN LA FIGURA No. 11, EL TOTAL DE LAS PRUEBAS SE INDICA EN LA TABLA No. 14, EN EL PLANO No. 4 SE INDICA LA CUBICACION, LOCALIZACION, DISTANCIA MEDIA DE ACARREO, EL TRATAMIENTO QUE DEBE HACERSELE AL MATERIAL EXTRAIDO DE ESTE BANCO Y SU USO.

EL RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO INDICA - QUE EL MATERIAL ORIGINAL DE ESTE BANCO SE CLASIFICA - GEOLOGICAMENTE COMO UNA TOBA ANDESITICA (RIE), QUE AL EXPLOTARSE Y DISGREGARSE DA ORIGEN EN TERMINOS GENERALES A ARENAS ARCILLOSAS CON GRAVAS (SC), CON LIMITE - LIQUIDO ENTRE 49% Y 52%, LIMITE PLASTICO ENTRE 20% Y 39%, INDICE PLASTICO ENTRE 10% Y 30%, CONTRACCION LINEAL ENTRE 5.2% Y 10%, UN C.B.R. ESTANDAR ENTRE 18.5% Y 49%, UNA EXPANSION MAXIMA DE 2.7%, UN VALOR RELATIVO DE SOPORTE (V.R.S.) AL 95% ENTRE 8.5% Y 35%, Y PARA EL 100% ENTRE 17% Y 47%,

BANCO No. 2 "LOS SAUCES"

EN ESTE BANCO SE HICIERON UN TOTAL DE 5 SONDEOS Y LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES DE LABORATORIO SE REGISTRAN, COMO SE INDICA EN LA FIGURA No. 12, EL TOTAL DE LAS - PRUEBAS SE INDICAN EN LA TABLA No. 15, EN EL PLANO No. 5 SE INDICA LA LOCALIZACION, CLASIFICACION GEOLOGICA, VOLUMEN Y SU USO DE LOS MATERIALES EXTRAIDOS.

EL RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO INDICA - QUE EL MATERIAL ORIGINARIO DE ESTE BANCO ESTA CONSTITUIDO POR UN CONGLOMERADO CEMENTADO (RSC). ESTE MATERIAL CRIBADO A TAMAÑO MAXIMO DE 50.8 MM. (2") DA POR-

OBRA: NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
 ENSAYE N° 56 SONDEO N° S-4
 BANCO: AEROPUERTO N° 1
 DESCRIPCION: ANALISIS DE MATERIAL PARA SUB-RASANTE
 LOCALIZACION: La indicada en el plano N° 3

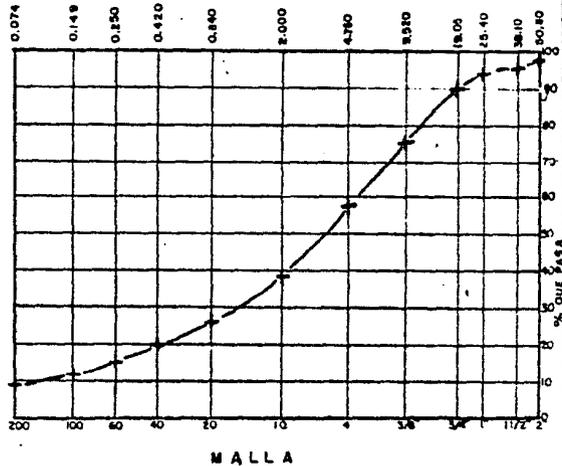
FACULTAD DE INGENIERIA

NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
PRESTAMO PARA CAPA SUBRASANTE

TESIS PROFESIONAL

M.G.N. 1992 FIGURA N° 11

Peso vol. suelto Kg/m^3 1269
 Peso vol. del lugar Kg/m^3 _____
 Peso vol. máximo Kg/m^3 1730
 Humedad del lugar % _____
 Humedad óptima % 22
 Grado de compactación _____
 % Que pasa la malla _____
 3" 100
 2" 98
 1 1/2" 96
 1" 94
 3/4" 90
 3/8" 73
 N° 4 58
 N° 10 39
 N° 20 27
 N° 40 20
 N° 60 16
 N° 100 12
 N° 200 9
 % Desperdicio en la muestra _____
 C.B.R. estándar (%) 49
 % Expansión 0.2
 Equiv. Arena % _____



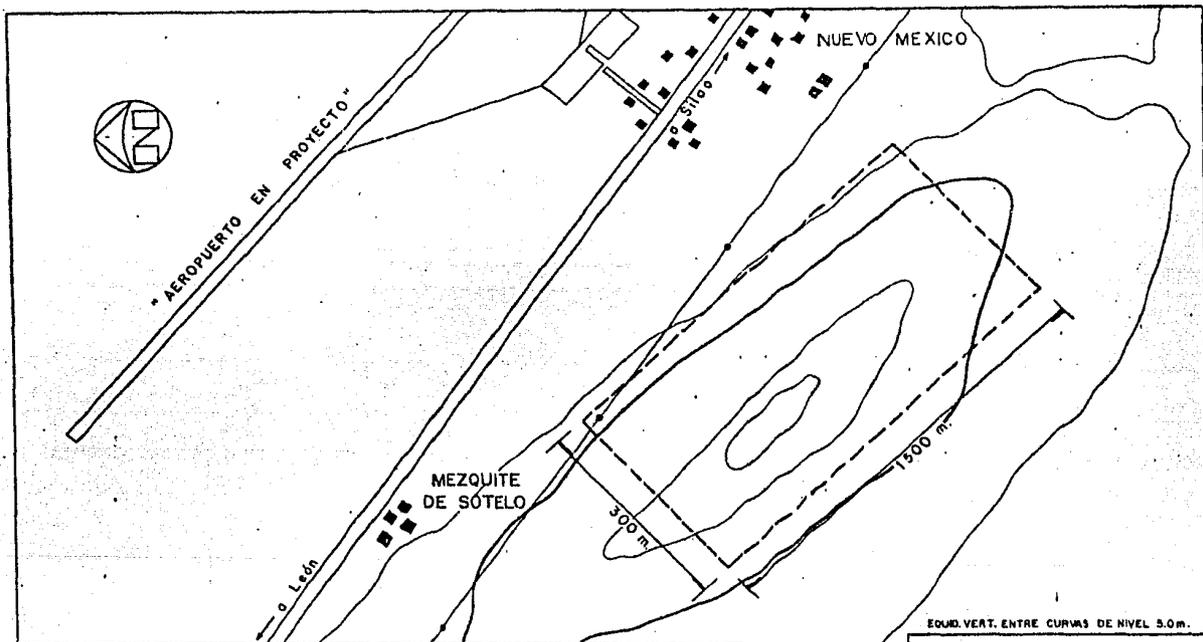
Clasificación S.A.H.Q.R. Mezcla de arena y grava bien graduada con cemento limoso (SW-GM).

PRUEBAS AL MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 40	PRUEBAS PORTER MODIFICADAS	
	LIM. LIQ. <u>49</u>	% COMPACTACION
LIM. PLAST. <u>39</u>	P.V.M (Kg/m^3)	1644
IND. PLAST. <u>10</u>	W (%)	23.5
CONTRAC. LIN. <u>5.2</u>	V.R.S. (%)	37

OBSERVACIONES: El material cumple requisitos de clasificación, calidad y resistencia para su empleo en el cuerpo del terrapén y capa subrasante de los pavimentos.

SONDEO	LIMITES			C.L. (%)	GRANULOMETRIA			CLASIFICACION S.A.H.O.P.	E. A. (%)	PORTER ESTANDAR				PORTER MODIFICADA	
	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)		G (%)	A (%)	F (%)			V. R. S. (%)	% DE EXP.	ρ_{max} (KG/M ³)	ρ_{opt} (%)	95 % V. R. S.	100 % V. R. S.
DESPALME															
S-1	83	31	52	21	0	29	71	CH ₁	—	—	—	—	—	—	—
PARA SUBRASANTE															
S-1	51	32	19	9	34	43	23	SM	—	29.0	1.6	1841	17.0	35.0	43.5
S-2	52	27	25	10	35	37	28	SC	—	27.0	0.5	1835	17.6	31.5	47.0
S-3	50	37	13	83	12	76	12	SW-SC	31	—	—	1622	24.2	18.6	37.2
S-4	49	39	10	52	42	49	9	SW-GM	—	49.0	0.2	1730	22.0	37.0	57.0
S-5	52	38	14	87	5	7	88	OH ₁	—	18.5	2.7	1800	26.9	8.5	17.0
S-6	50	20	30	10.0	40	44	16	SC	—	21.5	1.6	1975	13.7	26.0	44.0

TABLA N° 14



BANCO "AEROPUERTO"		
LOCALIZACION	CLASIFICACION GEOLOGICA	VOLUMEN (m ³)
2.0 Km. a la derecha de la estación 1+500 de la pista 12-30, en proyecto.	Arena arcilloso muy compacto. (SC)	1' 500,000

EQUID. VERT. ENTRE CURVAS DE NIVEL 5.0m.		
U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
NVO. AEROPUERTO DE LEÓN GTO.		
BANCO DE MATERIAL PARA SUBRASANTE		
TESIS PROFESIONAL		
M.G.N.	1982	PLANO Nº4

OBRA: NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
 ENSAYE N° 73 SONDEO N° S-3
 BANCO: LOS SAUCES N° 2
 DESCRIPCION: ANALISIS DE MATERIAL PARA BASE Y SUB-BASE
 LOCALIZACION: La indicada en el plano N°3.

FACULTAD DE INGENIERIA

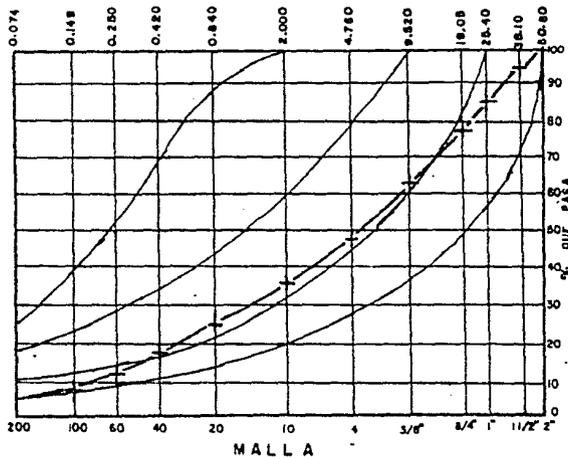
NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
PRESTAMO PARA BASE Y SUB-BASE

TESIS PROFESIONAL

M.G.N. 1962 FIGURA N°12

Peso vol. suelto Kg/m³ 1582
 Peso vol. del lugar Kg/m³ _____
 Peso vol. máximo Kg/m³ 2059
 Humedad del lugar % _____
 Humedad optima % 9.3
 Grado de compactación _____
 % Que pasa la malla:
 3" _____
 2" 100
 1 1/2" 95
 1" 86
 3/4" 78
 3/8" 63
 N° 4 48
 N° 10 36
 N° 20 26
 N° 40 18
 N° 60 13
 N° 100 8
 N° 200 6
 % Desperdicio en la muestra _____
 C.B.R. estándar (%) 118
 % Expansión 0.18
 Equiv. Arena % 55.1
 Clasificación S.A.H.O.R. (GW-GC) _____

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



PRUEBAS MAT. MAYOR 3/8

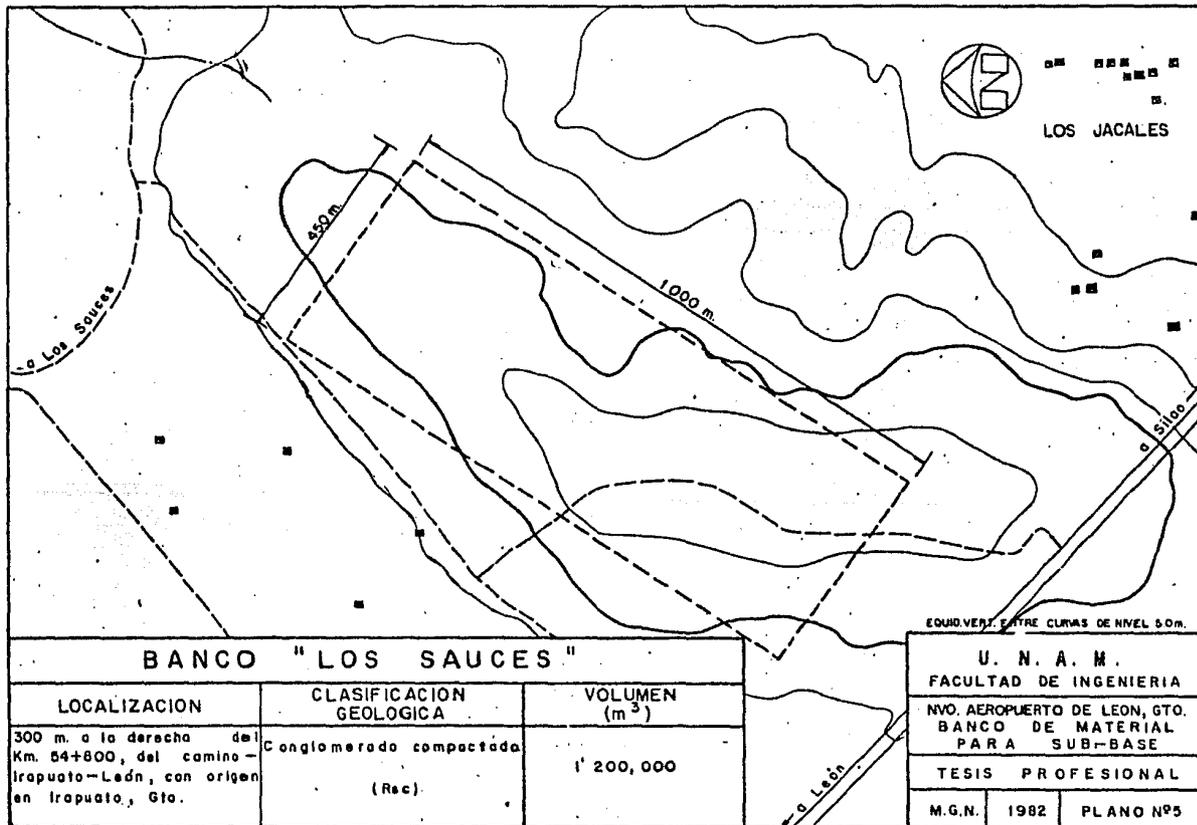
ABSORCION _____
 DENSIDAD _____

PRUEBAS SOBRE MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 40
 LIMITE LIQUIDO 35
 LIMITE PLASTICO 23
 INDICE PLASTICO 12 CONTRACCION LINEAL 3.0

OBSERVACIONES: En atención al Límite líquido que presenta este material, se deberá limitar su uso a la sub-base de los pavimentos flexibles.

SONDEO	LIMITE S				GRANULOMETRIA			CLASIFICACION S.A.H.O.P.	E.A. (%)	PORTER ESTANDAR			PORTER MODIFICADA		
	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	C.L. (%)	G (%)	A (%)	F (%)			V. R. S. (%)	% DE EXP.	W_{max} (KG/M ³)	W_{opt} (%)	95 % V. R. S.	100 % V. R. S.
S-1	35	24	11	3.2	49	44	7	GP-GC	29.5	133	0.03	2054	8.7	—	—
S-2	32	22	10	4.1	48	42	10	GW-GC	37.5	110	0.20	2082	8.8		
S-3	35	23	12	3.0	52	42	6	GW-GC	55.1	119	0.18	2059	9.3		
S-4	35	22	13	3.2	51	41	8	GW-GC	50.0	108	0.22	2065	8.3		
S-5	32	21	11	2.5	56	39	5	GP-GC	61.4	132	0.20	2077	7.3		

T A B L A N º 15



RESULTADO UNA GRAVA BIEN GRADUADA CON CEMENTANTE ARCILLOSO (GW-GC), CON LIMITE LIQUIDO ENTRE 32% Y 35%, INDICE PLASTICO ENTRE UN 10% Y 13%, CONTRACCION LINEAL-ENTRE 2.5% Y 4.1%, UN C.B.R. ESTANDAR ENTRE 108% Y --133%, EXPANSION MAXIMA DE 0.22%, EQUIVALENTE DE ARENA ENTRE 29.5% Y 61.4% Y VALOR CEMENTANTE DE APROXIMADAMENTE 14 KG/CM².

BANCO No. 3 "CONCRETOS DEL BAJIO"

EN ESTE BANCO SE HICIERON UN TOTAL DE 6 SONDEOS Y LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO SE INDICAN EN LA TABLA No. 16 Y EN EL PLANO No. 6 SE INDICA LA LOCALIZACION, CLASIFICACION GEOLOGICA, CUBICACION Y EL USO QUE SE LE PUEDE DAR AL MATERIAL OBTENIDO DE ESTE BANCO; TAMBIEN SE HICIERON PRUEBAS DE LABORATORIO CON ESTE MATERIAL-PARA ELABORAR CONCRETO ASFALTICO CUYOS RESULTADOS SE INDICAN EN LAS FIGURAS No. 13 Y No. 14.

EL RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO INDICAN-QUE EL MATERIAL DE ESTE BANCO ESTA CONSTITUIDO POR --UNA ANDESITA MUY INTERPERIZADA A MEDIANAMENTE INTERPERIZADA (RIE). ESTA ROCA AL TRITURARSE A TAMAÑO MAXIMO DE 38.1 MM. (1 1/2") DA POR RESULTADO UNA GRAVA --MAL GRADUADA (GP), HACIENDOSE NECESARIO TRITURAR MATERIAL DE ESTE BANCO A TAMAÑO MAXIMO DE 9.52 MM. (3/8") Y MEZCLAR LOS DOS MATERIALES EN PLANTA, EN UNA PROPORCION EN PESO DE 35% - 65%, RESPECTIVAMENTE; EL MATERIAL RESULTANTE DE LA MEZCLA SE CLASIFICA COMO UNA --GRAVA MAL GRADUADA CON CEMENTANTE ARCILLOSO (GP - GC), CON LIMITE LIQUIDO DE ENTRE 26% Y 29%, INDICE PLASTICO DE ENTRE 14% Y 16%, UN C.B.R. ESTANDAR DE ENTRE --110% Y 139%, EXPANSION MAXIMA DE 0.10%, EQUIVALENTE -DE ARENA DE ENTRE 50% Y 69% Y VALOR CEMENTANTE DE 14 KG/CM².

EL MATERIAL PETREO PARA CONCRETO ASFALTICO SE OBTUVO-TRITURANDO EL MATERIAL DE ESTE BANCO A TAMAÑO MAXIMO-DE 19.05 MM. (3/4") Y DOSIFICANDOLO DE ACUERDO CON LA GRANULOMETRIA QUE EXIGE LA PARTE OCTAVA DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA S.A.H.O.P., PRESENTANDO UN DESGASTE DE 11.3%, ADHERENCIA CALIFICADA COMO BUENA - (DESPRENDIMIENTO IGUAL A 12%), INTERPERISMO ACELERADO DE 10.22% Y EQUIVALENTE DE ARENA DE 60%.

EN LA PRUEBA MARSHALL; PRESENTA UNA ESTABILIDAD DE --1240 KG. PARA UN CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTICO (No.-6) DE 6% Y LOS RESULTADOS SE INDICAN EN LA FIGURA No. 14.

BANCO No. 4 "CHICHIGUAS"

EN ESTE BANCO SE HICIERON UN TOTAL DE 5 SONDEOS Y LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYES DEL LABORATORIO SE INDICAN EN LA TABLA No. 17 Y EN EL PLANO No. 7 SE INDICA LA LOCALIZACION, CLASIFICACION GEOLOGICA, CUBICACION Y EL USO QUE SE LE VA HA DAR AL MATERIAL RESULTANTE DE ESTE BANCO; AL MATERIAL DE ESTE BANCO SE LE HICIERON PRUEBAS PARA CONCRETO ASFALTICO COMO SE INDICA MAS ADELANTE.

EL RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO INDICA - QUE EL MATERIAL DE ESTE BANCO ESTA CONSTITUIDO POR --UNA ANDESITA DE POCO O MEDIANAMENTE INTERPERIZADA - - (RIE). ESTA ROCA AL TRITURARSE A TAMAÑO MAXIMO DE --38.1 MM. (1 1/2"), DA POR RESULTADO UNA GRAVA MAL GRADUADA (GP), POR LO QUE PARA PODER USARSE EN LA BASE - HIDRAULICA SE MEZCLO CON MATERIAL DEL BANCO "LOS SAUCES" CRIBADO A TAMAÑO MAXIMO DE 19 MM. (3/4"), EN UNA PROPORCION EN PESO DE 55% - 45% RESPECTIVAMENTE. EL MATERIAL RESULTANTE SE CLASIFICA COMO UNA GRAVA BIEN GRADUADA CON CEMENTANTE ARCILLOSO (GP - GC), CON LIM

TE LIQUIDO ENTRE 28% Y 28%, INDICE PLASTICO ENTRE 15% Y 18%, UN C.B.R. ESTANDAR DE 121% A 140%, EXPANSION - MAXIMA DE 0.12%, EQUIVALENTE DE ARENA ENTRE 43% Y 54% Y VALOR CEMENTANTE DE 12 KG/CM².

EL MATERIAL PETREO PARA CONCRETO ASFALTICO SE OBTUVO- TRITURANDO EL MATERIAL DE ESTE BANCO A TAMAÑO MAXIMO- DE 19 MM. (3'4") Y DOSIFICANDOLO DE ACUERDO CON LA -- GRANULOMETRIA QUE EXIGE LA PARTE OCTAVA DE LAS ESPECI FICACIONES GENERALES DE LA S.A.H.O.P., PRESENTANDO UN DESGASTE DE 12.5%, ADHERENCIA CALIFICADA COMO BUENA - (DESPRENDIMIENTO IGUAL A 5%), INTEMPERISMO ACELERADO- DE 8.85% Y EQUIVALENTE DE ARENA DE 73 %.

EN LA PRUEBA MARSHALL; PRESENTA UNA ESTABILIDAD DE -- 1360 KG., PARA UN CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTICO DEL 6%, Y LOS RESULTADOS SE INDICAN EN LA FIGURA No. 15.

SONDEO	LIMITE S			C. L. (%)	GRANULOMETRIA			CLASIFICACION S. A. H. O. P.	E. A. (%)	PORTER ESTANDAR			W _{opt} (%)	VALOR CEMENTANTE (KG/CM ²)
	L. L. (%)	L. P. (%)	I. P. (%)		G (%)	A (%)	F (%)			V. R. S. (%)	% DE EXP.	W _{max} (KG/M ³)		
S-1	28	16	12	3,4	78	19,5	2,5	GP	58	—	—	1390	—	—
S-2	28	13	15	3,5	47	45	8	GW-GC	50	113	0,10	2140	5,2	140
S-3	28	14	14	4,2	49	44	7	GW-GC	69	110	0,10	2188	5,2	170
S-4	26	12	14	3,5	58	36	6	GW-GC	53	139	0,05	2079	6,0	12,5
S-5	29	13	16	3,5	44	48	8	GW-GC	69	119	0,08	2169	5,2	12,0
S-6	29	15	14	3,3	52	40	8	GW-GC	51	118	0,10	2105	5,6	13,5

PRUEBA PARA CONCRETO ASFALTICO

G (%) = 45

A (%) = 47

F (%) = 8

CLASIFICACION PETROGRAFICA: ANDESITA

PESO VOLUMETRIC SUELTO (KG/M³) = 1480

DENSIDAD = 2,6

ABSORCION (%) = 1,8

EQUIVALENTE DE ARENA (%) = 60

% DE DESGASTE = 11,3

INTERPERISMO ACELERADO (%) = 10,22

FORMA DE PARTICULAS ALARGADAS (%) = 45

PARTICULAS PLANAS (%) = 34

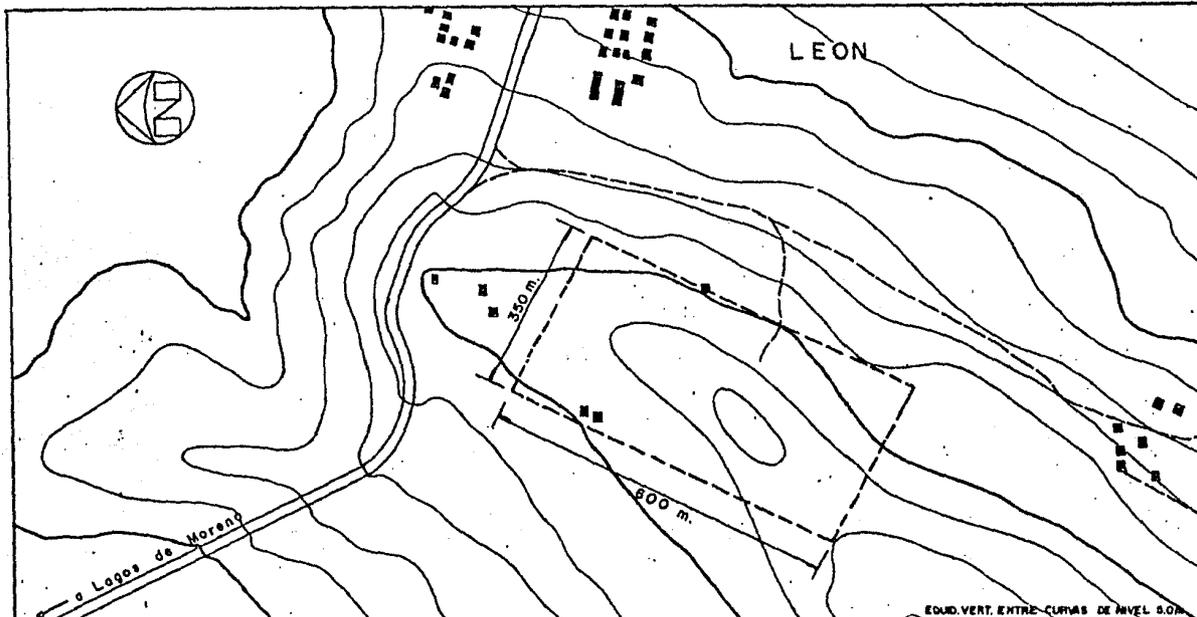
TIPO DE ASFALTO: C. A. N° 8

CONTENIDO OPTIMO DE ASFALTO (%) = 6,0

P.V.M. EN MEZCLA COMPACTADA (KG/M³) = 1320

REFERENCIA: 2000

TABLA N° 16



BANCO "CONCRETOS DEL BAJIO"		
LOCALIZACION	CLASIFICACION GEOLOGICA	VOLUMEN (m ³)
1.0 Km. a la derecha sobre el camino que va de León a las Hiltamas, por la salida a Lagos.	Andesita muy intemperizada o medianamente intemperizada, muy fracturada.. (Rie)	2' 600,000

EQUID. VERT. ENTRE CURVAS DE NIVEL 5.0M

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.		
BANCO DE MATERIAL PARA BASE Y CONCRETO ASFALTICO		
TESIS PROFESIONAL		
M.G.N.	1982	PLANO Nº6

<p>OBRA: <u>NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.</u></p> <p>ENSAYE N° <u>91</u> SONDEO N° _____</p> <p>BANCO: <u>CONCRETOS DEL BAJIO</u> N° <u>3</u></p> <p>DESCRIPCION: <u>ANALISIS DE MATERIAL PARA CARPETA ASFALTICA</u></p> <p>LOCALIZACION: <u>La indicada en el plano N°3</u></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">FACULTAD DE INGENIERIA</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO. PRESTAMO PARA CARPETA ASFALTICA</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">TESIS PROFESIONAL</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">M.G.N. 1962 FIGURA N°13</td> </tr> </table>	FACULTAD DE INGENIERIA	NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO. PRESTAMO PARA CARPETA ASFALTICA	TESIS PROFESIONAL	M.G.N. 1962 FIGURA N°13
FACULTAD DE INGENIERIA					
NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO. PRESTAMO PARA CARPETA ASFALTICA					
TESIS PROFESIONAL					
M.G.N. 1962 FIGURA N°13					

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

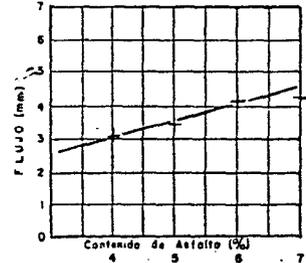
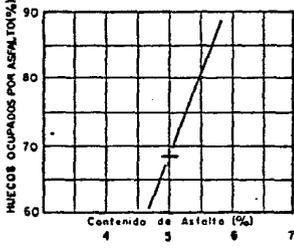
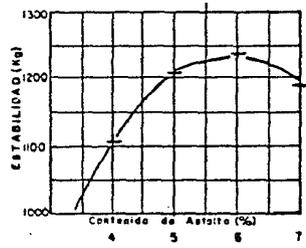
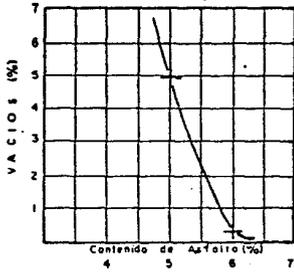
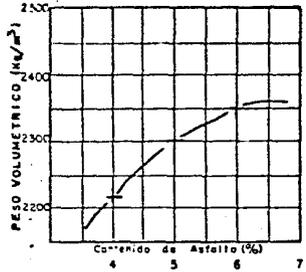
<p>Clasificación petrográfica <u>Andesita</u></p> <p>Peso vol. suelta <u>1480</u> Kg/m³</p> <p>% Que pasa la malla:</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td>1"</td><td>_____</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td><u>100</u></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td><u>85</u></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td><u>74</u></td></tr> <tr><td>1/4"</td><td><u>63</u></td></tr> <tr><td>N°4</td><td><u>55</u></td></tr> <tr><td>" 10</td><td><u>39</u></td></tr> <tr><td>" 20</td><td><u>27</u></td></tr> <tr><td>" 40</td><td><u>19</u></td></tr> <tr><td>" 60</td><td><u>15</u></td></tr> <tr><td>" 100</td><td><u>11</u></td></tr> <tr><td>" 200</td><td><u>8</u></td></tr> </table> <p>Densidad _____</p> <p>Absorción <u>1.5</u></p> <p>Equivalente de arena <u>60</u> %</p> <p>% Desgaste <u>11.3</u></p> <p>Intemp. acelerado, % <u>10.22</u></p> <p>Forma de partículas alargadas = <u>45</u> %</p> <p>Forma de partículas planas = <u>34</u> %</p>	1"	_____	3/4"	<u>100</u>	1/2"	<u>85</u>	3/8"	<u>74</u>	1/4"	<u>63</u>	N°4	<u>55</u>	" 10	<u>39</u>	" 20	<u>27</u>	" 40	<u>19</u>	" 60	<u>15</u>	" 100	<u>11</u>	" 200	<u>8</u>	<p style="text-align: center;">MALLA</p>
1"	_____																								
3/4"	<u>100</u>																								
1/2"	<u>85</u>																								
3/8"	<u>74</u>																								
1/4"	<u>63</u>																								
N°4	<u>55</u>																								
" 10	<u>39</u>																								
" 20	<u>27</u>																								
" 40	<u>19</u>																								
" 60	<u>15</u>																								
" 100	<u>11</u>																								
" 200	<u>8</u>																								

<p>CARACTERISTICAS DEL ASFALTO</p> <p>Tipo <u>C. A. N° 6</u></p> <p>Temperatura recomendable de aplicación _____</p> <p>Penetración _____</p>	<p>PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;">Cont. ópt. de asfalto (%) <u>6.0</u></td> <td style="width: 33%;">Grado de compactación de la carpeta en % _____</td> </tr> <tr> <td>R.V.M. en mezcla compacta (kg/m³) <u>1250</u></td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Adherencia <u>BUENA</u></td> <td>Contenido de asfalto en la mezcla _____</td> </tr> <tr> <td>Aditivo recomendable _____ al _____ %</td> <td>Permeabilidad de la carpeta _____</td> </tr> <tr> <td>Receptibilidad con el asfalto _____ %</td> <td>_____</td> </tr> </table>	Cont. ópt. de asfalto (%) <u>6.0</u>	Grado de compactación de la carpeta en % _____	R.V.M. en mezcla compacta (kg/m ³) <u>1250</u>	_____	Adherencia <u>BUENA</u>	Contenido de asfalto en la mezcla _____	Aditivo recomendable _____ al _____ %	Permeabilidad de la carpeta _____	Receptibilidad con el asfalto _____ %	_____
Cont. ópt. de asfalto (%) <u>6.0</u>	Grado de compactación de la carpeta en % _____										
R.V.M. en mezcla compacta (kg/m ³) <u>1250</u>	_____										
Adherencia <u>BUENA</u>	Contenido de asfalto en la mezcla _____										
Aditivo recomendable _____ al _____ %	Permeabilidad de la carpeta _____										
Receptibilidad con el asfalto _____ %	_____										

OBSERVACIONES: Los resultados anotados corresponden al material del Banco "Concretos del Bajío", triturado a tamaño máximo de 19mm. (3/4") y dosificado para concreto asfáltico.

OBRA: NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
 ENSAYE N° 101
 BANCO: CONCRETOS DEL BAJIO N° 3
 DESCRIPCION: PRUEBA MARSHALL PARA CONCRETO ASFALTICO

FACULTAD DE INGENIERIA
 NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
 PRUEBA MARSHALL
 TESIS PROFESIONAL
 M.G.N. 1982
 FIGURA N°14



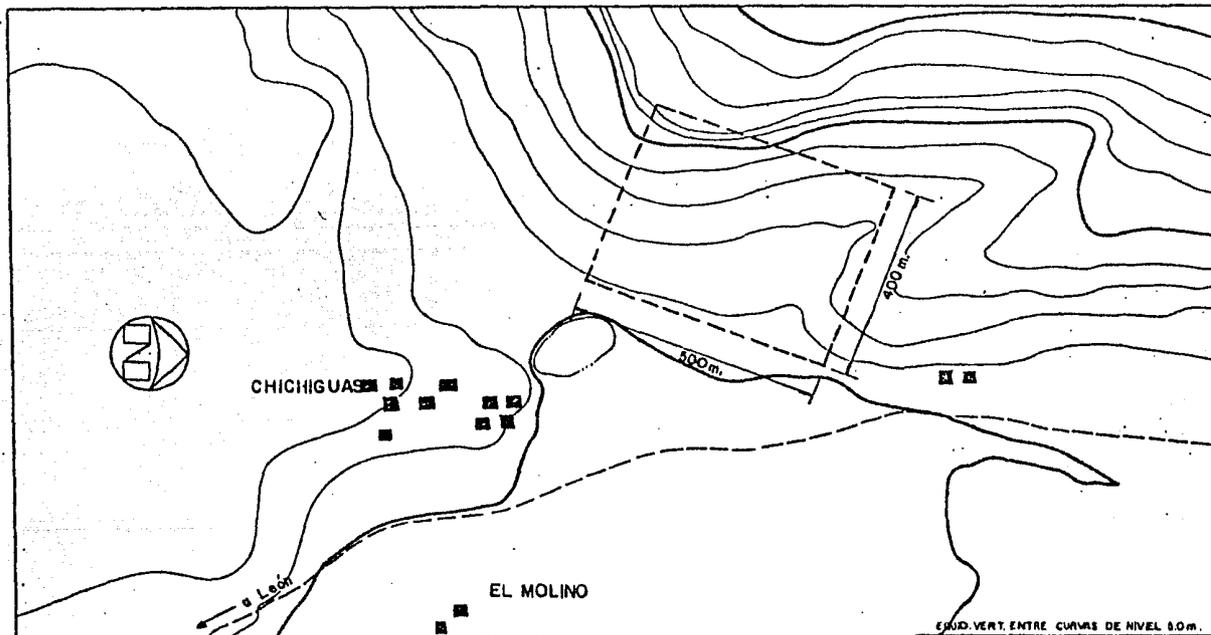
	PROYECTO	ESPECIFICACION
ESTABILIDAD	1240	700
FLUJO	4.2	2-4
% DE VACIOS	0.5	3-5
% DE HUECOS OCUPADOS POR ASFALTO	98	75-82

SONDEO	LIMITE S			C.L.	GRANULOMETRIA			CLASIFICACION S.A.H.O.P.	E. A. (%)	PORTER ESTANDAR			W _{opt.} (%)	VALOR CEMENTANTE (KG/CM ²)
	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)		G (%)	A (%)	F (%)			V. R. S. (%)	% DE EXP.	d _{max} (KG/M ³)		
S-1	—	—	—	—	85	14	1	GP	—	—	—	—	—	—
S-2	28	10	18	3.2	64	29	7	GW-GC	54	129	0.10	2137	8.4	13.4
S-3	28	13	15	3.0	63	31	6	GW-GC	43	140	0.11	2105	8.3	11.0
S-4	28	12	16	3.2	65	28	7	GW-GC	48	121	0.12	2111	8.5	12.0

PRUEBA PARA CONCRETO ASFALTICO

G (%) = 45
 A (%) = 47
 F (%) = 8
 CLASIFICACION PETROGRAFICA: ANDESITA CON OLIVINO
 DENSIDAD: 2.7
 ABSORCION (%) = 1.3
 EQUIVALENTE DE ARENA (%) = 73
 % DE DESGASTE = 12.5
 INTERPERISMO ACELERADO (%) = 8.85
 FORMA DE PARTICULAS ALARGADAS (%) = 39
 FORMA DE PARTICULAS PLANAS (%) = 50
 TIPO DE ASFALTO: C.A. N°6
 CONTENIDO OPTIMO DE ASFALTO (%) = 6.0
 P.V.M. EN MEZCLA COMPACTADA (KG/M³) = 2400
 ADHERENCIA: BUENA

TABLA N° 17



BANCO "CHICHIGUAS"		
LOCALIZACION	CLASIFICACION GEOLOGICA	VOLUMEN (m ³)
5.0 Km. al norte de la Ciudad de León, por el antiguo camino a Hacienda de Arriba, pasando por la presa El Palote.	Andesita poco a medianamente intemperizada, fracturada (Rie)	3'000,000

ESQD. VERT. ENTRE CURVAS DE NIVEL 50m.

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO. BANCO DE MATERIAL PARA BASE Y CONCRETO ASFALTICO		
TESIS PROFESIONAL		
M.G.N.	1982	PLANO N°7

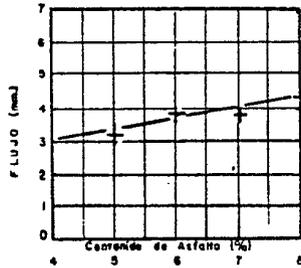
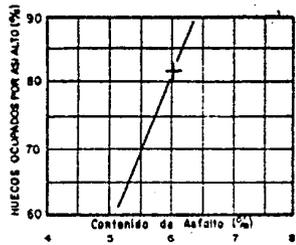
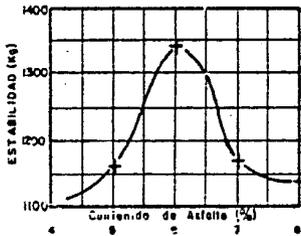
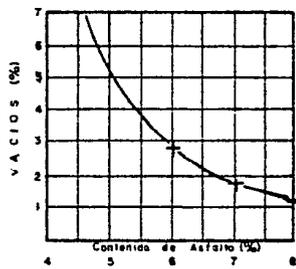
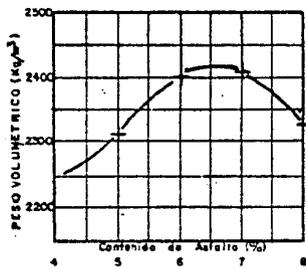
OBRA: NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
 ENSAYE N° 108
 BANCO CHICHIGUAS N° 4
 DESCRIPCION: PRUEBA MARSHALL PARA CONCRETO ASFALTICO

FACULTAD DE INGENIERIA

NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
 PRUEBA MARSHALL

TESIS PROFESIONAL

M.S.N. 1082 FIGURA N° 6



PROYECTO ESPECIFICACION

ESTABILIDAD	1360	700
FLUJO	3.8	2-4
% DE VACIOS	2.8	3-5
% DE HUECOS OCUPADOS POR ASFALTO	83	75-82

C A P I T U L O IV

DATOS PARA PROYECTO

IV-1 INTRODUCCION

IV-2 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LOS ELEMENTOS DE CIRCULACION DEL NUEVO AEROPUERTO DE LEON, GUANAJUATO.

IV-3 TIPOS DE AERONAVES Y CONDICIONES DE OPERACION

IV-4 PARAMETROS DE RESISTENCIA

IV-5 DETERMINACION DE LA CARGA EQUIVALENTE

IV-1 INTRODUCCION

"PARA EL PROYECTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE, TODAS LAS VARIABLES DEL TRANSITO DEBEN REDUCIRSE A UN CONCEPTO CONSTANTE O QUE, POR LO MENOS, PUEDA SER MANEJADO CON LAS FORMULAS MATEMATICAS."³ HVEEM DISTINGUIO UN CONJUNTO DE FACTORES QUE EJERCEN INFLUENCIA DENTRO DE UN CONCEPTO DENOMINADO "CARGA DE TRANSITO" COMO SE INDICA A CONTINUACION :

FACTORES PRINCIPALES

CARGA TRANSMITIDA POR LAS RUEDAS.
 AREA DE INFLUENCIA DE LA CARGA.
 NUMERO DE REPETICIONES DE LA CARGA.
 VELOCIDAD.

FACTORES SECUNDARIOS

AREA DE CONTACTO DE LA LLANTA, QUE DETERMINA LA PRESION DE CONTACTO.
 NUMERO DE LLANTAS EN EL TREN PRINCIPAL - DE ATERRIZAJE.
 ESPACIAMIENTO ENTRE EJES, ETC.

PARA EL PROYECTO DE LOS PAVIMENTOS EN AEROPUERTOS, SE DEBE CONSIDERAR EL AVION CRITICO; EL CUAL ES AQUEL CUYO TREN DE ATERRIZAJE TRANSMITA LA CARGA MAS PESADA Y OCASIONE LOS MAYORES ESFUERZOS EN EL PAVIMENTO, POR Q TRO LADO SE NECESITA ESTABLECER UNA EQUIVALENCIA EN--

- 3.- ALFONSO RICO Y HERMILO DEL CASTILLO. LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES. VOL. 2 CARRETERAS, FERROCARRILES Y AEROPISTAS (P.P.117,8). Ed. LIMUSA Mex. D. F. 1978.

TRE LA CARGA REAL TRANSMITIDA Y UNA CARGA IDEAL; PARA DETERMINAR TAL EQUIVALENCIA SE LLEGA POR MEDIO DE LA CARGA EQUIVALENTE, LA CUAL SE INDICARA MAS ADELANTE.

LAS APLICACIONES DE LA CARGA DEL TRANSITO SUELEN REFERIRSE AL CONCEPTO DE REPETICION DE CARGA, EN EL CASO DE LOS AEROPUERTOS ES ACTUALMENTE MAS UTILIZADO EL -- CONCEPTO DE CUBRIMIENTOS.

"UN CUBRIMIENTO ES EL NUMERO DE PASADAS DE UNA RUEDA-QUE ES PRECISO EFECTUAR PARA CUBRIR POR COMPLETO EL - TERCIO CENTRAL DE LA PISTA CON TRAYECTORIAS PARALELAS DEL NUMERO DE PASADAS DE LA CARGA, RELACIONANDO EL ANCHO DE LA FAJA EN CONSIDERACION, EL ARREGLO Y DISPOSICION DE LAS RUEDAS, EL ANCHO DEL AREA DE CONTACTO DE CADA LLANTA Y LA DISTRIBUCION DEL TRANSITO; EN LA TABLA No. 18 SE INDICA EN NUMERO DE CUBRIMIENTOS QUE ES COMUN CONSIDERARSE COMO VALOR DE PROYECTO, SEGUN LA - INTENSIDAD Y CANALIZACION DEL TRANSITO."⁴

NUMERO DE CUBRIMIENTOS PARA PROYECTO DE AEROPISTAS

CONDICIONES DEL AEROPUERTO	No. DE CUBRIMIEN TOS A CONSIDERAR
TRANSITO MUY INTENSAMENTE CANALIZADO	25,000
CAPACIDAD DE OPERACION NORMAL	5,000
OPERACION LIMITADA	3,000
OPERACION MINIMA	200
OPERACION DE EMERGENCIA	40

T A B L A No. 18

4.- ALFONSO RICO Y HERMILO DEL CASTILLO. LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES. VOL. 2 CARRETERAS, FERROCARRILES Y AEROPISTAS (P.P. 119).- Ed. LIMUSA Mex. D. F. 1978

LA VELOCIDAD DE LA CARGA EJERCE INFLUENCIA EN EL PAVIMENTO; EN GENERAL LAS CARGAS ESTATICAS O LENTAS PRODUCEN MAYOR DETERIORO QUE LAS MAS RAPIDAS, POR LO QUE, - LOS PAVIMENTOS EN LAS CALLES DE RODAJE, CABECERAS Y - PLATAFORMAS DE LOS AEROPUERTOS HAN DE SER MAS RESIS-- TENTES QUE LOS DEL CENTRO DE LAS PISTAS.

LO REFERENTE A LOS FACTORES SECUNDARIOS SON DE GRAN - IMPORTANCIA PARA DETERMINAR LA CARGA EQUIVALENTE, LA CUAL SE INDICA MAS ADELANTE. LOS DATOS REFERENTES A ESTOS FACTORES SE INDICAN EN LA FIGURA No. 16.

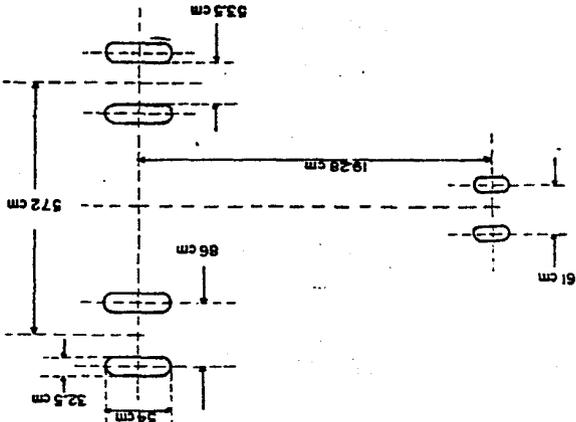
IV-2 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LOS ELEMENTOS DE CIRCULACION DEL NUEVO AEROPUERTO DE LEON, GUANAJUATO.

ATENDIENDO A LA INFORMACION PROPORCIONADA POR EL DE-- PARTAMENTO DE PROYECTOS CIVILES DE LA DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS, LA GEOMETRIA DE LOS ELEMENTOS DE CIRCULACION SON: UNA PISTA (12 - 30) DE 3000 M. X 45 M. DOS ACCESOS ENTRE PISTA Y PLATAFORMA DE OPERACIONES DE APROXIMADAMENTE 420 M. X 23 M. CADA UNO, PLATAFORMA DE OPERACIONES DE 180 M. X 90 M. Y PLATAFORMA - DE AVIONETAS DE LAS MISMAS DIMENSIONES QUE LA PRINCIPAL, TODAS ESTAS DIMENSIONES SE MUESTRAN EN EL PLANO- No. 3.

IV-3 TIPOS DE AERONAVES Y CONDICIONES DE OPERACION.

EN TODOS LOS ELEMENTOS A EXCEPCION DE LA PLATAFORMA - DE AVIONETAS, PARA EL DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS EL - - AVION CRITICO QUE SE CONSIDERARA ES LA AERONAVE BOEING 727 - 200, CON PESO MAXIMO AL DESPEGUE DE 78.5 TONELADAS (173,000 LB) Y UNA CONDICION DE OPERACION EQUIVALENTE A 5,000 CUBRIMIENTOS.

TIPO DE AERONAVE		BOEING 727-200		DC-3	
PESO MAXIMO AL DESPEGUE (TON)		78.5		122	
DISTRIBUCION DE		MAYIZ		0.8	
LA CARGA (TON)		TRM PRINCIPAL		72.2	
PRESION DE LAS LLANTAS (kg/cm ²)		118		3.8	
AREA DE CONTACTO POR RUEDA (cm ²)		1530		1887	
GEOMETRIA DEL		S		88	
TREN DE ATERRIZAJE		L		54	
PRINCIPAL (cm)		W		34	
DISPOSICION DE LAS LLANTAS					



U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 NYD AEROPUERTO DE LEON GTO.
 CARACTERISTICAS DEL AVION CRITICO
 TESIS PROFESIONAL
 M.G.N. 1982 FIGURA N°16

PARA LA PLATAFORMA DE AVIONETAS Y ACCESOS ENTRE PLATAFORMAS SE CONSIDERARA COMO AERONAVE DE DISEÑO EL AVION TIPO DC-3, PARA UNA CONDICION DE OPERACION EQUIVALENTE A 5,000 CUBRIMIENTOS.

PARA EL CAMINO DE ACCESO SE CONSIDERARA UNA INTENSIDAD DE TRANSITO DE 1,000 A 2,000 VEHICULOS AL DIA EN AMBOS SENTIDOS, CON UNA CAPACIDAD IGUAL O SUPERIOR A TRES TONELADAS METRICAS.

IV-4 PARAMETROS DE RESISTENCIA

TERRENO DE CIMENTACION: VALOR RELATIVO DE SOPORTE PARA UNA CONDICION DE COMPACTACION DEL 90% IGUAL A 4%. VALOR RELATIVO DE SOPORTE PARA UNA CONDICION DE COMPACTACION DEL 95% IGUAL A 6.5%.

CUERPO DE TERRAPLEN : VALOR RELATIVO DE SOPORTE PARA UNA CONDICION DE COMPACTACION DEL 95% IGUAL A 8.5%.

CAPA SUBRASANTE : VALOR RELATIVO DE SOPORTE PARA UNA CONDICION DE COMPACTACION DEL 100% IGUAL A 17%.

MATERIAL OBTENIDO DEL BANCO DEL AEROPUERTO : VALOR RELATIVO DE SOPORTE PARA UNA COMPACTACION DEL 95% - ESTA COMPRENDIDO ENTRE 8.5% Y 35% Y PARA UNA CONDICION DE COMPACTACION DEL 100% ESTA COMPRENDIDO ENTRE EL 17% Y EL 47%.

MATERIAL OBTENIDO DEL
BANCO LOS SAUCES : VALOR RELATIVO DE SOPORTE ES-
TANDAR ESTA COMPRENDIDO ENTRE
108% Y 133%.

MATERIAL OBTENIDO DEL
BANCO DE CONCRETOS --
DEL BAJIO : VALOR RELATIVO DE SOPORTE ES-
TANDAR ESTA COMPRENDIDO ENTRE
110% Y 139%, Y PRESENTA UNA -
ESTABILIDAD DE 1240 KG. PARA-
UN CONTENIDO DE CEMENTO ASFAL-
TICO No. 6 DE 6%.

MATERIAL OBTENIDO DEL
BANCO CHICHIGUAS : VALOR RELATIVO DE SOPORTE ES-
TANDAR ESTA COMPRENDIDO ENTRE
121% Y 140% Y PRESENTA UNA ES-
TABILIDAD DE 1360 KG. PARA UN
CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTI-
CO No. 6 DE 6%.

IV-5 DETERMINACION DE LA CARGA EQUIVALENTE

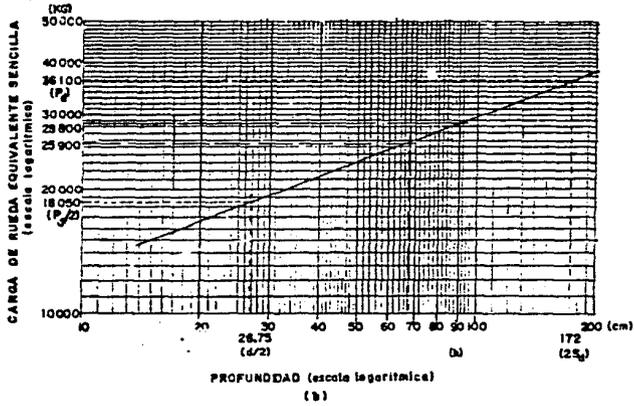
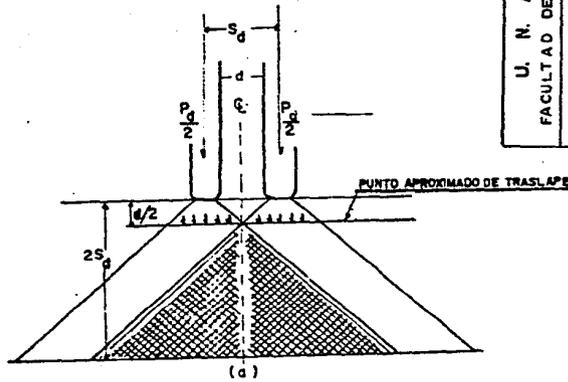
PARA DETERMINAR LA CARGA EQUIVALENTE SE SIGUEN DOS --
CRITERIOS QUE SON: SE BUSCA LA RUEDA SIMPLE QUE PRO--
DUZCA A UNA CIERTA PROFUNDIDAD LOS MISMOS ESFUERZOS -
VERTICALES QUE EL SISTEMA DE LLANTAS DEL AVION O LA -
QUE PRODUZCA LAS MISMAS DEFORMACIONES, PARA FINES DE
ESTE TRABAJO SE UTILIZARA EL PRIMER CRITERIO; ESTE A-
NALISIS ES DESDE UN PUNTO ESTRICTAMENTE TEORICO, YA -
QUE LAS CONSIDERACIONES SUPUESTAS EN LOS CALCULOS TIE-
NEN FUERTES LIMITACIONES, UNA DE ELLAS ES LA CONSIDE-
RACION DE QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ES UNA MASA-
HOMOGENEA, SIN EMBARGO EL ANALISIS POSTERIOR COMPROBO

QUE ESTA DE ACUERDO CON PRUEBAS EFECTUADAS SUBSIGUIEN-
TEMENTE A ESCALA NATURAL. LA FIGURA No. 17 ILUSTR-
EL CONCEPTO DEL MENCIONADO ANALISIS.

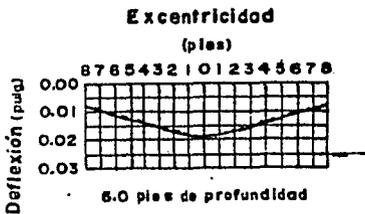
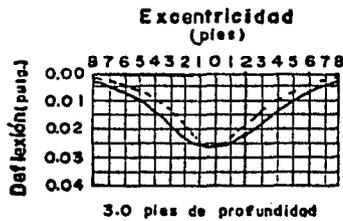
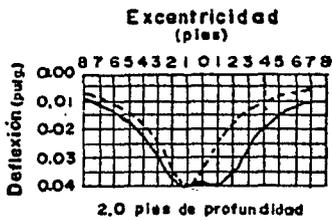
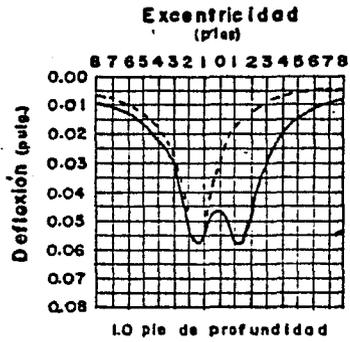
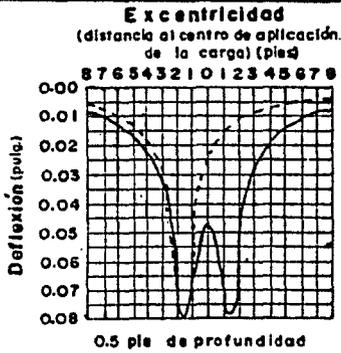
LA CARGA TOTAL DE LA PIERNA CON RUEDAS DOBLES (TANDEM)
ES " P_D "; LA DISTANCIA ENTRE LAS RUEDAS ES " S_D " CENTRO
A CENTRO Y " d " ENTRE LAS CARAS INTERIORES. DEBIDO A
LA FORMA DEL BULBO DE ESFUERZOS SE SUPUSO QUE A PRO-
FUNDIDADES MENORES QUE " $d/2$ " NO OCURRIA TRASLAPE DE -
ESFUERZOS, POR LO QUE EL ESFUERZO PROVOCADO A ESA PRO-
FUNDIDAD ES EL DEBIDO AL DE UNA SOLA RUEDA CON CARGA-
" $P_D/2$ ". POR OTRA PARTE A UNA PROFUNDIDAD DE APROXIMA-
DAMENTE " $2S_D$ " EL EFECTO DEL TRASLAPE DE ESFUERZOS ES
EQUIVALENTE AL PROVOCADO POR UNA RUEDA SENCILLA CON -
CARGA " P_D ". SE SUPUSO QUE LAS CARGAS EQUIVALENTES CO-
RRESPONDIENTES A PROFUNDIDADES INTERMEDIAS ENTRE " $d/2$ "
Y " $2S_D$ " TIENEN UNA VARIACION LINEAL CUANDO SE GRAFI-
CAN EN ESCALAS LOGARITMICAS COMO SE INDICA EN LA FIGU-
RA No. 17B. COMO PARTE DEL ANALISIS, EL CUERPO DE IN-
GENIEROS DE NORTEAMERICA CONSIDERO RAZONABLE TOMAR CO-
MO CRITERIO DE FALLA DE UN PAVIMENTO EL ESFUERZO CRIT-
TICO; COMO NO HABIA DATOS DISPONIBLES DE ESFUERZOS SE
CONSIDERO QUE LA PENDIENTE O RELACION DE CAMBIO DE DE-
FLEXION CONTRA DISTANCIA AL CENTRO DE APLICACION DE -
LA CARGA ERA UN INDICE RAZONABLE DEL ESFUERZO CRITICO.

POR MEDIO DE LA TEORIA DE BOUSSINESQ SE CALCULARON --
CURVAS DE DEFLEXION CONTRA DISTANCIA AL CENTRO DE A--
PLICACION (EXCENTRICIDAD) TANTO PARA CARGAS SENCILLAS
COMO PARA CARGAS DOBLES. LAS PRUEBAS EFECTUADAS CON-
FIRMARON LA VALIDEZ DE LOS CALCULOS TEORICOS. SE EN-
CONTRO QUE SIN EXCEPCION LAS PENDIENTES DE LAS CURVAS
DE DEFLEXION PARA LAS CARGAS SENCILLAS ERAN IGUALES O
MAYORES QUE PARA LAS CARGAS DOBLES, COMO SE MUESTRA -
EN LA FIGURA No. 18. CON DICHO ANALISIS SE DEMOSTRO-
QUE UNA CARGA SENCILLA OCASIONA LA MISMA DEFORMACION-

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.
 TESIS PROFESIONAL
 M.G.N. 1982 FIGURA N°17



ANALISIS DE CARGA DE RUEDA EQUIVALENTE SENCILLA
 PARA ESFUERZOS VERTICALES IGUALES EN LA SUBRASANTE
 (E. J. Yoder y M. W. Witzczak)



SIMBOLOGIA

- Deflexiones con carga doble.
- - - Deflexiones con carga sencilla.

NOTA: Placa de 250 pulg.², 30 pies de separación, las deflexiones por carga sencilla fueron incrementadas para hacer iguales las deflexiones máximas de cargas sencilla y doble.

Relación de Poisson=0.3
Módulo de Elasticidad=18,000 lb/pulg.²
Carga en la superficie=100 lb/pulg.²

Comparación teórica de los perfiles de deflexión para ruedas sencillas y dobles

(Cuerpo de Ingenieros Estación experimental Waterways)

U. N. A. N.	FACULTAD DE INGENIERIA	MIA AEROPUERTO DE LEON GTO
TEBIS PROFESIONAL		
MUN.	1902	FIGURA N°18

(DEFLEXION) MAXIMA QUE UNA CARGA DE RUEDAS MULTIPLES Y QUE PUEDE PRODUCIR ESFUERZOS IGUALES O AUN MAYORES EN LA CIMENTACION EN COMPARACION CON LA CARGA DE RUEDAS - MULTIPLES. PARA PROPOSITOS DE DISEÑO LA CARGA DE RUEDA SENCILLA PUEDE SER CONSIDERADA EQUIVALENTE A LA CARGA DE RUEDAS MULTIPLES; DE ESTA MANERA SE INTRODUJO EL CONCEPTO DE CARGA DE RUEDA EQUIVALENTE SENCILLA. UNA VEZ INDICADO EL PROCEDIMIENTO OBTENEMOS LA CARGA EQUIVALENTE NUMERICAMENTE.

DE LA FIGURA NO. 16 OBTENEMOS LA CARGA EN EL TREN PRINCIPAL, QUE VALE 72,200 KG. POR LO QUE LA CARGA POR - - PIERNA ES DE 36,100 KG. Y LA PRESION DE CONTACTO ES DE 11.81 KG/CM².

LA CARGA POR RUEDA ES DE :

$$W_R = \frac{36100}{2} = 18500 \text{ KG.}$$

EL AREA DE CONTACTO POR RUEDA ES :

$$A_C = \frac{18500}{11.81} = 1566.5 \text{ CM}^2.$$

SE OBTENDRA LA CARGA MAXIMA DE RUEDA EQUIVALENTE SENCILLA A PROFUNDIDADES DE TRES Y CUATRO VECES EL RADIO -- DEL AREA DE CONTACTO DE CADA RUEDA, (SUPONGAMOS QUE EL AREA DE CONTACTO DE LA LLANTA ES UN CIRCULO).

EL RADIO DEL AREA DE CONTACTO ES :

$$R = \frac{A_C}{\pi} = \frac{1566.5}{3.1416} = 22.33 \text{ CM.}$$

$$Y : 3R = 3(22.33) = 66.99 = 67 \text{ cm.}$$

$$4R = 4(22.33) = 89.32 = 90 \text{ cm.}$$

$$E_A = \frac{S_D}{R} = \frac{86}{22.33} = 3.851$$

$$E_B = \frac{S_D}{2R} = \frac{86}{2(22.33)} = 1.926$$

LA LOCALIZACION DE LA MAXIMA DEFLEXION A LAS PROFUNDIDADES ANTES MENCIONADAS, QUE PARA ESTE CASO PARTICULAR SE LOCALIZA EN CUALQUIERA DE LOS DOS PUNTOS INDICADOS EN LA FIGURA NO. 19 COMO "A" Y "B".

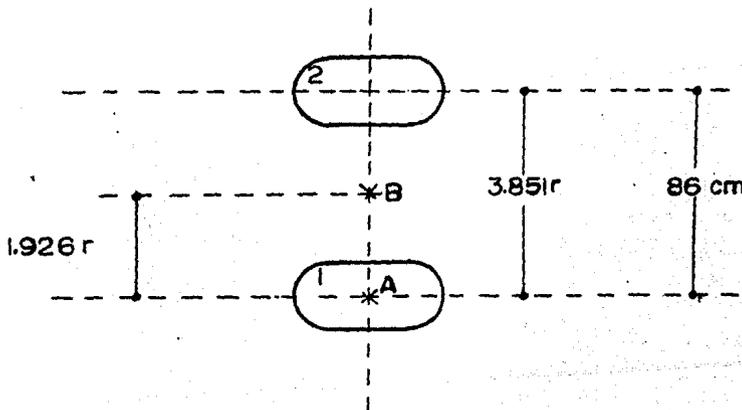


FIGURA No. 19

EN UN MEDIO ELASTICO LA DEFLEXION "W" ESTA DADA POR -
LA ECUACION :

$$W = \frac{P R F}{E_M}$$

EN DONDE: P = PRESION

E_M = MODULO DE ELASTICIDAD

F = FACTOR DE DEFLEXION (OBTENIDO DE LA FIGURA No. 20)

R = RADIO DEL AREA DE CONTACTO

UTILIZANDO LOS SUBINDICES "S" PARA RUEDA SENCILLA Y -
"D" PARA RUEDA DOBLE SE TIENE :

$$W_S = \frac{R_S P_S F_S}{E_M} \quad Y \quad W_D = \frac{R_D P_D F_D}{E_M}$$

COMO $W_S = W_D$ Y $R_S = R_D$

$$\text{DE TIENE : } \frac{P_S}{P_D} = \frac{F_D}{F_S} \quad \text{Ec. } \underline{\text{IV-1}}$$

EL AREA DE CONTACTO DE LA RUEDA SENCILLA ES IGUAL AL-
AREA DE CONTACTO DE UNA DE LAS RUEDAS DOBLES, ENTON--
CES :

$$\frac{P_S}{P_D} = \frac{F_D}{F_S}$$

EN DONDE : P_S = CARGA DE RUEDA SENCILLA,

P_D = CARGA DE UNA DE LAS RUEDAS DOBLES,

LO QUE SIGNIFICA QUE LA RELACION ENTRE LA CARGA EQUIVALENTE DE RUEDA SENCILLA Y LA CARGA DE UNA DE LAS -- RUEDAS DOBLES ES IGUAL A LA INVERSA DE LOS MAXIMOS -- FACTORES DE DEFLEXION.

LOS FACTORES DE DEFLEXION SE OBTIENEN DE LA FIGURA NO 20 Y SE INDICAN EN LA TABLA No. 19, LOS FACTORES DE DEFLEXION CRITICOS SE HAN RESUMIDO EN LA TABLA No. 20,

LA CARGA EQUIVALENTE DE RUEDA SENCILLA A LA PROFUNDIDAD DE 67 CM. (CON BASE A LA ECUACION IV-1) ES :

$$18,500 \times 1.431 = 26,474 \text{ kg.}$$

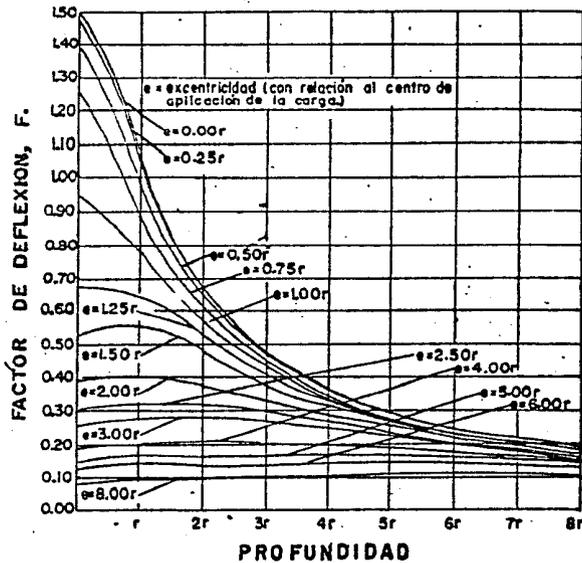
LA CARGA EQUIVALENTE DE RUEDA SENCILLA A LA PROFUNDIDAD DE 90 CM. (CON BASE A LA ECUACION IV-1) ES :

$$18,500 \times 1.575 = 29,130 \text{ kg.}$$

LA CARGA EQUIVALENTE DE RUEDA SENCILLA A LA PROFUNDIDAD DE 90 CM. (CON BASE A LA FIGURA No. 17-B) ES DE - 28,800 kg.

EN BASE EN LAS CARGAS INDICADAS SE TOMARA COMO CARGA-EQUIVALENTE A :

$$P = 29,000 \text{ kg.}$$



$$w = \frac{prF}{E_m}$$

w = deflexión vertical (pulg)

r = radio del área circular de carga (pulg)

E_m = módulo de elasticidad (lb/pulg²)

F = factor de deflexión.

Z = profundidad (pulg)

p = presión en la superficie de contacto (lb/pulg²).

NOTA: Para puntos bajo el centro del área circular

$$(\text{excentricidad} = 0.00r): F = \frac{3r}{2\sqrt{Z^2 + r^2}}$$

FACTORES DE DEFLEXION PARA UNA CARGA UNIFORME DE RADIO "r"
RELACION DE POISSON=0.5. (Cuerpo de Ingenieros, Estacion experimental
Waterways.)

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

NVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.

TESIS PROFESIONAL

M.O.N. 1982 FIGURA N°20

Factores de deflexión para pierna con tandem

Profundidad	Rueda	Punto A		Punto A	
		Excentricidad	F	Excentricidad	F
3r (67 cm)	1	0.00r	0.475	1.926r	0.335
3r (67 cm)	2	3.85r	0.205	1.926r	0.335
Σ			0.680		0.670
4r (90 cm)	1	0.00r	0.362	1.926r	0.285
4r (90 cm)	2	3.85r	0.200	1.926r	0.285
Σ			0.562		0.570

T A B L A N°19

Profundidad	Factor de deflexión crítico		Relación de cargas
	Rueda sencilla	Rueda tandem	Ruedas tandem ÷ Rueda sencilla
3r (67 cm)	0.475	0.680	1.431
4r (90 cm)	0.362	0.570	1.575

T A B L A N°20

C A P I T U L O V

DISEÑO DE PAVIMENTOS

- V-1 INTRODUCCION
- V-2 TERRACERIAS Y CAPA SUBRASANTE
- V-3 SUB-BASE
- V-4 B A S E
- V-5 SUPERFICIE DE RODAMIENTO
- V-6 DISEÑO DE PAVIMENTOS
- V-7 ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO DE LA PISTA 12-30 DEL NUEVO AEROPUERTO DE LEON, GUANAJUATO.

V-1 INTRODUCCION

PRIMERAMENTE DEFINIREMOS LO QUE ES UN PAVIMENTO: "UN PAVIMENTO SE PUEDE DEFINIR COMO LA CAPA O CONJUNTO DE CAPAS DE MATERIALES APROPIADOS, COMPRENDIDA(S) ENTRE EL NIVEL SUPERIOR DE LAS TERRACERIAS Y LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO, CUYAS PRINCIPALES FUNCIONES SON LAS DE TRANSMITIR ADECUADAMENTE A LAS TERRACERIAS LOS ESFUERZOS PRODUCIDOS POR LAS CARGAS IMPUESTAS POR EL TRANSITO, ADICIONALMENTE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO DEBERA SER UNIFORME, DE COLOR Y TEXTURA ADECUADA, RESISTENTE A LA ACCION DEL TRANSITO AL INTERPERISMO Y A OTROS AGENTES PERJUDICIALES.

LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO PROPIAMENTE DICHO PUEDE SER UNA CARPETA ASFALTICA, UNA LOSA DE CONCRETO HIDRAULICO O ESTAR FORMADA POR ACUMULACIONES DE MATERIALES PETREOS COMPACTADOS. DE UN MODO BASTANTE ARBITRARIO Y CON FINES FUNDAMENTALMENTE PRACTICOS; LOS PAVIMENTOS SE DIVIDEN EN FLEXIBLES Y RIGIDOS; LOS PAVIMENTOS SE DIFERENCIAN Y SE DEFINEN EN TERMINOS DE LOS MATERIALES DE QUE ESTAN CONSTITUIDOS Y DE COMO SE ESTRUCTURAN Y NO POR LA FORMA EN COMO DISTRIBUYEN LOS ESFUERZOS Y LAS DEFORMACIONES PRODUCIDAS POR EL TRANSITO EN LAS CAPAS INFERIORES.

PARA FINES DE ESTE TRABAJO SE CONSIDERARA UN PAVIMENTO RIGIDO AQUEL CUYO ELEMENTO FUNDAMENTAL RESISTENTE SEA UNA LOSA DE CONCRETO HIDRAULICO; EN CUALQUIER OTRO CASO, EL PAVIMENTO SE CONSIDERARA FLEXIBLE.

LA FUNCION ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO ES LA DE TRANSMITIR ADECUADAMENTE LOS ESFUERZOS A LA SUBRASANTE, DE TAL MANERA QUE ESTA NO SUFRA DEFORMACIONES MAYORES A LAS PERMISIBLES.

A CONTINUACION SE INDICARA EN QUE CONSISTE LA TERRACE

RIA, CAPA SUBRASANTE Y TODAS LAS PARTES QUE COMPONEN UN PAVIMENTO, COMO SON SUB-BASE, BASE Y CARPETA DE RODAMIENTO, INDICANDO SU FUNCION Y ESTRUCTURA.

V-2 TERRACERIAS Y CAPA SUBRASANTE

LAS TERRACERIAS CONSTITUYEN TODOS LOS MATERIALES QUE SE EJECUTEN DE CORTES Y TERRAPLENES EN UNA OBRA VIAL-HASTA ALCANZAR EL NIVEL DE LA SUBRASANTE.

LOS COMPONENTES DE LAS TERRACERIAS ESTAN CONSTITUIDOS POR CUALQUIER TIPO DE SUELO, EXCEPTUANDO LOS QUE CONTIENEN MATERIAS ORGANICAS EN ALTO PORCENTAJE, AQUELLOS CUYO REBOTE ELASTICO SEA IMPORTANTE, PRODUCIENDO DEFORMACIONES EXCESIVAS EN LAS CAPAS SUPERIORES; ENTRE OTROS SUELOS QUE NO SON RECOMENDABLES SON: MH, OH, Y CH CUANDO SU LIMITE LIQUIDO ES MAYOR QUE 100% Y TAMBIEN LA TURBA (P_T).

CUANDO EL MATERIAL DE LAS TERRACERIAS ES DE MALA CALIDAD, ESTO OBLIGARA AL USO DE PAVIMENTOS DE GRAN ESPESOR, QUE LOGREN QUE LOS ESFUERZOS TRANSMITIDOS LLEGUEN A NIVELES SUFICIENTEMENTE BAJOS POR LO QUE EL DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS SE HACE ANTIECONOMICOS POR LO QUE ES NECESARIO COLOCAR UNA CAPA DE MATERIAL HACIENDOLE LOS TRATAMIENTOS NECESARIOS PARA MEJORAR SU CALIDAD, A ESTA CAPA SE LE CONOCE CON EL NOMBRE DE SUBRASANTE.

BAJO LA SUBRASANTE APARECE EL MATERIAL CONVENCIONAL DE LA TERRACERIA, TRATADO MECANICAMENTE EN LA ACTUALIDAD CASI SIN EXCEPCION, POR LO MENOS EN LO REFERENTE A COMPACTACION.

LA S.A.H.O.P. ESTABLECE COMO ESPESOR MINIMO DE LA CAPA SUBRASANTE DE 50 CM., QUE NO DEBE TENER PARTICULAS MAYORES DE 7.6 CM. (3"), ESPECIFICA UN GRADO DE COMPACTACION MINIMO DE 100% Y FINALMENTE EXIGE UN VALOR RE-

LATIVO DE SOPORTE MINIMO DEL 5% CON EL MATERIAL EN --
CONDICION SATURADA Y PROHIBE EN TERMINOS GENERALES EL
USO DE CUALQUIER MATERIAL MH, CH, OH Y P_T.

V-3 SUB - BASE

LOS MATERIALES EMPLEADOS EN ESTA CAPA SON DE MEJOR CA
LIDAD QUE DE LOS DE LA CAPA SUBRASANTE Y POR TAL MOTI
VO, SU COSTO ES MAYOR, IGUAL SUCEDE CON LOS MATERIA--
LES QUE CONSTITUYEN LA BASE CON RESPECTO A LOS DE LA
SU-BASE Y DE LA CARPETA DE RODAMIENTO CON RESPECTO A
LOS DE LA BASE.

LAS FUNCIONES QUE DEBE DE CUMPLIR LA SUB-BASE SON LAS
SIGUIENTES :

- A) LA PRIMERA FUNCION DE LA SUB-BASE CONSISTE EN SER
VIR DE TRANSICION ENTRE EL MATERIAL DE LA BASE, GENE
RALMENTE GRANULAR GRUESO Y EL DE LA SUB-RASANTE, QUE
TIENDE A SER MUCHO MAS FINO.
- B) ACTUAR COMO FILTRO DE LA BASE E IMPIDIENDO SU IN--
CRUSTACION EN LA SUBRASANTE.
- C) ABSORVER LAS DEFORMACIONES PERJUDICIALES EN LA SU
BRASANTE; POR EJEMPLO, CAMBIOS VOLUMETRICOS ASOCIADOS
A CAMBIOS DE HUMEDAD, QUE PODRIAN LLEGAR A REFLEJARSE
EN LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO.
- D) ACTUAR COMO DREN PARA DESALOJAR EL AGUA QUE SE IN
FILTRARE DESDE ARRIBA Y PARA IMPEDIR LA ASCENSION CAPI
LAR HACIA LA BASE, DE AGUA PROCEDENTE DE LA TERRACE--
RIA.

DE TODAS LAS FUNCIONES MENCIONADAS, LA ESTRUCTURAL Y
LA ECONOMICA, EXISTEN EN TODAS LAS SUB-BASES; LAS O--
TRAS DEPENDEN UN TANTO DE LAS CIRCUNSTANCIAS DEL CASO
Y DE LA CALIDAD DEL MATERIAL QUE SE UTILICE EN LA PRO

PIA SUB-BASE.

LA SUB-BASE REPRESENTA LA CAPA DE MATERIAL SELECCIONADO, COMPRENDIDO ENTRE LA CAPA SUBRASANTE Y LA BASE; - LOS MATERIALES SELECCIONADOS SE CLASIFICAN COMO A CONTINUACION SE INDICA :

- A) MATERIALES NATURALES QUE NO REQUIEREN NINGUN TRATAMIENTO DE TRITURACION O CRIBADO.
- B) MATERIALES NATURALES QUE REQUIEREN UN TRATAMIENTO- PREVIAMENTE A TRITURACION O CRIBADO.
- C) MEZCLAS DE DOS O MAS MATERIALES QUE SE MENCIONAN - EN LOS INCISOS ANTERIORES.

LOS MATERIALES EMPLEADOS EN ESTA CAPA SON DE MEJOR CALIDAD Y DEBEN DE CUMPLIR LOS SIGUIENTES REQUISITOS :

- 1) GRANULOMETRIA.- LA CURVA GRANULOMETRICA DEL MATERIAL DEBE DE QUEDAR COMPRENDIDA ENTRE EL LIMITE INFERIOR DE LA ZONA 1 Y EL SUPERIOR DE LA ZONA 3, COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 12 (COMPOSICION DE CURVA GRANULOMETRICA PARA MATERIAL OBTENIDO DEL BANCO LOS SAUCES); ADEMAS, DEBERA ADOPTAR UNA FORMA SEMEJANTE A LA DE LAS CURVAS QUE LIMITAN DICHAS ZONAS, SIN PRESENTAR CAMBIOS BRUSCOS DE CURVATURA; ADEMAS, LA RELACION DEL PORCENTAJE EN PESO, QUE PASE LA MALLA No. 200 AL QUE PASE LA MALLA No. 40 NO DEBERA EXCEDER DE 0.65, Y EL TAMAÑO MAXIMO DEL MATERIAL SE LIMITA A 51 MM. (2").
- 2) EL EQUIVALENTE DE ARENA, EL VALOR RELATIVO DE SOPORTE Y LA CONTRACCION LINEAL DEBEN CUMPLIR LOS REQUISITOS QUE SE INDICAN A CONTINUACION :

CARACTERISTICAS	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRIA		
	1	2	3
EQUIVALENTE DE ARENA EN %.	35 MIN.	35 MIN.	35 MIN.
V.R.S. ESTANDAR SATURADO EN %.	50 MIN.	50 MIN.	50 MIN.
CONTRACCION LINEAL - EN %.	6.0 MAX.	4.5 MAX.	3.0 MAX.

LAS CUALIDADES PRINCIPALES QUE CONVIENE BUSCAR EN MATERIALES PARA SUB-BASE SON LAS DE RESISTENCIA FRICCIONANTE Y LA CAPACIDAD DRENANTE.

V-4 BASE

LA BASE, ES LA CAPA QUE SIGUE DE LA SUB-BASE EN FORMA ASCENDENTE Y LOS MATERIALES CONSTITUYENTES DE ESTA CAPA DEBEN CUMPLIR CON LA GRANULOMETRIA CLASIFICADA EN LOS MISMOS TRES GRUPOS QUE CORRESPONDEN A LA SUB-BASE.

LAS FUNCIONES QUE DEBE CUMPLIR LA BASE SON LAS SIGUIENTES :

- A) LA FUNCION FUNDAMENTAL DE LA BASE ES, ESTRUCTURAL Y CONSISTE EN PROPORCIONAR UN ELEMENTO RESISTENTE A LA ACCION DE LAS CARGAS DEL TRANSITO Y CAPAZ DE TRANSMITIR LOS ESFUERZOS RESULTANTES CON INTENSIDADES ADECUADAS.
- B) OTRA FUNCION PRIMORDIAL DE LA BASE ES LA DRENANTE - YA QUE DEBE SER CAPAZ DE ELIMINAR FACIL Y RAPIDAMENTE

TE EL AGUA QUE LLEGUE A INFILTRARSE A TRAVES DE LA CARPETA, ASI COMO DE IMPEDIR RADICALMENTE LA ASCENSION CAPILAR DEL AGUA QUE PROVENGA DE NIVELES INFERIORES.

EL MATERIAL QUE CONSTITUYA LA BASE DEBE DE SER FRICIONANTE Y SUFICIENTEMENTE PROVISTO DE VACIOS, LA PRIMERA CUALIDAD GARANTIZARA LA RESISTENCIA ESTRUCTURAL ADECUADA, ASI COMO LA PERMANENCIA DE DICHA RESISTENCIA AL VARIAR CONDICIONES CIRCUNSTANCIALES Y LA SEGUNDA GARANTIZARA LA FUNCION DRENANTE; POR LO QUE, LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA BASE DEBEN DE CUMPLIR CON LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES :

- 1) GRANULOMETRIA.- DEBE CUMPLIR LOS MISMOS REQUISITOS DESCRITOS PARA LA SUB-BASE Y ADEMAS, EN MATERIALES QUE REQUIERAN TRITURACION Y/O CRIBADO AL TAMAÑO MAXIMO DEBE DE SER DE 38 MM. (1 1/2"),
- 2) EL LIMITE LIQUIDO, EL EQUIVALENTE DE ARENA, EL V. R. S., Y LA CONTRACCION LINEAL DEBEN CUMPLIR LOS SIGUIENTES REQUISITOS:

CARACTERISTICAS	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRIA		
	1	2	3
LIMITE LIQUIDO EN %	30 MAX.	30 MAX.	30 MAX.
EQUIVALENTE DE ARENA %	50 MIN.	50 MIN.	50 MIN.
V.R.S. STANDAR SATURADO %	100 MIN.	100 MIN.	100 MIN.
CONTRACCION LINEAL %	4.5 MAX.	3.5 MAX.	2.0 MAX.

V-5 SUPERFICIE DE RODAMIENTO

LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO ES UNA CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO QUE ESTA CONSTITUIDA CON AGREGADOS-PETREOS CUYO TAMAÑO MAXIMO ES DE 19 MM. (3/4") Y UN GRADO DE COMPACTACION MINIMO DEL 95% CON RESPECTO A LA PRUEBA MARSHALL.

LA FUNCION DE LA CARPETA, PRIMORDIALMENTE ES LA DE PROPORCIONAR UNA SUPERFICIE DE RODAMIENTO ESTABLE, CAPAZ DE RESISTIR LA APLICACION DIRECTA DE LAS CARGAS; LA FRICCION DE LAS LLANTAS, LOS ESFUERZOS DE FRENADO, LOS PRODUCIDOS POR LAS FUERZAS CENTRIFUGAS, LOS IMPACTOS, ETC.

DEBE TENER LA TEXTURA NECESARIA PARA PERMITIR UN RODAMIENTO SEGURO Y COMODO Y UN FRENADO APROPIADO.

LA NATURALEZA DE LA CARPETA DEBE SER TAL QUE RESISTA LA ACCION DE LOS AGENTES DEL INTERPERISMO.

ES USUAL NO CONSIDERAR EL ESPESOR DE LA CARPETA, EN EL ESPESOR TOTAL DEL PAVIMENTO PERO EN CIERTO MODO AUMENTA LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL MISMO.

UNA VEZ DEFINIDAS LAS CAPAS CONSTITUYENTES DEL PAVIMENTO PROSEGUIMOS A EFECTUAR EL DISEÑO DEL MISMO.

V-6 DISEÑO DE PAVIMENTOS

PARA EL DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS EXISTEN VARIOS METODOS COMO SON :

- A) EL DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE (V.R.S.).
- B) EL DE LA PRUEBA TRAXIAL DE TEXAS, E. U. A.
- C) EL METODO DE MCLEOD.
- D) OTROS.

PARA FINES DE ESTE TRABAJO EL METODO A UTILIZAR ES - EL DEL V.R.S.; ESTE METODO SE BASA EN LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA QUE LLEVA EL MISMO NOMBRE DEL METODO, - EL CUAL ES UTILIZADO POR EL CUERPO DE INGENIEROS CIVILES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA; ORIGINALMENTE DESARROLLADO EN EL ESTADO DE CALIFORNIA Y - CUYO PARAMETRO DE RESISTENCIA ES EL C.B.R. (CALIFORNIA BERING RATIO), AHORA CONOCIDO EN MEXICO COMO VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR.

ESTE METODO ES APLICABLE TANTO A PAVIMENTOS PARA CARRETERAS, COMO A PAVIMENTOS DE AEROPUERTOS.

EN 1958, ANALISIS DE LOS DATOS DE SECCIONES DE PRUEBA Y DE AEROPUERTOS TIPO, INDICARON QUE EL CRITERIO DE DISEÑO V.R.S. PARA RUEDAS SENCILLAS PODIA SER EXPRESADO DE LA SIGUIENTE FORMA:

$$E = \sqrt{\frac{P}{8.1 (V.R.S.)} - \frac{A}{\pi}} \quad V-A$$

PARA UNA VIDA DEL PAVIMENTO DE 5000 CUBRIMIENTOS.

POSTERIORMENTE SE ENCONTRO QUE LA ECUACION BASICA, - V-A ERA VALIDA SOLO PARA VALORES DE V.R.S. MENORES - QUE 12 DEBIDO A CONSIDERACIONES DE DURABILIDAD Y Q TROS REQUISITOS.

PARA TOMAR EN CUENTA LAS REPETICIONES DE CARGA Y -- LOS TRENES DE ATERRIZAJE DE RUEDAS MULTIPLES, LA ECUACION V-A FUE MODIFICADA, COMO A CONTINUACION SE INDICA :

$$E = \sqrt{F \left[\frac{P}{8.1 (V.R.S.)} - \frac{A}{\pi} \right]} \quad V-B$$

- DONDE : E = ESPESOR TOTAL DEL PAVIMENTO, EN PULG.
 F = PORCIENTO DE ESPESOR DE DISEÑO, ADIMENSIONAL.
 $F = 0.23 \text{ LOG. } (C + 0.15).$
 P = CARGA DE RUEDA SENCILLA, EN LBS.
 A = AREA DE CONTACTO, EN PULG².
 C = CUBRIMIENTOS
 V.R.S. = VALOR RELATIVO DE SOPORTE DE LA CAPA -- SUB-RASANTE, EN %.

ES CON ESTE PROCEDIMIENTO QUE HAN SIDO ELABORADAS - LA MAYORIA DE LAS GRAFICAS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS - PARA AVIONES, JET COMERCIALES.

RECIENTEMENTE ESTUDIOS Y PRUEBAS DE PAVIMENTOS EFECTUADOS CON CARGAS REPRESENTATIVAS DE TRENES DE ATERRIZAJE COMPLEJOS, HAN INDICADO QUE PARA UN GRAN NUMERO DE REPETICIONES, LA ECUACION V-B ES ALGO CONSERVADORA. POR TANTO LA ECUACION SE HA MODIFICADO COMO SIGUE :

$$E = \sqrt[OC_1]{\frac{P}{8.1 (V.R.S.)} - \frac{A}{\pi}} \quad V-C$$

DONDE : OC_1 = FACTOR DE REPECITACION DE CARGA, QUE DEPENDE DEL NUMERO DE RUEDAS DEL -- TREN PRINCIPAL QUE SE HA UTILIZADO -- PARA CALCULAR LA CARGA EQUIVALENTE -- SENCILLA. ESTE FACTOR SE OBTIENE DE LA FIGURA No. 21.

EL FACTOR DE REPETICION DE CARGA, C_1 , ESTA BASADO - EN PASADAS DE AVIONES (UNA PASADA ES UNA OPERACION DE AVION), MIENTRAS QUE EN LAS RELACIONES ANTERIO-- RES ESTABAN BASADAS EN CUBRIMIENTOS.

LA ECUACION V-C PROPORCIONA ESPESORES DE PAVIMENTOS RAZONABLES HASTA PARA VALORES DE V.R.S. MAYORES DE 15, LOS CUALES, CUBREN INTERVALOS DE V.R.S. DE SUBRASANTES MAS FRECUENTES EN LA PRACTICA; LA ECUA-- CION V-A ES SOLO VALIDA EN AEROPISTAS Y PARA VALO-- RES DE V.R.S. MENORES QUE 12%.

CON BASE A UN GRAN NUMERO DE PRUEBAS CON DIFERENTES PESOS Y A DIFERENTES PROFUNDIDADES, SE PUDO GRAFI-- CAR LA ECUACION V-B EN PAPEL SEMILOGARITMICO, COLO-- CANDO EN LA ESCALA LOGARITMICA HORIZONTAL LOS VALO-- RES DE V.R.S., Y EN LA ESCALA ARITMETICA VERTICAL - LOS VALORES CORRESPONDIENTES A LOS ESPESORES DE LOS PAVIMENTOS; SE A COMPROBADO QUE PARA VALORES MAYO-- RES QUE 12% DE V.R.S. LOS VALORES DEL ESPESOR REQUE-- RIDO PARA EL PAVIMENTO SON SATISFACTORIOS A LOS OB-- TENIDOS POR MEDIO DE LA PROLONGACION DE LA GRAFICA-- V.R.S. ESPESOR DEL PAVIMENTO, (FIGURA No. 22).

PARA PODER SER UTILIZADA LA ECUACION V-C EN EL SIS-- TEMA METRICO DECIMAL HAY QUE TRANSFORMAR LA CONSTAN-- TE "8.1" QUE SE ENCUENTRA EN UNIDADES INGLESAS A -- UNA CONSTANTE QUE SE ENCUENTRE EN UNIDADES METRICAS.

DETERMINACION DE LA CONSTANTE EN UNIDADES METRICAS:

$$\frac{8.1 \text{ LB}}{1 \text{ PULG}^2} \frac{(1 \text{ PULG}^2)}{(2.54)^2 \text{ CM}^2} \frac{(0.454 \text{ KG})}{1 \text{ LB}} =$$

$$\frac{3.6774 \text{ KG} \cdot (1 \text{ PULG}^2)}{(2.54)^2 (1 \text{ PULG}^2) \text{ CM}^2} = 0.57 \text{ KG/CM}^2$$

POR LO TANTO LA ECUACION V-c EXPRESADA EN UNIDADES METRICAS QUEDA DE LA SIGUIENTE FORMA :

$$E = \alpha_I \sqrt{\frac{P}{0.57 \text{ V.R.S.}} - \frac{A}{\pi}} \quad \text{V-c'}$$

DONDE: E = ESPESOR TOTAL QUE DEBE COLOCARSE SOBRE EL SUELO CUYO V.R.S. APARECE EN LA ECUACION, EN CM.

P = CARGA EQUIVALENTE, EN KG.

A = AREA DE CONTACTO, EN CM^2 .

F = $0.23 \log(C + 0.15)$.

C = NUMERO DE CUBRIMIENTOS PARA EL QUE SE DESEA DISEÑAR LA PISTA, ADIMENCIONAL.

α_I = SE OBTIENE DE LA FIGURA NO. 21, ADIMENCIONAL.

V.R.S. = VALOR RELATIVO DE SOPORTE, EN %.

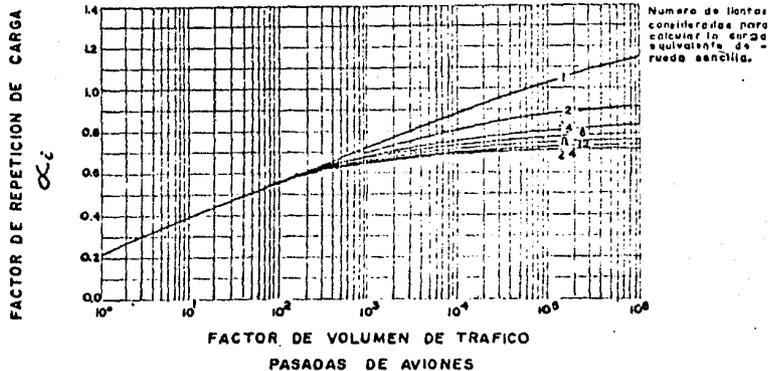
DETERMINACION DEL ESPESOR UTILIZANDO LA ECUACION -- V-c'.

DATOS: P = 29,000 KG (DETERMINADA EN EL CAPITULO IV)

V.R.S. = 17%

α_I = 0.87 OBTENIDO DE LA FIGURA NO. 21.

$$A = \frac{29,000 \text{ KG}}{11.81 \text{ KG/CM}^2} = 2456 \text{ CM}^2$$



FACTOR DE REPETICION DE CARGA CONTRA NUMERO DE PASADAS

(Cuerpo de Ingenieros. Estacion experimental Waterways)

U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
MVO. AEROPUERTO DE LEON GTO.		
FACTOR DE REPETICION		
TESIS PROFESIONAL		
M.G.N.	1982	FIGURA N°21

$$\therefore E = 0.87 \frac{29000}{0.57 (17)} - \frac{2456}{3.1416}$$

$$E = 0.87 (47.02)$$

$$\therefore E = 41 \text{ cm.}$$

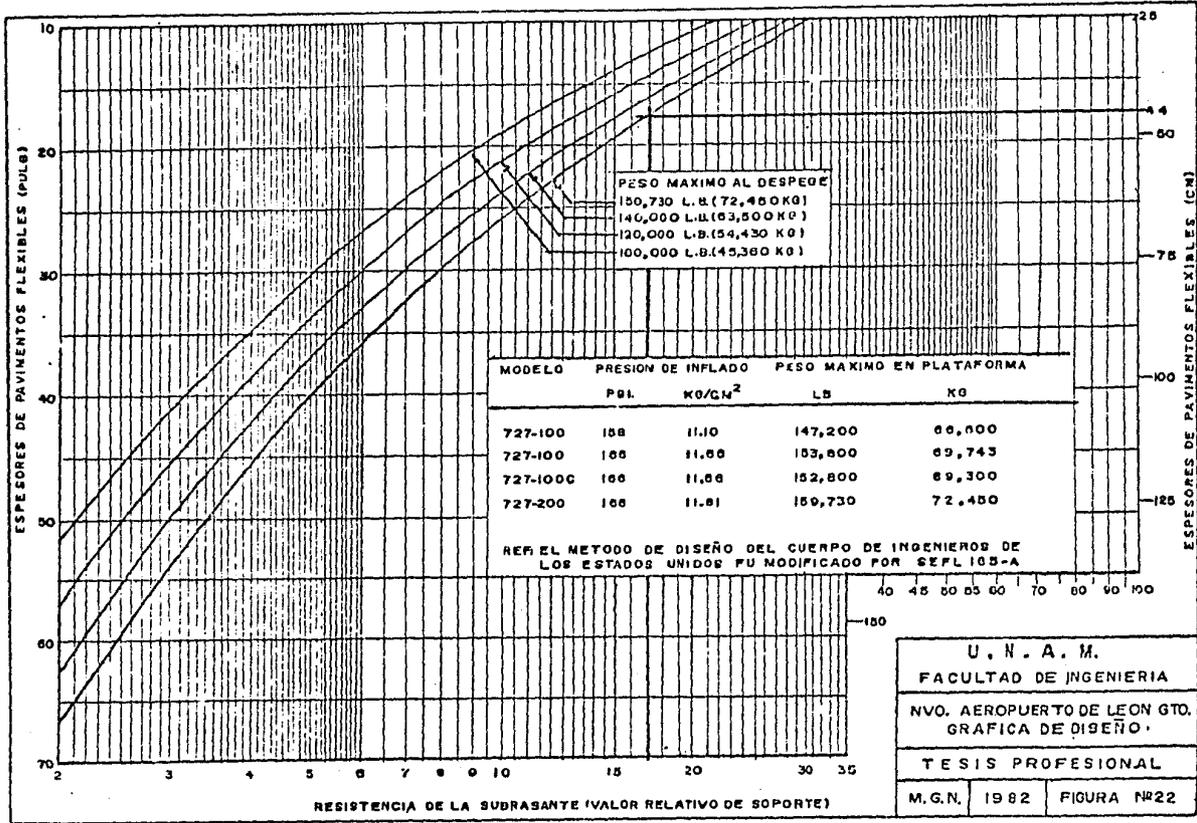
OTRA FORMA DE DETERMINAR EL ESPESOR ES UTILIZANDO LA GRAFICA QUE SE MUESTRA EN LA FIGURA No. 22.

DE ESTA FORMA UNICAMENTE SE NECESITA CONOCER EL V.R. S. CORRESPONDIENTE AL MATERIAL DE LA CAPA SUBRASANTE QUE PARA ESTE CASO VALE 17%, CON ESTE PORCENTAJE SE ENTRA EN LA GRAFICA ANTES MENCIONADA POR EL PUNTO CORRESPONDIENTE A UN 17% DE V.R.S., SE TRAZA UNA VERTICAL HASTA INTERSECTAR LA CURVA QUE CORRESPONDE AL PESO DE LA AERONAVE DE DISEÑO, POR ESTE PUNTO SE TRAZA UNA HORIZONTAL HASTA INTERSECTAR EL EJE QUE NOS REPRESENTA LOS ESPESORES DEL PAVIMENTO, ASI EL VALOR QUE LE CORRESPONDE AL ESPESOR DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA NUESTRO CASO ES DE 44 CM.

$$\therefore E = 44 \text{ cm.}$$

$$E = 45 \text{ cm.}$$

EN LA PRACTICA LO MAS USUAL ES EL USO DE LA GRAFICA DEL AVION, DE SU SERIE Y DEL PESO DEL MISMO; ESTAS GRAFICAS SON EDITADAS POR LOS FABRICANTES DE LOS MODELOS DE AVIONES.



V-7

ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO DE LA PISTA 12-30 DEL -
NUEVO AEROPUERTO DE LEON, GUANAJUATO.

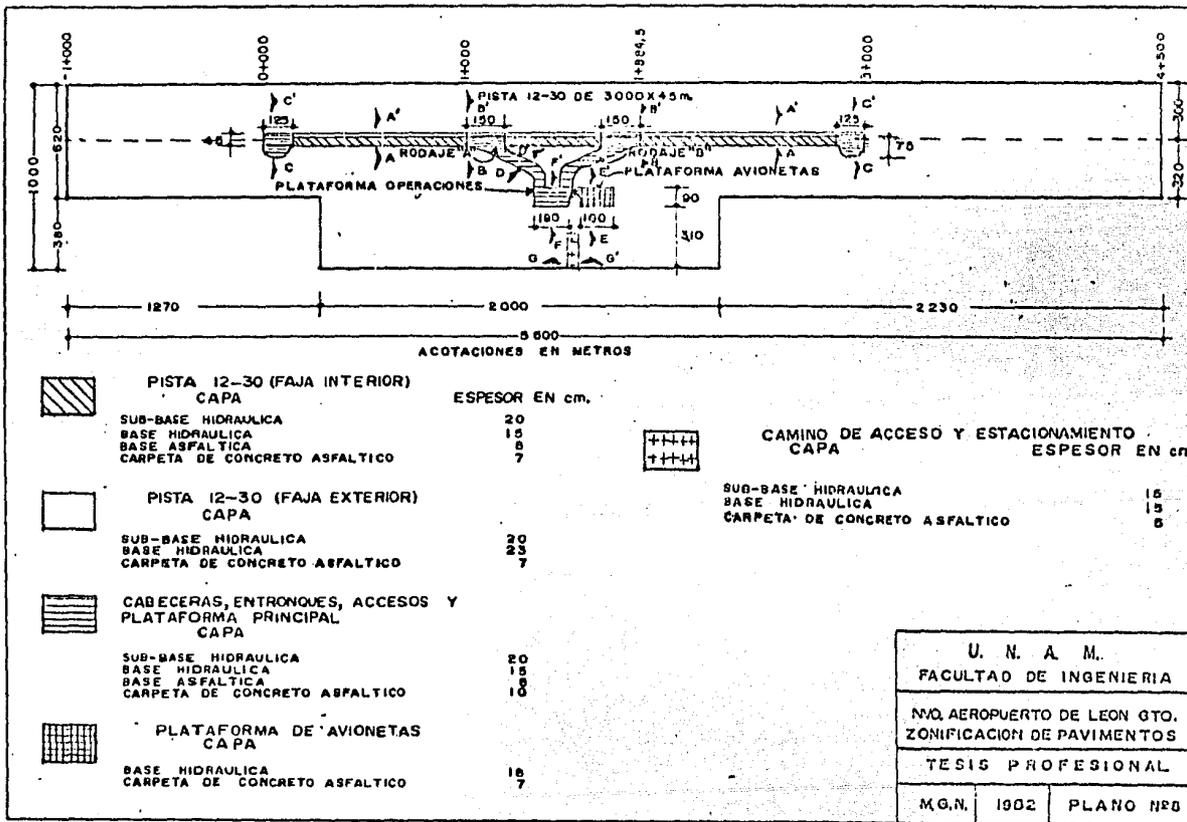
LOS ELEMENTOS DE LA PISTA Y EL PAVIMENTO SE ESTRUCTURARAN DE ACUERDO A LO SIGUIENTE :

EL ESPESOR DE LA SUBRASANTE ES DE 50 CM, POR ESPECIFICACION Y ESTA CAPA NO SE CONSIDERA PAVIMENTO, POR LO QUE LA ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO PROPIAMENTE DICHO QUEDA DE LA SIGUIENTE MANERA :

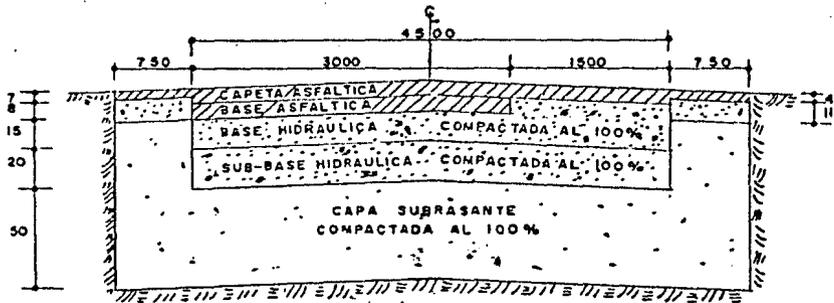
SUB-BASE HIDRAULICA DE	20 CM.
BASE HIDRAULICA DE	15 CM.
BASE ASFALTICA DE	8 CM.
CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO DE	7 CM.

EN LAS CABECERAS SE RESPETARAN LOS ESPESORES INDICADOS HASTA LA BASE ASFALTICA, EN DONDE, EL ESPESOR DE LA CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO SERA DE 10 CM. ESTO SE HACE CON EL FIN DE REFORZAR ESTAS ZONAS CRITICAS-DE. OPERACION.

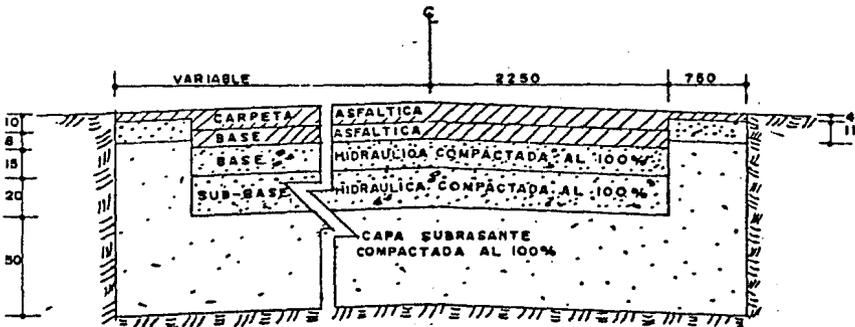
EN EL PLANO No. 8 SE MUESTRAN LAS SECCIONES ESTRUCTURALES DEL PAVIMENTO PARA LA PISTA 12-30 DEL NUEVO AEROPUERTO DE LEON, GUANAJUATO.



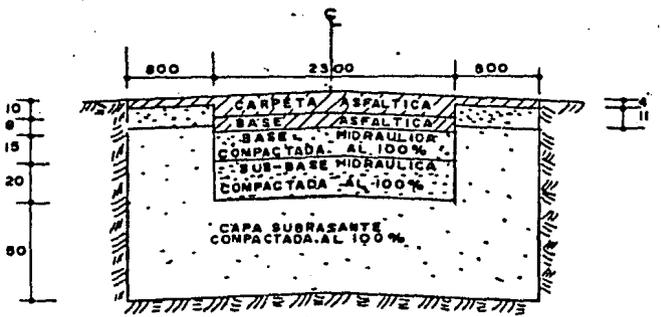
U. N. A. M.		
FACULTAD DE INGENIERIA		
MVD. AEROPUERTO DE LEON GTO.		
ZONIFICACION DE PAVIMENTOS		
TESIS PROFESIONAL		
M.G.N.	1902	PLANO N°8



SECCION TRANSVERSAL A-A' DE LA PISTA 13-31

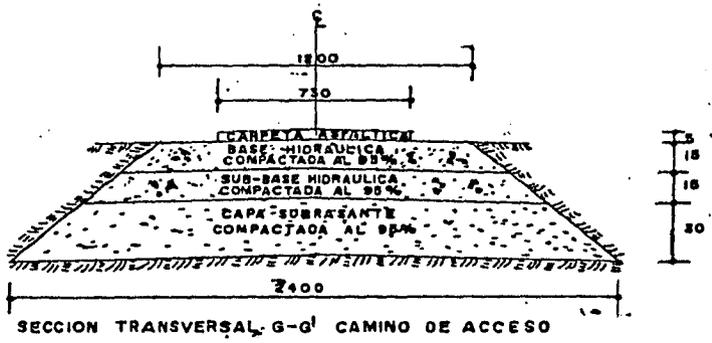
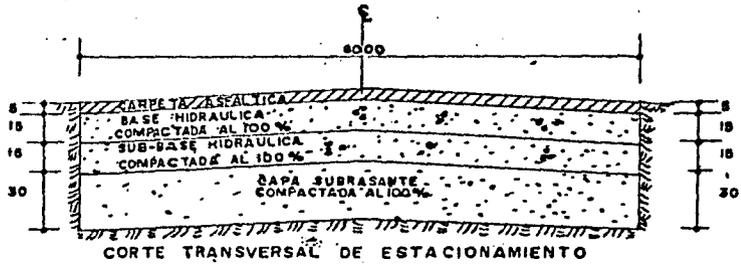
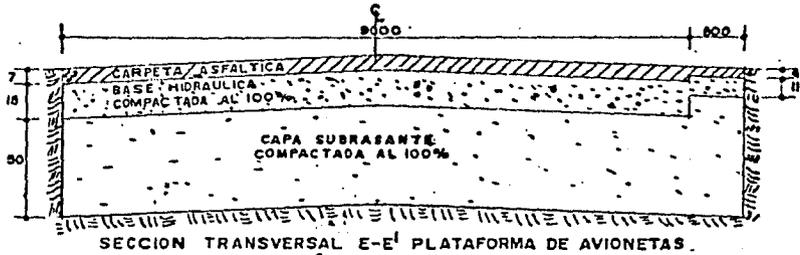


SECCION TRANSVERSAL B-B', C-C', F-F' DE: ENTRONQUES, CABECERAS Y PLATAFORMA PRINCIPAL



SECCION TRANSVERSAL D-D' DE LAS CALLES DE RODAJE

ACOTACIONES EN CM.



ACOTACIONES EN CM.

C A P I T U L O VI
NORMAS DE CONSTRUCCION

VI-1 INTRODUCCION

VI-2 RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION PARA EL NUEVO AEROPUERTO DE LEON, GUANAJUATO.

VI-2.1 TERRENO DE CIMENTACION

VI-2.1A ZONAS DE TERRAPLEN Y CORTE A EXCEPCION DE LAS COMPRENDIDAS ENTRE LAS ESTACIONES 0 + 000 Y 1 + 200

VI-2.1B ZONAS DE TERRAPLEN ENTRE LAS ESTACIONES 0 + 000 Y 1 + 200

VI-2.2 TERRACERIAS

VI-2.2A CUERPO DE TERRAPLEN

VI-2.2B CAPA SUBRASANTE

VI-2.3 PAVIMENTOS

VI-2.3A SUB-BASE HIDRAULICA

VI-2.3B BASE HIDRAULICA

VI-2.3C BASE ASFALTICA

VI-2.3D RIEGO DE IMPREGNACION

VI-2.3E RIEGO DE LIGA

VI-2.3F CARPETA ASFALTICA

VI-2.3G ACOTAMIENTOS

VI-2.3H FAJA DE SEGURIDAD

VI-2.4 CAMINO DE ACCESO Y ESTACIONAMIENTO

VI-2.4A CAPA SUBRASANTE

VI-2.4B PAVIMENTO

VI-2.5 N O T A S

VI-1 INTRODUCCION

AL HABLAR DE NORMAS DE CONSTRUCCION ES HABLAR DE LAS ESPECIFICACIONES MINIMAS DE CALIDAD QUE SE DEBERAN CUMPLIR EN CADA ETAPA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO. POR OTRO LADO, ES COMUN QUE SEA NECESARIO CONSTRUIR UN ACCESO POR EL QUE EL EQUIPO Y PERSONAL PUEDAN LLEGAR A LA ZONA DE LA OBRA, ESTE CAMINO SE PROCURA QUE AL FINAL SEA LA VIA DE ACCESO AL AEROPUERTO.

EN FORMA PARALELA SE REALIZAN LOS TRABAJOS EN EL AEROPUERTO Y EN SU CAMINO DE ACCESO. SU SECUENCIA ES LA SIGUIENTE :

1. **DESMONTE:** ESTE CONCEPTO SE LLEVA A CABO EN TODO EL ANCHO DE LA PISTA(S), CALLES DE RODAJE Y AREAS QUE OCUPARAN LAS PLATAFORMAS, EDIFICACIONES, ESTACIONAMIENTOS Y VIALIDADES. LAS ESPECIFICACIONES S.A.H.O.P. INVOLUCRAN, DENTRO DE ESTE CONCEPTO, LAS OPERACIONES DE TALA O DERRIBO DE ARBOLARES, DESENRAICES, ACUMULACION DEL PRODUCTO VEGETAL NO APROVECHABLE Y SU QUEMA. SI NO HAY MADERA APROVECHABLE GENERALMENTE EL TRABAJO SE EJECUTA CON TRACTOR; SI LA HUBIERE SE PROCEDE AL CORTE Y SU RETIRO ANTES DE HACER ENTRAR LOS TRACTORES.
2. **DESPALME :** ES LA ELIMINACION DE LA CAPA DE TIERRA SUPERFICIAL, CONTAMINADA CON MATERIAL VEGETAL Y SU PROPOSITO ES DEJAR AL DESCUBIERTO EL TERRENO DE DESPLANTE PARA LA CONSTRUCCION, Y SU ESPESOR ES FUNCION DEL TIPO DE VEGETACION EXISTENTE Y LA GEOLOGIA DEL SITIO. DEPENDIENDO DEL ESPESOR DEL DESPALME SE PUEDEN UTILIZAR MOTOESCREPAS, TRACTORES, MOTOCONFORMADORAS, CARGADORES Y CAMIONES O COMBINACION DE ELLOS. PUESTO QUE LA MAYOR PARTE DE LOS AEROPUERTOS TIENEN EN SUS PISTAS UN ANCHO DE FRANJA DE 150 M. A CADA LADO DEL EJE, EN NUES-

TRO PAIS SE HA OPTADO POR SEPARAR LAS FRANJAS DE SEGURIDAD EN DOS ZONAS, UNA QUE VA DE LA ORILLA DEL PAVIMENTO HASTA LOS 75 M. DEL EJE, GENERALMENTE DE TERRACERIAS COMPACTADAS Y OTRA DE LOS 75 M. A LOS 150 M. FORMADA POR TERRACERIAS ACOMODADAS SIN COMPACTAR.

3. TERRAPLENES: UTILIZANDO MATERIAL PROCEDENTE DE BANCOS DE PRESTAMO HABRAN DE FORMARSE LAS CAPAS DE TERRACERIAS QUE DARAN ASIENTO A LOS PAVIMENTOS O CONSTITUIRAN LAS FRANJAS DE SEGURIDAD DE LAS AREAS AERONAUTICAS.

DEPENDIENDO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO NATURAL SE IRAN SOBREPONIENDO CAPAS DE MENOR A MAYOR GRADO DE COMPACTACION. EL PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL TERRAPLEN ES EL SIGUIENTE :

- A) COMPACTAR EL TERRENO NATURAL EN UN ESPESOR QUE ES DEL ORDEN DE 15 CM. EN LA PRACTICA COMUN ESTA CAPA SE COMPACTA A MENOR GRADO QUE EL 90% Y GENERALMENTE NO EXCEDE DEL 95%, CUANDO LA CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO ES MUY POBRE SE RECURRE A LA FORMACION DE UNA PRIMERA CAPA CONSTITUIDA POR MATERIALES GRANULARES O TERRACERIA SECA, TENDIDAS SIN COMPACTACION PARA QUE SIRVAN DE APOYO A LAS SUPERIORES.
- B) FORMACION DE CAPAS DE TERRAPLEN AL 90 Y 95% DEL P.V.S.M. CON MATERIALES DE BANCOS DE PRESTAMO. EN GENERAL ESTE MATERIAL ES ACARREADO CON CAMIONES DE VOLTEO Y COLOCADO EN SITIO, Y TENDIDO CON MOTOCONFORMADORA Y SI SE REQUIERE HUMEDECIMIENTO PARA SU COMPACTACION SE RIEGA CON AUTOTANQUES.

EL PROCEDIMIENTO DE COMPACTACION Y EL EQUIPO A EMPLEAR ESTAN EN FUNCION DEL TIPO DE MATERIAL DE QUE SE TRATE: LAS ARCILLAS REQUERIRAN UN PROCE-

SO ADICIONAL DE RUPTURA DE TERRONES PARA LOGRAR SU HUMEDECIMIENTO UNIFORME (CONSEGUIDO CON EXITO EMPLEANDO IMPLEMENTOS AGRICOLAS DE DISCOS) Y SU CONSOLIDACION SE LOGRA OPTIMAMENTE CON RODILLOS "PATA DE CABRA".

LOS MATERIALES MEDIANAMENTE PLASTICOS (ARCILLAS-LIMOSAS O ARENOSAS) PUEDEN SER COMPACTADOS CON RODILLOS "PATA DE CABRA" O CON EQUIPOS VIBRATORIOS.

- c) TERRAPLEN AL 100% (CAPA SUBRASANTE). ESTA CAPA DIFIERE ORDINARIAMENTE DE LAS QUE LE SIRVEN DE APOYO; SE REQUIERE UN MATERIAL DE BUENA CALIDAD Y QUE AL SER COMPACTADA DE UN VALOR RELATIVO DE SOPORTE MINIMO ESPECIFICADO. SI EL MATERIAL A USAR, ES DE LAS CARACTERISTICAS DESEADAS UNICAMENTE DIFIERE SU COMPACTACION DEL PARRAFO ANTERIOR EN QUE ESTA CAPA SE DEBE DE COMPACTAR MINIMO EN DOS CAPAS DE 25 CM. CUANDO EL MATERIAL QUE SE UTILIZARA NO CUMPLA LAS ESPECIFICACIONES, SE RECURRE A LA ADICION DE ALGUN OTRO, COMO ARENA O LIMO, O ALGUN AGLUTINANTE HIDRAULICO (CAL O CEMENTO) O ASFALTICO (EMULSION ASFALTICA O ASFALTO REBAJADO), HASTA QUE LAS MEZCLAS CUMPLAN CON LOS VALORES QUE SE ESPECIFICAN PARA LA CAPA EN CUESTION.
4. PAVIMENTOS : CAPAS SUCESIVAS (SUB-BASE, BASE Y CARPETA) QUE SE CONSTRUYEN SOBRE LA SUBRASANTE.
- a) SUB-BASE Y BASES. LAS ESPECIFICACIONES DE LA S. A. H. O. P. DIFERENCIAN LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE, TANTO EN FORMACION GRANULOMETRICA COMO EN LIMITES DE ATTENBERG, EN LA PRACTICA SE RECOMIENDA QUE SE UTILICE EL MATERIAL DE BASE PARA AMBAS CAPAS. LOS MATERIA-

LES QUE SE UTILIZAN PARA SUB-BASE Y BASE HIDRAULICA SON GRANULARES (TOTAL O PARCIALMENTE TRITURADOS), CON TAMAÑO MÁXIMO DE 38 MM. (1 1/4").

LOS ESPESORES DE SUB-BASE Y BASE SE LOGRAN CON CAPAS DE 15 A 20 CM. QUE RECIBEN LA COMPACTACION -- HASTA EL 100%, EN GENERAL SE RECURRE A PRUEBAS - DE CARGA QUE DEN UNA MEDIDA DE LA RESISTENCIA ALCANZADA YA QUE DE ELLAS SE DERIVA LA RECOMENDACION DE DAR SOLO UN 95% DEL P.V.S.M. A LAS CAPAS, PARA FACILITAR EL PROCESO CONSTRUCTIVO SIN MENOS- CABO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL PAVIMENTO,

- B) CARPETAS: LAS CARPETAS PODRAN SER DE CONCRETO HIDRAULICO, ASFALTICO O MIXTO, EN EL PRIMER CASO SE PUEDEN CONSTRUIR CON MAQUINA O A MANO, PARA EL SEGUNDO CASO QUE ES EL QUE NOS INTERESA PARA FINES- DE ESTE TRABAJO, SE CONSTRUYEN EN ESPESORES QUE - CASI SIEMPRE SON DE 4 CM. PARA ACOTAMIENTOS, 5 CM EN AREAS DE VEHICULOS TERRESTRES Y DE 7 A 10 CM. - EN LAS AREAS DE TRANSITO DE AERONAVES.

EL CONCRETO SE TIENDE CALIENTE Y SE COMPACTA CON EQUIPOS LISOS HASTA UN 95% DEL PESO VOLUMETRICO - MAXIMO MARSHALL DE 700 KG/CM^2 Y EN EL TERCER CASO LAS CARPETAS MIXTAS LLEVAN AL CENTRO UN ANCHO ESPECIFICADO (DE 16 O MAS METROS) DE CONCRETO HI- - DRAULICO Y EL RESTO DEL PAVIMENTO SE CUBRE CON -- CARPETA ASFALTICA.

EN TODOS LOS CASOS, TIENEN PARTICULAR IMPORTANCIA LA ESTRICTA APLICACION DE LAS TOLERANCIAS EN LOS NIVELES DE TERMINACION A FIN DE ASEGURAR NO SOLO UNA SUPERFICIE DE RODAMIENTO TERSA, SINO UN BUEN DRENAJE, CONDICION ESTA QUE REVISTE SU MAXIMA - - EXIGENCIA EN LAS AREAS DE UNION DE PISTA CON CA-- LLES DE RODAJE Y DE ESTAS CON PLATAFORMAS.

5. CAMINO PERIMETRAL: INTERIOR O EXTERIORMENTE A LOS CERCADOS DEBEN DE CONSTRUIRSE CAMINOS PARA VIGILANCIA Y PARA TENER ACCESO A ACCIDENTES, POR LO GENERAL SON DE CARACTERISTICAS SENCILLAS EN CUANTO A SU PERFIL Y SE CUBREN CON PAVIMENTOS ECONOMICOS QUE GARANTICEN SU TRANSITABILIDAD EN TODO TIEMPO. SU ANCHO RARA VEZ ES MAYOR DE 3.10 M.

VI-2

RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION PARA EL NUEVO AEROPUERTO DE LEON, GUANAJUATO.

PRIMERAMENTE SE HABLARA DE LA OBTENCION DE LOS MATERIALES A UTILIZAR; LOS MATERIALES GRANULARES SE OBTENDRAN DE BANCOS DE PRESTAMO CON LAS INDICACIONES SIGUIENTES :

1. BANCO AEROPUERTO.- DE ESTE BANCO SE OBTENDRA EL MATERIAL POR MEDIO DE DISGREGACION EFECTUADA CON TRACTOR EQUIPADO CON RIPPER Y SE TRANSPORTARA CON CAMIONES DE VOLTEO, LOS CUALES SERAN LLENADOS CON CARGADOR FRONTAL DE NEUMATICOS (PAYLOADER).
2. BANCO LOS SAUCES.- LOS MATERIALES DE ESTE BANCO SE DISGREGARAN Y SE CRIBARAN A TAMAÑO MAXIMO DE 50.8 MM. (2") Y 19 MM. (3/4") UTILIZANDO UNICAMENTE, TRASCAMO DE ORUGAS Y CRIBAS CUYAS ABERTURAS MAXIMAS SON LAS MENCIONADAS Y TRASLADADOS EN CAMIONES LLENADOS CON CARGADOR FRONTAL DE NEUMATICOS.
3. BANCO CONCRETOS DEL BAJIO.- EL MATERIAL DE ESTE BANCO SE OBTENDRA UTILIZANDO EXPLOSIVOS (NITRATO DE AMONIO), Y TRASLADADO EN CAMIONES A UNA PLANTA MOVIL DE TRITURACION COMPLETA UBICADA EN EL MISMO BANCO (QUEBRADORA PRIMARIA Y SECUNDARIA) Y CON EQUIPO DE CRIBADO CUYAS ABERTURAS MAXIMAS SEAN DE

38.1 MM. (1 1/2"), 19 MM. (3/4") Y 9.52 MM. (3/8")
 UNA VEZ OBTENIDO EL MATERIAL SE TRANSPORTARA POR-
 MEDIO DE CAMIONES A LA ZONA DEL AEROPUERTO PARA -
 SU ALMACENAJE.

4. BANCO CHICHIHUAS.- TENDRA EL MISMO TRATADO QUE -
 EL MATERIAL DEL BANCO CONCRETOS DEL BAJIO CON LA
 DIFERENCIA QUE LAS CRIBAS TENDRAN COMO ABERTURAS-
 MAXIMAS LAS DE 38.1 MM. (1 1/2") Y 19 MM. (3/4").
5. EL AGUA SE TRASLADARA POR MEDIO DE CAMIONES PI-
 PAS QUE CARGARAN EN EL POZO PERFORADO POR LA SE--
 CRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA (S.S.A.) POR
 MEDIO DE UNA BOMBA DE GASOLINA.

UNA VEZ HABLADO DE LOS BANCOS DE MATERIALES SE HABLA
 RA DE LAS ZONAS DE CIRCULACION DEL AEROPUERTO CON LA
 SIGUIENTE SECUENCIA.

VI-2.1 TERRENO DE CIMENTACION

- VI-2.1A ZONAS DE TERRAPLEN Y CORTE A EXCEP--
 CION DE LAS COMPRENDIDAS ENTRE LAS -
 ESTACIONES 0 + 000 Y 1 + 200.- EN -
 LAS ZONAS DE TERRAPLEN A EXCEPCION -
 DE LAS COMPRENDIDAS ENTRE LAS ESTA--
 CIONES 0 + 000 Y 1 + 200 DE LA PISTA
 Y EN LA TOTALIDAD DEL CAMINO DE ACCE-
 SO, PREVIAMENTE AL TENDIDO DE ESTOS,
 DEBERA EFECTUARSE LA LIMPIEZA Y DES-
 PALME DEL TERRENO NATURAL EN 20 CM.-
 COMO PROMEDIO, DEBIENDO EXTENDERSE -
 HASTA 5 M. FUERA DE LAS AREAS DE PA-
 VIMENTAR, COMPACTANDOSE EL TERRENO -
 DESCUBIERTO Y PREVIAMENTE REMOVIDO -
 EN SUS 20 CM. SUPERIORES, HASTA AL--
 CANZAR COMO MINIMO EL 90% DE SU PESO

VOLUMETRICO SECO MAXIMO (P.V.S.M.).

EN LAS ZONAS DE CORTE A EXCEPCION DE LAS COMPRENDIDAS ENTRE LAS ESTACIONES 0 + 000 Y 1 + 200 DE LA PISTA Y EN LA TOTALIDAD DEL CAMINO DE ACCESO, DEBERA ABRIRSE UNA CAJA CON LA PROFUNDIDAD REQUERIDA POR EL PROYECTO GEOMETRICO, PARA ALOJAR LA CAPA SUBRASANTE Y LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO, COMPACTANDOSE LA SUPERFICIE DESCUBIERTA Y PREVIAMENTE REMOVIDA EN SUS 20 CM. SUPERIORES, HASTA ALCANZAR COMO MINIMO EL 95% DE SU P.V.S.M.

VI-2.1B ZONAS DE TERRAPLEN ENTRE LAS ESTACIONES 0 + 000 Y 1 + 200.- ENTRE LAS ESTACIONES 0 + 000 Y 1 + 200 DE LA PISTA Y EN LA TOTALIDAD DEL CAMINO DE ACCESO, PREVIAMENTE AL TENDIDO DE TERRAPLENES, DEBERA EFECTUARSE UN DESPALME DE APROXIMADAMENTE 60 CM. DEBIENDO EXTENDERSE HASTA 5 M. FUERA DE LAS AREAS POR PAVIMENTAR, LO ANTERIOR ES CON EL OBJETO DE ELIMINAR LA CAPA CONSTITUIDA POR EL MATERIAL CON CARACTERISTICAS EXPANSIVAS, COMPACTANDOSE LA SUPERFICIE DESCUBIERTA Y PREVIAMENTE REMOVIDA EN SUS 20 CM. SUPERIORES HASTA ALCANZAR COMO MINIMO EL 90% DE SU P.V.S.M.

EN LOS TRAMOS SEÑALADOS ANTERIORMENTE Y EN ZONAS DE CORTE, DEBERA EFECTUARSE EL DESPALME INDICADO EN EL PARRAFO ANTERIOR, COMPACTANDOSE LA SU-

PERFICIE DESCUBIERTA Y PREVIAMENTE -
REMOVIDA EN SUS 20 CM. SUPERIORES --
HASTA ALCANZAR COMO MINIMO EL 95% DE
SU P.V.S.M. SALVO SE INDIQUE OTRO.

EL DESMONTE SE RECOMIENDA QUE SE - -
EFECTUE CON TRACTOR Y EL MATERIAL OB
TENIDO DEL DESPALME SE RECOMIENDA -
QUE SEA EFECTUADO CON TRACTORES Y MO
TOCONFORMADORAS Y PARA LA COMPACTA--
CION INDICADA EN LOS PARRAFOS ANTE--
RIORES SE RECOMIENDA USAR RODILLOS -
PATA DE CABRA.

VI-2.2 TERRACERIAS

VI-2.2A CUERPO DE TERRAPLEN.- EN LA FORMA--
CION DE LOS TERRAPLENES SE UTILIZARA,
MATERIAL PROCEDENTE DEL BANCO No. 1
DENOMINADO "AEROPUERTO" EL CUAL SERA
TRANSPORTADO EN CAMIONES Y SERA COLO
CADO CON MOTOCONFORMADORAS EN CAPAS-
Y SE RECOMIENDA QUE SU COMPACTACION-
SEA EFECTUADA CON RODILLOS PATA DE -
CABRA HASTA ALCANZAR EL 95% DE SU P.
V.S.M.

VI-2.2B CAPA SUBRASANTE.- PARA LA FORMACION
DE LA CAPA SUBRASANTE SE UTILIZARA -
MATERIAL PROCEDENTE DEL BANCO No. 1
DENOMINADO "AEROPUERTO" EL CUAL SERA
TRANSPORTADO EN CAMIONES Y SERA COLO
CADO CON MOTOCONFORMADORAS EN CAPAS-
(SE RECOMIENDA QUE ESTAS CAPAS SEAN
DE 20, 15 Y 15 CM.)COMPACTANDOLAS --
CON RODILLOS LISOS (NEUMATICOS) HAS-

TA ALCANZAR EL 100% DE SU P.V.S.M.

LOS MATERIALES EMPLEADOS DEBERAN CUMPLIR CON LAS NORMAS DE CALIDAD ESPECIFICADAS EN EL INCISO 90-03.5 DE LA PARTE OCTAVA CORRESPONDIENTE A LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA CONSTRUCCION DE LA S.A.H.O.P. EDICION 1973.

VI-2.3 PAVIMENTOS.

VI-2.3A SUB-BASE HIDRAULICA.- ESTA CAPA SE CONSTRUIRA CON MATERIAL PROCEDENTE DEL BANCO No. 2 DENOMINADO "LOS SAUCES" CRIBADO A TAMAÑO MAXIMO DE 50.8 MM. (2"), DEBIENDOSE COMPACTAR AL 100% DE SU P.V.S.M.

EL MATERIAL UTILIZADO DEBERA CUMPLIR CON LAS NORMAS DE CALIDAD ESPECIFICADAS EN EL INCISO 91-03.2 DE LA PARTE OCTAVA DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S.A.H.O.P. EDICION 1973.

VI-2.3B BASE HIDRAULICA.- ESTA CAPA SE CONSTRUIRA CON MATERIAL DEL BANCO No. 3 DENOMINADO "CONCRETOS DEL BAJIO", TRITURANDOLO TOTALMENTE Y CRIBANDOLO A TAMAÑOS MAXIMOS DE 38.1 MM. (1 1/2") Y 9.52 MM. (3/8"). LAS DOS TRITURACIONES SE HARAN POR SEPARADO, PARA QUE POSTERIORMENTE SEAN MEZCLADOS EN UNA PROPORCION EN PESO DE 35%-65%, RESPECTIVAMENTE, O BIEN UTILI-

ZAR EL MATERIAL RESULTANTE DE LA MEZCLA 45% - 55%, EN PESO DE MATERIAL DEL BANCO LOS "SAUCES" CRIBADO A TAMAÑO MÁXIMO DE 19 MM. (3/4") Y MATERIAL DEL BANCO No. 4 DENOMINADO "CHICHUAS" TRITURADO Y CRIBADO A TAMAÑO MÁXIMO DE 38.1 MM. (1 1/2"), RESPECTIVAMENTE.

EL MATERIAL UTILIZADO DEBERA CUMPLIR CON LAS NORMAS DE CALIDAD ESPECIFICADAS EN EL INCISO 91-03.6 DE LA PARTE OCTAVA DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S.A.H.O. P., EDICION 1973.

VI-2.3c BASE ASFALTICA. - ESTA CAPA SE CONSTRUIRA CON CONCRETO ASFALTICO ELABORADO MEDIANTE EL SISTEMA EN PLANTA, EMPLEANDO MATERIALES PETREOS PROCEDENTES DEL BANCO No. 4 DENOMINADO "CHICHUAS", O BIEN DEL BANCO No. 3 DENOMINADO "CONCRETOS DEL BAJIO", TRITURADOS TOTALMENTE Y CRIBADOS A TAMAÑO MÁXIMO DE 25.4 MM. (1"), ADEMAS DEBERA UTILIZARSE CEMENTO ASFALTICO NUMERO 6, EN UNA PROPORCION APROXIMADA DE 95 KG/ M³ DE MATERIAL PETREO SECO Y SUELTO.

TANTO LOS MATERIALES PETREOS COMO PRODUCTOS ASFALTICOS DEBERAN CUMPLIR CON LAS NORMAS DE CALIDAD ESPECIFICADAS EN LOS INCISOS 92-03.1 Y 93.02.4 CUADRO A RESPECTIVAMENTE, CORRESPONDIENTE A LA PARTE OCTAVA DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION

CION DE LA S.A.H.O.P. EDICION 1973.

LA MEZCLA ASFALTICA SE COMPACTARA --
HASTA ALCANZAR EL 95% CON RESPECTO -
AL PESO VOLUMETRICO MAXIMO, OBTENIDO
MEDIANTE LA PRUEBA MARSHALL DE PRO--
YECTO, ELABORANDO ESPECIMENES COMPAC
TADOS CON 75 GOLPES POR CARA Y QUE -
CUMPLAN CON LOS SIGUIENTES REQUISI--
TOS :

ESTABILIDAD	700 KG. MINIMO
FLUJO	2 A 4 MM.
PORCIENTO DE VACIOS EN LA MEZCLA	3 A 8
PORCIENTO DE HUECOS OCUPADOS POR EL AS- FALTO	75 A 82

VI-2.3D RIEGO DE IMPREGNACION.- TERMINADA -
LA CONSTRUCCION DE LA BASE HIDRAULI-
CA, SE PROCEDERA A APLICAR UN RIEGO-
DE IMPREGNACION, UTILIZANDO PRODUCTO
ASFALTICO FM-1 A RAZON DE 1.5 LT/M²,
APROXIMADAMENTE, DEBIENDO CUMPLIR --
CON LAS NORMAS DE CALIDAD ESPECIFICA
DAS EN EL INCISO 93-02.4 CUADRO C, -
CORRESPONDIENTE A LA PARTE OCTAVA DE
LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA
CONSTRUCCION DE LA S.A.H.O.P. EDI- -
CION 1973.

VI-2.3E RIEGO DE LIGA.- UNA VEZ IMPREGNADA-
LA BASE HIDRAULICA Y TERMINADA LA BA
SE ASFALTICA, SE DARA UN RIEGO DE LI

GA, UTILIZANDO UN PRODUCTO ASFALTICO DEL TIPO FR-3, A RAZON DE 0.5 LT/M^2 , APROXIMADAMENTE, DEBIENDO CUMPLIR -- CON LAS NORMAS DE CALIDAD ESPECIFICADAS EN EL INCISO 93-02.4 CUADRO B, - CORRESPONDIENTES A LA PARTE OCTAVA - DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S.A.H.O.P. EDICION 1973.

VI-2.3F CARPETA ASFALTICA.- LA CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO DEBERA ELABORARSE MEDIANTE EL SISTEMA DE MEZCLA EN -- PLANTA, EMPLEANDO MATERIALES PETREOS PROCEDENTES DEL BANCO NO. 4 DENOMINADO "CHICHIHUAS" O BIEN DEL BANCO NO. 3 DENOMINADO "CONCRETOS DEL BAJIO", - TRITURADOS TOTALMENTE Y CRIBADOS A -- TAMAÑO MAXIMO DE 19 MM. ($3/4"$), ADEMAS, DEBERA UTILIZARSE CEMENTO ASFALTICO NUMERO 6, EN UNA PROPORCION APROXIMADA DE 100 KG/M^3 , DE MATERIAL PETREO SECO Y SUELTO.

LOS MATERIALES PETREOS Y ASFALTICOS, DEBERAN CUMPLIR CON LAS NORMAS DE CALIDAD ESPECIFICADAS EN LOS INCISOS 92-03.1 Y 93-02.4 CUADRO A, RESPECTIVAMENTE, CORRESPONDIENTES A LA PARTE OCTAVA DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S.A.H.O.P. EDICION 1973.

LA MEZCLA ASFALTICA SE COMPACTARA -- HASTA ALCANZAR EL 95% RESPECTO AL PESO VOLUMETRICO MAXIMO OBTENIDO ME--

DIANTE LA PRUEBA MARSHALL DE PROYECTO, ELABORANDO ESPECIMENES COMPACTADOS CON 75 GOLPES POR CARA Y QUE DEBEN CUMPLIR CON LOS SIGUIENTES REQUISITOS :

ESTABILIDAD	700 KG. MINIMO
FLUJO	2 A 4
PORCIENTO DE VACIOS EN LA MEZCLA	3 A 5
HUECOS OCUPADOS POR EL ASFALTO	75 A 82

PARA ESTE INCISO SE RECOMIENDA QUE SE TENGA UN ALMACEN DE MATERIALES OBTENIDOS DE LOS BANCOS NUMERO 2, 3 Y 4, DENTRO DE LA ZONA DEL AEROPUERTO Y LO MAS CERCANO A LA PISTA Y CALLES DE RODAJE; TAMBIEN SE RECOMIENDA INSTALAR UNA PLANTA PARA ELABORAR CONCRETO ASFALTICO JUNTO A DONDE SE ALMACENA EL MATERIAL GRANULAR. LAS RECOMENDACIONES PARA EL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION CONSISTEN EN LO SIGUIENTE :

- A) ACARREAR Y DISTRIBUIR LOS MATERIALES SOBRE EL TRAMO CON CAMIONES DE VOLTEO.
- B) REVOLVER EN SECO EL MATERIAL MEDIANTE MOTOCONFORMADORAS.
- C) INCORPORAR LA HUMEDAD PARA LA COMPACTACION FORMANDO "CAMAS" DE MA-

TERIAL CON ESPESORES DEL ORDEN DE 10 A 15 CM. MEDIANTE RIEGOS DE AGUA CON PIPAS.

- D) REVOLVER EL MATERIAL HUMEDO PARA UNIFORMIZAR EL CONTENIDO DE AGUA, MEDIANTE MOTOCONFORMADORAS.
- E) SE RECOMIENDA QUE EL TENDIDO DEL MATERIAL Y SU COMPACTACION INICIAL SE HAGA CON MAQUINAS VIBROCOMPACTADORAS.
- F) SE RECOMIENDA EL CONTROL DE LOS NIVELES TOPOGRAFICOS POR MEDIO DE MOTOCONFORMADORAS Y PARA SU COMPACTACION CON COMBINACION DE COMPACTADORES LISOS (APLANADORA Y NEUMATICOS).
- G) POSTERIORMENTE SE PROSIGUE AL BARRIDO DE LA SUPERFICIE CON UNA ESCOBA MECANICA, ARRASTRADA CON ALGUN VEHICULO (TRACTOR AGRICOLA GENERALMENTE).
- H) SE RECOMIENDA QUE EL RIEGO DE IMPREGNACION PARA LA IMPERMEABILIZACION DE LA BASE HIDRAULICA SE HAGA CON ASFALTO REBAJADO O EMULSION ASFALTICA DE FRAGUADO MEDIO O LENTO QUE GARANTICE UNA PENETRACION DE 5 A 10 MM., EL RIEGO SE HARA CON PETROLIZADORA.
- I) SE RECOMIENDA QUE LA BASE ASFALTICA Y LA CARPETA ASFALTICA SEAN TENDIDOS SUS MATERIALES EN CALIEN

TE Y SE HAGA CON MAQUINA EXTENDEDORAS Y LA COMPACTACION SE HAGA CON APLANADORA Y NEUMATICOS HASTA LLEGAR A LA COMPACTACION REQUERIDA.

VI-2.3g ACOTAMIENTOS.- ESTOS ELEMENTOS SE CONSTRUIRAN CON MATERIAL PETREO EMPLEADO EN LA ELABORACION DE BASE HIDRAULICA YA INDICADA, CON UN ESPESOR COMPACTO DE 15 CM. UNA VEZ LOGRADO EL 85% DE COMPACTACION INICIAL, SE APLICARAN 2 O 3 RIEGOS SUCESIVOS DE PRODUCTO ASFALTICO DEL TIPO FM-1, A RAZON DE 1.5 LT/M² PARA EL PRIMER RIEGO Y 1.0 LT/M² PARA LOS RIEGOS SUBSECUENTES; DEBIENDO ESPERAR ENTRE CADA APLICACION, EL PERIODO NECESARIO PARA QUE SE DESARROLLE LA PERDIDA PARCIAL DE SOLVENTES. FINALMENTE SE PROCEDERA A COMPACTAR LA CAPA HASTA ALCANZAR EL 95% MINIMO DE PESO VOLUMETRICO DEL MATERIAL PETREO SECO MAXIMO.

EL MATERIAL DE BASE HIDRAULICA Y EL PRODUCTO ASFALTICO FM-1 DEBERAN CUMPLIR CON LAS NORMAS DE CALIDAD ESPECIFICADAS EN LOS INCISOS 92-03.6 Y 93.02.4 CUADRO C, RESPECTIVAMENTE, CORRESPONDIENTES A LA PARTE OCTAVA DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S.A.H.O.P. EDICION 1973.

VI-2.3h FAJAS DE SEGURIDAD.- LAS FAJAS DE SEGURIDAD COLOCADAS SOBRE LOS TALU--

DES DE LOS TERRAPLENES, DEBERAN PROTEGERSE EN LOS 20 PRIMEROS METROS -- PROXIMOS A LOS ACOTAMIENTOS, CON UNA CAPA DE 20 CM. DE ESPESOR UTILIZANDO MATERIAL PROCEDENTE DEL BANCO "AEROPUERTO", DEBIENDOSE COMPACTAR AL 95% DE SU P.V.S.M.; LA CAPA SE PROTEGERA MEDIANTE UN RIEGO DE IMPREGNACION -- CON PRODUCTO ASFALTICO FM-1, A RAZON DE 1 LT/M² APROXIMADAMENTE.

VI-2.4 CAMINO DE ACCESO Y ESTACIONAMIENTO.

VI-2.4A CAPA SUBRASANTE.- PARA LA FORMACION- DE ESTA CAPA SE USARA MATERIAL PROCE- DENTE DEL BANCO No. 1 DENOMINADO "AE- PUERTO", COLOCANDOSE EN CAPAS Y COM- PACTANDOSE AL 95% DE SU P.V.S.M.

EL MATERIAL EMPLEADO DEBERA CUMPLIR- CON LAS NORMAS DE CALIDAD ESPECIFICA- DAS AL FINAL DEL INCISO VI-2.2.

VI-2.4B PAVIMENTO.- LOS MATERIALES QUE SE - EMPLEEN EN LA ESTRUCTURACION DEL PA- VIMENTO CORRESPONDERAN A LOS ESPECI- FICADOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA - SUB-BASE HIDRAULICA Y CARPETA ASFAL- TICA DE LA AEROPISTA, DEBIENDOSE COM- PACTAR LA SUB-BASE Y LA BASE HIDRAU- LICA AL 100% DE SU P.V.S.M.; Y LA -- CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO AL 95% CON RESPECTO AL PESO VOLUMETRICO OB- TENIDO EN LA PRUEBA MARSHALL DE PRO- YECTO.

LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA SUB--

BASE, Y BASE HIDRAULICA Y LOS USADOS EN LA ELABORACION DE LA CARPETA ASFALTICA, DEBERAN CUMPLIR CON LAS NORMAS DE CALIDAD ESPECIFICADAS EN LOS SUBINCISOS VI-2.3A, B Y F DE ESTAS - NORMAS.

VI-2.5 N O T A S.

1A. DURANTE LA CONSTRUCCION DE LOS - POSIBLES CORTES NECESARIOS PARA ALOJAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO Y LA CAPA SUBRASANTE, ASI COMO PARA ELIMINAR EL MATERIAL EXPANSIVO, SE DEBERA PREVEER EL -- SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL, - NECESARIOS PARA DESALOJAR EL A-- GUA PRODUCTO DE LAS LLUVIAS, DE-- TAL MANERA QUE NO SE PROPICIEN - ACUMULACIONES DE AGUA QUE PRODUZ CAN CAMBIOS VOLUMETRICOS EN EL - MATERIAL DE LAS TERRACERIAS.

2A. LOS MATERIALES PETREOS PROCEDENTES DE LOS BANCOS "CONCRETOS DEL BAJIO" Y "CHICHIHUAS", PRESENTAN UNA ADHERENCIA BUENA PARA SU USO EN CONCRETOS ASFALTICOS, SIN EM-- BARGO, ESTA PROPIEDAD DEBERA CHE-- CARSE POR EL LABORATORIO ENCARGA-- DO DEL CONTROL DE LA OBRA, TODA VEZ QUE SE HAYA PRODUCIDO EN CAM-- PO LOS MATERIALES POR EMPLEAR EN LOS CONCRETOS ASFALTICOS.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- JUAREZ BADILLO, E. Y RICO RODRIGUEZ, A. MECANICA DE SUELOS. TOMO I. FUNDAMENTOS DE LA MECANICA DE SUELOS. TERCERA EDICION. ED. - LIMUSA WILEY MEXICO, D. F., 1977.
- 2.- JUAREZ BADILLO, E. Y RICO RODRIGUEZ, A. MECANICA DE SUELOS. TOMO II. TEORIA Y APLICACIONES DE LA MECANICA DE SUELOS. SEPTIMA -- REIMPRESION. ED. LUMUSA WILEY MEX.D.F.,1978.
- 3.- RICO RODRIGUEZ, A. Y DEL CASTILLO, H. LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES, - (CARRETERAS, FERROCARRILES Y AEROPISTAS). VOLUMEN 2. PRIMERA REIMPRESION. E. LIMUSA WILEY MEXICO, D. F., 1978.
- 4.- HORONJEFF, R. PLANNING AND DESIGN OF AIRPORTS ED. MC. GRAW-HILL BOOK COMPANY, UNITED STATES OF AMERICA, 1962.
- 5.- CORRO C, SANTIAGO. DISEÑOS DE PAVIMENTOS -- FLEXIBLES. COMPORTAMIENTO DE TRAMOS EXPERIMENTALES. ENERO DE 1970.
- 6.- IX CURSO DE INGENIERIA DE AEROPUERTOS S.A.H. O.P.- OACI. TEMA IV.1, CONSTRUCCION, MEXICO D. F., 1982.
- 7.- ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION - DE LA S.A.H.O.P. PARTE 4A., 8A., DE LA EDI-

CION DE 1973 Y PARTE 9A. DE LA EDICION DE --
1957.

- 8.- GUIA PARA LA SUPERVISION DE CALIDAD DE OBRAS VIALES BASADAS EN LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE LA S.A.H.O.P., EDITADA POR LA DIRECCION GENERAL DE CONTROL TECNICO (UNIDAD DE APOYO TECNICO) EN MEXICO, D. F., 1981.
- 9.- APUNTES PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES, ELABORADOS POR EL M. EN ING. FRANCISCO FERNANDO RODARTE LASO; PARA LA DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS DE LA S.A.H.O.P.