



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

REHABILITACIÓN DE MARGENES DE PISTA, FRANJAS DE SEGURIDAD,  
ZONA DE PARADA Y RESA DEL AEROPUERTO DE AGUASCALIENTES.

## TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL.

PRESENTAN:

**EFRÉN PICHARDO PEÑA**

**Y**

**ADRIÁN MACÍAS SANTOS.**

**ASESOR: M en I. MARIO SOSA RODRÍGUEZ.**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

### **Agradecimientos conjuntos.**

- A nuestros padres, hermanos y amigos por su apoyo y comprensión durante nuestra época de estudiantes.
- A la Universidad Nacional Autónoma de México, por la formación profesional que nos brindó y la oportunidad de aspirar a una vida mejor a través de una carrera.
- A nuestros profesores por transmitirnos los conocimientos técnicos y vivencias que ampliaron nuestro panorama.
- A la empresa “Proyectos Asesoría y Control de Calidad S.A de C.V.” por las facilidades otorgadas para la obtención de información.
- A la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por las facilidades otorgadas para consultar la normatividad que rige la mayor parte de este proyecto.
- A nuestros sinodales. El Ing. José Mario Avalos Hernández, La Ing. Maridel Zarate Morales, El Ing. José Antonio Dimas Chora. y La Ing. María Elena Solís Estrada.
- A nuestro director de tesis, El M en I Mario Sosa Rodríguez.

### **Agradecimientos Particulares (Efrén Pichardo Peña)**

- A mi padre: Sr. Efrén Pichardo Rivera, con eterno agradecimiento por haberme inculcado valores éticos y morales que me ayudaron para realizarme profesionalmente.
- A la memoria de mi madre; hubiese agradado compartir con ella, este logro profesional y se lo dedico en su memoria.
- A mi esposa: Sara California Jiménez por todo su apoyo y comprensión durante la elaboración de la tesis.
- A mis hermanos: Lucía, Patricia, David por el apoyo incondicional que me han brindado en toda mi vida.
- A mis sobrinos: Edder Díaz; Leonel Díaz; Horacio Díaz; Paty Sánchez; Mario Sánchez; Jordan Sánchez. Siempre tendrán mi apoyo incondicional.
- A mis tíos: Lucila Pichardo ;Isaac Pichardo; Eliceo Pichardo; Felix Peña; Noe Peña; Juanita Peña; Obdulia Peña y Olga rosales
- A mis primos, Alma Pichardo; Isaac Pichardo; Rebeca Pichardo; Emmanuel Pichardo ;Angelica Romero; Olivia Romero; Lorena Peña; Felix Peña; Eva Itzel Peña; Guillermo Peña; Mario Peña; Manuel Peña; Leticia Valencia; Marcela Valencia; Enrique Valencia; Alicia Valencia.
- A mis amigos; Adrián Macías Santos; Aaraón Martínez Cohetero; Lenin Ramírez Ramos; Enrique Sánchez Lara; Nayeli García López; Nayeli Espinoza Mendoza; Ernesto Miguel Campos de la Rosa; Javier Díaz Ramos por brindarme su amistad apoyarme durante mi estancia en la universidad y profesionalmente.

-A mis maestros que me impartieron clase en la FES Aragón, por compartir sus conocimientos y experiencia.

-A mi prima la Ing. Alma Pichardo Borgonio, por el apoyo y la orientación recibida para la conclusión de este trabajo.

-A mi amigo el Ing. Agustín Gómez por la información y las asesorías técnicas.

### **Agradecimientos Particulares (Adrián Macías Santos)**

A mi madre Martha Patricia Santos Delgadillo, por el apoyo incondicional, la confianza y el cariño que siempre me permitió continuar.

A mi padre Guillermo Macías Ortiz, por la sinceridad que me mantuvo apegado a mi realidad.

A mi hermana Diana Macías Santos, por escucharme siempre y ser mi amiga.

A mi novia Ivonne Alvarado Alvarado, por impulsarme para ser un hombre mejor.

A mi amigo Frogs, 13 años y contando desde que iniciamos este viaje en la universidad.

A Javier Carlos y Arahel. Por compartir el sueño de aspirar a una vida mejor y descubrir que tenemos la fuerza para hacer que las cosas sucedan.

A Lenin, Aarón y Efrén. Agradezco su amistad y solidaridad, que siempre me dio fuerzas para continuar hasta el final.



Índice.	Página.
Introducción.	1
I.- ANTECEDENTES	2
I.1.-LOCALIZACIÓN	2
I.2.- INSTALACIONES PRINCIPALES	4
I.3.- CLIMA	6
I.4.- RELIEVE	8
I.5.- GEOLOGÍA Y GEOFORMOLOGÍA	10
I.6.- TOPOGRAFÍA	12
I.7.- SISMICIDAD	12
I.8.- EDAFOLOGÍA	13
I.8.1.- Tipos de Suelo.	13
I.8.2.- Usos de Suelo.	14
I.8.3.- Clasificación de uso de suelos	15
I.9.- HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA.	17
I.9.1.- Uso de los cuerpos de Agua.	20
I.10.- OPERACIÓN ACTUAL.	20
II.-ESTUDIOS PREVIOS	22
II.1.- GENERALIDADES	22
II.2.- ESTUDIO TOPOGRÁFICO	22
II.3.- PLANTA TOPOGRÁFICA	23
II.3.1.- Secciones Transversales	24
II.4.- ESTUDIO DE BANCO DE MATERIALES	26
III.- PROYECTO EJECUTIVO	33
III.1.- DEFINICIONES BÁSICAS	33
III.2.- DISTANCIAS DECLARADAS Y CÁLCULO	34
III.3.- PROYECTO GEOMÉTRICO DE PISTA	38
III.3.1.- Pendiente entre puntos de intersección.	40
III.3.2.- Coeficiente de Fricción.	41
III.4.- PROYECTO GEOMÉTRICO DE MÁRGENES	41
III.4.1.- Recomendaciones para el diseño de márgenes	41
III.5.- PROYECTO GEOMÉTRICO DE FRANJAS DE PISTA	42
III.5.1.- Longitud de las franjas de pista	43
III.5.2.- Parámetros de resistencia para franja nivelada	44
III.6.- PROYECTO GEOMETRICO DE RESA	45
III.6.1.- Parámetros para diseño de Resa	46
III.7.- PROYECTO GEOMÉTRICO DE ZONA DE PARADA	46
III.7.1.- Parámetros de diseño para zona de parada.	47
III.8- PARAMETROS DE DISEÑO PARA SEÑALIZACIÓN DE PISTA.	48
III.8.1.- Distancias desde el eje de la pista.	48
III.8.2.- Fragilidad.	49
III.9.- PROYECTO DE DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA	51



III.9.1.- Asfalto definición y clasificación	52
III.9.2.- Cementos asfálticos	53
III.9.3.- Emulsiones asfálticas	55
III.9.3.1.- Tipos de emulsiones asfálticas	57
III.10.- CARPETAS ASFÁLTICAS	60
III.10.1.- Normatividad de materiales utilizados en carpetas asfálticas	60
III.10.1.1.- Equipo a utilizar para la colocación de carpeta asfáltica	62
III.11.- CORTE EN FRIO DE CARPETA ASFALTICA	79
III.11.1.- Procedimiento de corte en frio	80
III.11.2.- Procedimiento de riego de liga	82
III.12.- DESMONTAJE Y DESPALME DE FRANJAS DE SEGURIDAD	89
III.13.- MATERIALES	92
III.14.- MAQUINARIA Y EQUIPO	96
III.15.- METODOS DE DISEÑO DE MEZCLAS ASFALTICAS	99
III.15.1.- Método Marshall	99
III.16.- MÉTODO SUPERPAVE	101
III.16.1.- Pruebas al agregado mineral	102
III.16.2.- Pruebas a las mezclas asfálticas	104
III.16.3.- Contenido de asfalto efectivo	110
III.17.- RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO	114
III.17.1.- Procedimientos aplicados para pruebas de laboratorio	118
III.18.- PRUEBA DE PERMEABILIDAD	126
CONCLUSIONES	132
ANEXOS	134
BIBLIOGRAFÍA	138



## INTRODUCCIÓN.

Dentro del programa de Inversión que realizará el Grupo Aeroportuario del Pacífico en el Aeropuerto de Aguascalientes, S.A. de C.V. se ha programado realizar una serie de inversiones que tienen como finalidad adecuar las características físicas de la infraestructura existente con lo establecido en las Normas Internacionales y Métodos Recomendados por la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI).

Actualmente opera el avión Boeing 737. el cual determina una categoría de instalaciones 4C, sin embargo la tendencia de los equipos de vuelo en el país es hacia aviones que requieren instalaciones del tipo 4D como son los A319 y A320.

Con la finalidad de dar cumplimiento a esta normatividad, se realizará un proyecto de rehabilitación de zonas operacionales, esto a su vez permitirá que las actividades aeroportuarias se lleven a cabo de manera más eficiente salvaguardando la integridad tanto de los usuarios como de los trabajadores dentro de un marco normativo internacional, que certificará que las condiciones de infraestructura serán las idóneas brindando un servicio de calidad y eficiente.



## I.- Antecedentes

### I.1.- Localización

**Aguascalientes.** Se localiza en el centro del país, a unos 480 km al noroeste de la ciudad de México. Al norte, noreste y oeste limita con el estado de Zacatecas, con el que tiene más de la mitad de sus límites, y al sur y sureste con el estado de Jalisco, su otro vecino. El estado de Aguascalientes es muy pequeño y sólo colinda con otros dos estados. Tiene una extensión territorial de 5.471 km<sup>2</sup>, lo que representa el 0,03% de la superficie total de México. En el estado atraviesa parte de la Sierra Madre Occidental.



Figura I.1.1 localización de Aguascalientes





**El Aeropuerto de Aguascalientes, S.A de C.V. (LIC. JESUS TERAN PEDEO)** se localiza a 24 KM. en la parte sur de Aguascalientes sobre la carretera panamericana KM. 22, con coordenadas (21° 42' N, 102° 19' W), fue terminado en el año 1983 año en el que se incluye a la red de Aeropuertos de ASA (Aeropuertos y Servicios Auxiliares)



Figura I.1.2 localización de la pista



Figura I.1.3 ubicación del aeropuerto



## I.2.-Instalaciones principales

Actualmente el Aeropuerto de Aguascalientes, se encuentra clasificado como un Aeropuerto Internacional de quinta categoría y cuenta con una superficie de 540.35 ha. Dentro de las instalaciones con las que cuenta el Aeropuerto Internacional de Aguascalientes actualmente se pueden mencionar las siguientes:

- **Dos Pistas** de pavimento asfáltico, la primera (17-35) tiene una dimensión de 3000 x 45 m; la segunda (04-22) tiene una dimensión de 1000 x 30 m, se encuentran dotadas con luces de borde y señalamientos.
- **2 Rodajes** denominados Alfa de 440 x 23 m, Bravo de 440 x 23 m, constituidas por pavimento tipo asfáltico, luces de borde y señalamiento.
- **Plataforma comercial**, con una superficie de 16,200 m<sup>2</sup>, con pavimento asfáltico, 3 posiciones, 0 de estas en contacto y 3 remotas, en esta plataforma se puede ubicar aviones de tipo B-727, contiene hidrantes, luces en el borde, señalamiento y alumbrado.
- **Plataforma de Aviación General**, con una superficie de 14,000 m<sup>2</sup>, con pavimento asfáltico, 28 posiciones Av. General, luces en el borde, señalamiento, 12 hangares.

En la **Zona Terminal** se cuenta con:

- **Edificio Terminal Comercial**, que tiene una capacidad de 275 pasajeros por hora, una superficie total de 2,220 m<sup>2</sup>, superficie PB 1,680 m<sup>2</sup>, superficie PA 540 m<sup>2</sup>, 9 mostradores, 3 basculas, 1 bandas de reclamo, 1 detectores de metales, 5 detector portátil, 1 detector de explosivos y 8 sanitarios.



Figura I.2.1 edificio terminal comercial

- **Sub. Elementos principales**, cuenta con un vestíbulo general con un área de 514 m<sup>2</sup>, vestíbulos de documentación con una área de 2,269 m<sup>2</sup>, Sala de última espera con 299 m<sup>2</sup>, sala de reclamo de equipaje, vestíbulo de bienvenida, concesiones, oficinas y áreas complementarias.
- **Edificio de Aviación General**, con capacidad de 275 pasajeros por hora, una superficie ND.
- **Estacionamientos**, el de aviación comercial cuenta con un área de 12,925 m<sup>2</sup>, con 230 lugares, el estacionamiento de aviación general tiene ND.

En cuanto a las **Instalaciones de Apoyo** se cuenta con:

- **Edificios de apoyo**, torre de control de 26.55 mh, Edificio Anexo 317.00 m<sup>2</sup>, casa de maquinarias con 475.00 m<sup>2</sup>, planta de energía, Bodega de carga de 100 m<sup>2</sup>, bodega fiscal.



- **Zona de combustibles**, en esta área se cuenta con combustibles del tipo de turbosina, Gas-avión 80/87, Gas-avión 100/130, 2 Carros tanque y dispensadores.



Figura I.2.2 instalaciones de apoyo

### I.3. Clima.

En términos generales, el clima en el estado de Aguascalientes es de carácter semiseco, con una temperatura media anual de 17.4°C y una precipitación pluvial media de 526 mm. El periodo de lluvias corresponde al verano; en las otras estaciones del año las lluvias que se registran son de baja intensidad. Existe una región en el suroeste, enclavada en una gran parte de la Sierra El Laurel, municipio de Calvillo, que presenta un clima templado y que por tener una reducida extensión no es digna de considerarse.

Predomina el clima semiseco en el 86% de su territorio, el 14% presenta clima templado subhúmedo localizado en el suroeste y noroeste del estado, ya que la sierra El Laurel y la Sierra Fría respectivamente, propician que la humedad aumente y la temperatura disminuya.

- **Fenómenos climatológicos.**- Por la zona en que se ubica el municipio de Aguascalientes, los fenómenos climatológicos que se presentan en las distintas



épocas del año son lluvias y heladas fuera de temporada, esto debido a los frentes fríos que se han hecho presentes en nuestro país, los cuales afectan a diversos Estados de la Republica Mexicana.

- **Temperatura promedio.-** Mensual, anual y extremas, de acuerdo a lo que establece la bibliografía del INEGI, con relación a la estación meteorológica más cercana al sitio del proyecto con la clave 01-001 y que se ubica en el Municipio de Aguascalientes, refiere para un periodo de 56 años una temperatura promedio anual de 18.4°C, con la menor en los meses de Diciembre y Enero de 15.5 °C y la mayor en los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto con una temperatura de 25.6°C.

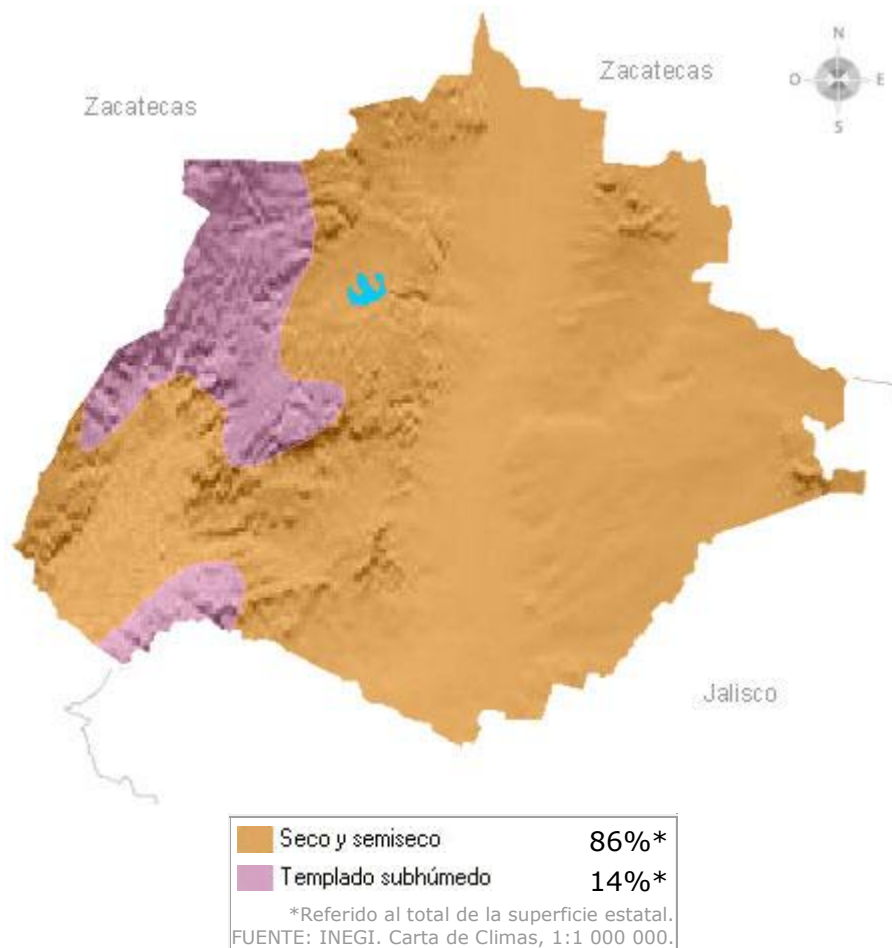


Figura I.3.1.- carta climática.



- **Precipitación pluvial.-** Se presenta con lluvias abundantes en el verano; la precipitación anual que se ha registrado en esta zona es de 518.4 mm, la precipitación mínima se observa en los meses de Noviembre, diciembre y Enero con un valor medio de 0.6 mm y la máxima en el mes de Junio y Agosto con un valor medio de 172.5 mm.
- **Vientos dominantes.-** Los vientos dominantes son alisios en dirección sureste – noreste durante el verano y parte del otoño.

#### I.4. Relieve

La superficie estatal forma parte de las provincias: Sierra Madre Occidental, Mesa Central y Eje Neovolcánico.

Al **centro** hay una llanura que se extiende de norte a sur, formando el valle de Aguascalientes, con una altitud de 2 000 metros sobre nivel del mar (msnm), en el norte y 1 800 al sur.

Al **nororiente** está la Sierra de Tepezalá, donde se ubica el cerro San Juan, con una altitud de 2 530 msnm.

Al **suroriente** se encuentra una sierra conformada por el cerro Los Gallos con 2 340 msnm y el cerro Juan El Grande con 2 500 msnm.

En el **centro oriente** predominan lomeríos que separan a otra llanura conocida como El Llano de 2 000 a 2 020 msnm.

En el **occidente** está la sierra con mesetas llamada Sierra Fría, es la mayor elevación de la entidad, con una altitud de 3 050 msnm.



Al **suroccidente**, en una parte baja entre serranías, se encuentra el valle de Calvillo, con diferencias de 2 000 a 1 600 msnm; está separado del valle de Aguascalientes por la sierra El Laurel, segunda elevación más alta del estado con 2 760 msnm.

Al **oeste** de la ciudad, hay una prominencia formada por el cerro El Picacho con 2 420 msnm y el cerro El Cabrito que en conjunto forman el cerro Del Muerto. Al sur los lomeríos son de origen volcánico.



Figura I.4.1 carta de relieve



## **I.5 Geología y Geoformología.**

El estado de **Aguascalientes** está comprendido dentro de tres grandes provincias geológicas que son: La Sierra Madre Occidental, La Mesa del Centro y El Eje Neovolcánico.

Las rocas que predominan en la entidad son las rocas ácidas. Les siguen en importancia las rocas sedimentarias de origen continental (areniscas y conglomerados) del terciario.

Dentro del estado existen afloramientos de rocas sedimentarias marinas del cretácico. Estas son importantes económicamente por ser las rocas almacenadoras de la mineralización en los distritos mineros localizados (Asientos-Tepezalá). Además, existen rocas metamórficas del triásico y del jurásico, aunque constituyen pequeños afloramientos.

Las rocas ígneas intrusivas están íntimamente relacionadas con la mineralización y se encuentran representadas por dos pequeños cuerpos que afectaron deformando y mineralizando a las rocas sedimentarias en la zona de Asientos-Tepezalá.

Los depósitos aluviales del cuaternario aparecen rellenando los principales valles del estado.

### **Provincia Sierra Madre Occidental**

Esta provincia ocupa la porción occidental del estado. Limita al oriente con la Mesa del Centro y hacia el sur con el Eje Neovolcánico.

Las rocas más antiguas de Aguascalientes se encuentran en esta provincia. Son pequeños afloramientos de rocas metamórficas (esquiscos) del jurásico. Sin embargo, esta provincia, en la parte que comprende al estado de Aguascalientes, está constituida principalmente por rocas del terciario, de origen volcánico, predominando las de composición ácida (rolitas, tobas e ignimbritas), aunque también existen algunos derrames de rocas ígneas extrusivas básicas.





En orden de importancia, siguen los depósitos sedimentarios de tipo continental, contruidos por areniscas, conglomerados y la asociación de ambos.

Por último, depósitos aluviales del cuaternario rellenan algunos valles de esta provincia.

Las principales estructuras geológicas que se presentan en esta porción de la provincia son fallas de tipo normal, fracturas y coladas de lava.



Figura I.5.1 carta geológica



Particularmente la zona de estudio se ubica dentro de las Provincias Fisiográfica Eje Neovolcánico y la Mesa del Centro, Subprovincias Fisiográficas de los altos de Jalisco y las llanuras de Ojuelos – Aguascalientes, los suelos que predominan en esta zona son rocas Ígneas extrusivas de la era Cenozoica del periodo Cuaternario, rocas Sedimentarias de la era Cenozoica del periodo Terciario y Suelo de la era Cenozoica del periodo Terciario.

Era	Periodo	Roca o suelo	% de la superficie estatal
Cenozoico	Cuaternario	Ígnea extrusiva	0.23
	Terciario	Sedimentaria	24.90
		Suelo	25.10

FUENTE: INEGI. Carta Geológica

Tabla I.5.2 características geológicas y morfológicas

### I.6.- Topografía

El estudio topográfico se efectuará en las áreas necesarias para el desarrollo del proyecto (levantamiento completo de toda la pista, rodajes, incluyendo sus márgenes, franjas y zonas de seguridad), y deberá incluir el levantamiento planimétrico y de altimetría en el cual se indicarán los límites de los elementos, en general todas las instalaciones y elementos que se encuentren en el área.

### I.7.- Sismicidad

El territorio nacional está clasificado de acuerdo al riesgo sísmico a que están sujetas las construcciones que se pretenden llevar a cabo en él, a esta clasificación se le conoce como regionalización sísmica, y depende de su magnitud, de acuerdo a esta clasificación el Municipio de Aguascalientes, Estado de Aguascalientes, zona donde se ejecutaran las obras para realizar el proyecto, se encuentra ubicada dentro de la zona "B" en el mapa de Regionalización Sísmica de la Republica Mexicana, esta es un zona intermedia en donde se registran sismos no tan frecuentemente o zona afectada por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.



Por lo anterior, el contexto geológico y sísmico estatal en forma concreta se puede determinar que existe la posibilidad de que ocurriera alguna eventualidad sísmica en esta área, si este fuera el caso, se puede garantizar que los trabajos que se efectuarán en la zona del Aeropuerto de Aguascalientes, no serán afectados debido a que el proyecto no es de gran magnitud y no afectará a ninguna otra instalación o infraestructura cercana a este.

## **I.8.- Edafología**

### **I.8.1.- Tipos de suelo.**

El Municipio de Aguascalientes presenta 4 tipos de suelo entre los que se encuentran el Feozem, Xerosol haplico, Planosol éutrico, y Litosol. Los cuales se describen a continuación:

**Feozem:** Son suelos que se encuentran en varias condiciones climáticas desde zonas semiáridas hasta templadas o tropicales muy lluviosas, así como en diversos tipos de terrenos, desde planos hasta montañosos. Puede presentarse casi cualquier tipo de vegetación en condiciones naturales. Sus características principales es una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y Castañosems, pero sin presentar las capas ricas en cal con que cuentan estos dos tipos de suelos. Los Phaezems son suelos abundantes en nuestro país y los usos que se les da son variados, en función del clima, relieve y algunas condiciones del suelo.

**Xerosol haplico:** tiene una capa superficial de color claro y muy pobre en humus; fluvisol eútrico, suelo formado por material transportado por el agua que no tiene estructura y solo presenta capas alternadas de arena, arcilla o grava que pueden ser profundas o someras.

**Planosol éutrico:** Es un suelo con una capa intermedia decolorada y muy permeable, localizada entre la capa superficial y el subsuelo arcilloso o tepetate (fase dúrica) que ocasiona un drenaje deficiente.

**Litosol:** Los suelos tipos litosol se componen de gran parte por arenas (60-92 %) y en menor escala por arcillas y limos, presentando espesores que fluctúan entre los 10 y 45 cm,



reposando sobre rocas ígneas extrusivas ácidas cuyos afloramientos dieron como resultado la formación de estos suelos.

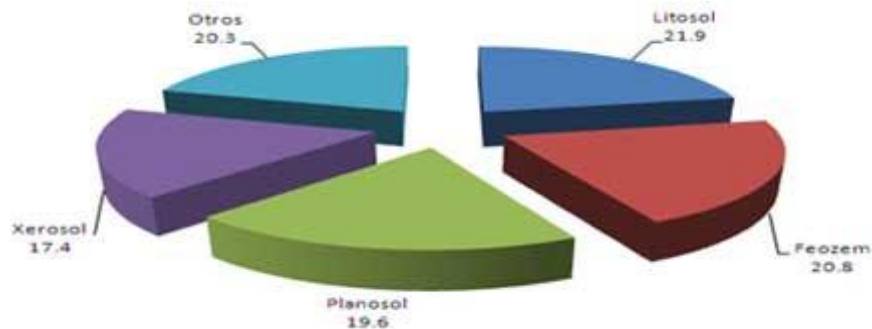


Tabla I.8.1.1 distribución porcentual suelos

## I.8.2 Uso de suelo

El área que rodea el Municipio de Aguascalientes, sitio en donde se ubica el Aeropuerto de Aguascalientes y lugar en donde se efectuar el proyecto, se encuentra rodeada por terrenos en donde se practica la agricultura de riego que con forma un 80% del Municipio y el resto esta ocupado por agricultura de temporal, matorrales nopaleras y pastizales. Al Oriente existen los suelos más pobres donde la principal limitante para la agricultura es la profundidad del suelo; a ella se agregan la deficiencia de nutrientes y la nula utilización de fertilizantes.

En lo que se refiere a la zona urbana, la distribución de la infraestructura en el Municipio de Aguascalientes es adecuada, mientras que en la zona conurbada con la ciudad la distribución es deficiente.

La ciudad de Aguascalientes orienta su crecimiento físico en tres direcciones: Norte, Sur y Poniente (hacia 1971 la tendencia de conurbación se acentuaba entre los Municipios de



Aguascalientes y Jesús María a lo largo de la carretera que los une); sobre tierras de óptima capacidad agrícola y ocupadas por agricultura de riego. Debido a esta situación el anterior aeropuerto quedó envuelto por la mancha urbana; siendo esto una de las razones que motivó a que se buscara un sitio adecuado para la construcción del nuevo aeropuerto (Aeropuerto Actual).



Figura I.8.2.1 Tipos de suelo.

### I.8.3 Clasificación de uso de suelos.

- A. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y su área de influencia: Infraestructura aeroportuaria, áreas urbanas, áreas destinadas para la explotación, agropecuaria y conservación.
- B. Uso(s) del suelo permitido(s) en el sitio o área del proyecto, de acuerdo con los instrumentos normativos y de planeación: de acuerdo con el Plan de Desarrollo



Urbano de Aguascalientes, el uso de suelo esta permitido en el sitio del proyecto es para la infraestructura aeroportuaria.

- C. Uso de suelo propuesto por el proyecto: Infraestructura Aeroportuaria.
- D. Uso de suelo condicionado o restringido de acuerdo con los instrumentos normativos y de planeación: con respecto a este proyecto no se tiene Ninguno, debido a que todo se realizará dentro de las instalaciones del aeropuerto.

Uso prohibido del suelo de acuerdo con los instrumentos normativos y de planeación: Ninguno, ya que los trabajos se efectuaran dentro de las instalaciones del aeropuerto y esta zona se encuentra destinada para las actividades de aeronáuticas como se menciona en el Plan Maestro Aeropuerto de Aguascalientes.

Núm.	Usos del suelo	Clave	A	B	C	D	E
1	Agrícola	Ag					
2	Pecuario	P					
3	Forestal	Fo					
4	Pesquero	Pe					
5	Acuícola	Ac					
6	Asentamientos humanos <sup>1</sup>	Ah					
7	Infraestructura	If	1				
8	Turístico	Tu					
9	Industrial	In					
10	Minero	Mi					
11	Conservación ecológica <sup>2</sup>	Ff, Cn					
12	Áreas de atención prioritaria <sup>3</sup>	An					
13	Actividades marinas	M					

- 1 Incluye localidades urbanas, suburbanas y rurales.
- 2 Incluye las categorías Flora y fauna (Ff) y Corredor natural (Cn).
- 3 Incluye áreas naturales protegidas, zonas de interés histórico y cultural, y zonas de protección especial.

Figura 1.8.3.1 Usos de Suelo



### I.9.-Hidrología superficial y subterránea.

La zona en donde se efectuará el proyecto pertenece a la Región Hidrológica No.12 (RH12) Lerma – Santiago, y pertenece a la Cuenca del Río Verde Grande; La red hidrológica que drena el Municipio de Aguascalientes comprende a los ríos San Pedro, Morcinique El Chicalote; los arroyos San francisco, La Avena, El Salto de los Montoros, Calvillito y San Pedro; vasos de captación, entre los que destacan El Niágara, El Muerto, San Nicolás y San Bartolo; el agua subterránea se mueve a lo largo de la corriente superficial de la cuenca Aguascalientes-Chicalote-El Llano; el potencial subterráneo se extrae a través de pozos profundos, lo que ha originado un abatimiento de los mantos freáticos. Se pueden apreciar las corrientes y cuerpos de agua que se encuentran en el Estado de Aguascalientes, concretamente las que se ubican cerca de la zona del proyecto.

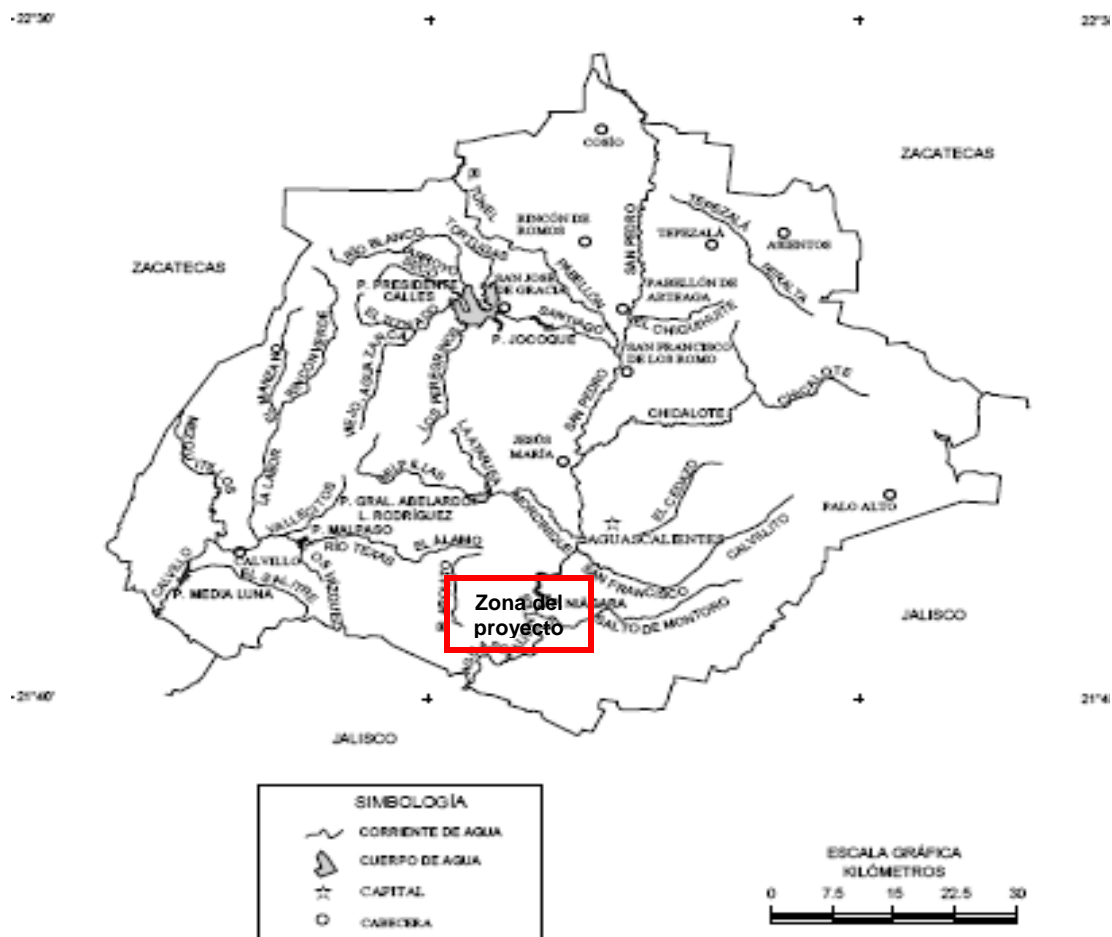


Figura I.9.1 Corrientes y cuerpos de aguas del estado de Aguascalientes.



### **Región hidrológica Lerma-Santiago**

La parte que corresponde a esta región dentro del estado de Aguascalientes es la más importante, no sólo por representar el 98% de la superficie estatal sino por incluir prácticamente el total de su población y el de la industria existente. De toda esta parte del estado se desprenden ríos tributarios que son los afluentes principales del Río Santiago y que algunas ocasiones son orígenes de estos mismos.

### **Cuenca Río Verde Grande**

Se ubica esta cuenca en toda la parte norte y centro en toda la porción sur y sureste del estado de Aguascalientes, y drena una superficie de 4 384.37 Km<sup>2</sup>. El Río Verde Grande es el más importante de los afluentes derechos del Río Grande Santiago; se origina en el estado de Zacatecas donde se desarrolla la parte más elevada de su cuenca: Río San Pedro, Río Aguascalientes, Río Encarnación, Río Chicalote y Río Morcinique, que pertenecen al estado de Aguascalientes.

La corriente del Río Aguascalientes tiene su origen justo al norte de la ciudad de Aguascalientes, y sigue la dirección sur hasta terminar en la unión con el Río Verde Grande.

### **Cuenca Río Juchipila**

Drena una superficie de 1 201.16 km<sup>2</sup>; La porción correspondiente al estado se ubica en toda la parte oeste y suroeste.

La corriente principal de esta cuenca tiene su origen 10 km al sur de Zacatecas y conserva una dirección general al suroeste con un recorrido total de 250 km hasta su confluencia en el Río Grande Santiago. Las subcuencas intermedias son: Río Calvillo, que es uno de los afluentes principales del Río Juchipila y Río Zapoqui ubicado al norte de esta cuenca.





## Región hidrológica el Salado

Esta región es una de las vertientes anteriores más importantes del país, por ser un conjunto hidrogáfico constituido por una serie de cuencas cerradas de diferentes dimensiones.

Esta región hidrológica aporta muy poco volumen de agua al estado de Aguascalientes y se ubica en una pequeña porción al noreste del estado. Sólo una cuenca queda dentro de los límites que corresponden a este último.

## Cuenca San Pablo y otras

Esta cuenca, que cuenta con 73.17 km<sup>2</sup> de superficie, no presenta escurrimientos ni almacenamientos importantes, y tiene una sola subcuenca intermedia: la presa San Pablo.



Figura I.9.2 mapa de regiones hidrológicas .



### 1.9.1 Uso de los cuerpos de agua

Cerca de la zona en donde se realizará el proyecto no se encuentran ningún cuerpo de agua de importancia, por lo que las actividades que se efectuaran en el proyecto no se afectaran cuerpos de agua, ya que el agua que se requiera para efectuar los trabajos será abastecida por medio de pipas que trasladaran el agua desde la Ciudad de Aguascalientes o de los municipios aledaños al área del proyecto.

### 1.10 Operación actual

El **tráfico de pasajeros domésticos** en el tercer trimestre 2009 comparado con el tercer trimestre 2008 registró un decremento neto de 280.8 miles de pasajeros, principalmente en los Aeropuertos de Tijuana con 68.2 miles, Guadalajara con 63.2 miles, Puerto Vallarta con 41.2 miles, Guanajuato con 39.4 miles, Aguascalientes con 29.0 miles, Los Cabos con 21.2 miles, Morelia con 14.5 miles, Mexicali con 13.5 miles, Hermosillo con 10.5 miles y Manzanillo con 2.4 miles, decrementos compensados por un incremento de 7.2 miles en Los Mochis y en La Paz de 15.1 miles.

En lo que respecta al **Aeropuerto de Aguascalientes** su decremento fue causado por la reducción de tráfico en rutas desde y hacia México, Toluca, Tijuana, Monterrey y Puerto Vallarta, explicado principalmente por la suspensión de operaciones de Alma, y al cese de operaciones de Click de Mexicana, este último durante el segundo semestre de 2008.



**Pasajeros terminales domésticos (en miles):**

Aeropuerto	3T08	3T09	Variación	Acum 08	Acum 09	Variación
Guadalajara	1,236.6	1,173.4	-5.1%	3,846.4	3,256.5	-15.3%
Tijuana	984.0	915.8	-6.9%	3,111.1	2,529.1	-18.7%
Puerto Vallarta	257.5	216.3	-16.0%	707.7	565.6	-20.1%
Los Cabos	253.0	231.8	-8.4%	683.1	625.3	-8.5%
Hermosillo	285.6	275.1	-3.7%	924.4	828.1	-10.4%
Guanajuato	180.0	140.6	-21.8%	532.8	384.5	-27.8%
Morelia	77.7	63.2	-18.7%	259.4	177.2	-31.7%
Mexicali	132.8	119.3	-10.1%	400.8	355.5	-11.3%
La Paz	118.7	133.8	12.8%	361.6	347.8	-3.8%
Aguascalientes	88.7	59.7	-32.7%	258.0	163.8	-36.5%
Manzanillo	26.3	23.8	-9.5%	87.4	68.3	-21.9%
Los Mochis	47.3	54.5	15.2%	162.8	136.4	-16.2%
<b>Total</b>	<b>3,688.2</b>	<b>3,407.4</b>	<b>-7.6%</b>	<b>11,335.4</b>	<b>9,438.0</b>	<b>-16.7%</b>

Tabla 1.10.1 pasajeros domésticos en miles

**Pasajeros terminales internacionales (en miles):**

Aeropuerto	3T08	3T09	Variación	Acum 08	Acum 09	Variación
Guadalajara	567.4	566.2	-0.2%	1,665.6	1,496.4	-10.2%
Tijuana	7.3	6.1	-16.4%	21.7	16.3	-24.8%
Puerto Vallarta	388.8	242.7	-37.6%	1,856.6	1,450.1	-21.9%
Los Cabos	427.0	348.1	-18.5%	1,617.4	1,366.7	-15.5%
Hermosillo	23.3	21.0	-9.7%	77.3	59.4	-23.1%
Guanajuato	109.3	104.8	-4.1%	335.7	276.9	-17.5%
Morelia	50.1	53.0	5.9%	143.6	164.1	14.3%
Mexicali	1.1	0.7	-36.1%	3.5	2.8	-19.2%
La Paz	9.7	6.4	-33.9%	39.9	24.4	-38.8%
Aguascalientes	26.0	22.0	-15.4%	78.8	49.8	-36.8%
Manzanillo	6.5	4.9	-25.5%	87.3	71.3	-18.4%
Los Mochis	1.4	1.1	-23.6%	7.8	4.1	-47.8%
<b>Total</b>	<b>1,617.8</b>	<b>1,377.0</b>	<b>-14.9%</b>	<b>5,935.3</b>	<b>4,982.4</b>	<b>-16.1%</b>

Tabla 1.10.2 pasajeros internacionales en miles



## II.- ESTUDIOS PREVIOS.

### II.1.-Generalidades.

El levantamiento topográfico para realizar los trabajos debe estar basado en los Bancos de Nivel Maestros existentes en el fuste de la Torre de Control y en las cercanías del VOR, que contienen coordenadas geográficas de longitud, latitud y elevación en metros sobre el nivel del mar, debiéndose colocar como mínimo dos bancos de nivel fuera de la zona de proyecto.



Figura II.1.1.Los bancos de nivel maestros referenciadas cercanías del VOR.

### II.2.- Estudio Topográfico.

De acuerdo con el banco maestro establecido, se deberán colocar como mínimo dos bancos de nivel fuera de la zona de proyecto; a estos se les deberá colocar una placa metálica con los datos de coordenadas geográficas respectivas.

Para garantizar el trazo en campo del proyecto geométrico de las obras a realizar, se conformará una poligonal de apoyo envolvente del área de trabajo. Estas poligonales se efectuarán empleando equipo electrónico, para medición de distancias, y teodolito Wild T-2 o equivalente para mediciones angulares. Se realizará una orientación astronómica al inicio de la poligonal con el objeto de precisar rumbos, y una liga a un vértice conocido para establecer un sistema de coordenadas.



Figura II.2.1 .Brigada de topografía realizando trazo con equipo electrónico.

Los puntos importantes se harán referenciados con mojoneras de concreto de 15 X 30 X50 cm, con varilla de 3/8" de diámetro al centro, colocados en línea y a cada 20 m sobre el eje de trazo mismo que deberá estar fuera de la zona a rehabilitar.



Figura II.2.2 Mojonera de referencia para el proyecto.

### II.3.-Planta Topográfica.

Sera a escala 1:500, con curvas de nivel a cada 20 m en las que se muestren todos los puntos de interés que existan sobre la superficie estudiada. Estas plantas se harán en un área que incluya por lo menos 45 m fuera de las franjas de seguridad, con lo que se verificará que se cumpla en franjas con la Normatividad establecida por la OACI.

**La nivelación** del trazo de cada elemento sobre el hombro de la pista a cada 20 m y en las zonas de transición y/o puntos que así lo requieran (Deberá elaborarse plano para cada una



de las transiciones de las superficies proyectadas con algún otro elemento). Se establecerán bancos de nivel a cada 500 m; puntos de liga (PL) a cada 150 m y se ubicarán sobre elementos fijos (no deberán colocarse sobre tornillos de lámparas ó similares), los cuales quedarán debidamente señalados en campo. Se elaboraron planos de perfil en escala 1:200 horizontal y 1:20 vertical, para ligar a un banco de nivel geodésico ubicado, estableciendo circuitos cerrados a cada kilómetro, empleando un nivel automático Wild NA-2, o equivalente, y estadales de precisión del tipo Wild GWL o similares.



Figura II.2.3 Brigada de topografía realizando nivelación diferencial.

### II.3.1.- Secciones Transversales.

Se realizará el levantamiento de las secciones transversales al eje de trazo a cada 20m, empleando nivel fijo con los anchos necesarios para garantizar la configuración de los siguientes elementos:

- Márgenes de Pista.
- Márgenes de Calles de Rodaje.
- Franjas de Pista.
- Franjas de Calles de Rodaje.
- Áreas de Seguridad de Extremo de Pista.



**Perfil longitudinal:** Se realizará sobre el eje del elemento por proyectar, secciones transversales a dicho eje a cada 20 m y en los puntos de interés, tales como el inicio o fin del elemento estudiado, transiciones, cambio de pavimento, cambio de plataforma, etc.; los perfiles y las secciones tendrán una longitud que comprenda, en su caso hasta por lo menos 45 m fuera de la franja de seguridad de pista, así como un traslape mínimo de 100 m sobre los elementos existentes (calles de rodaje, plataforma de aviación general, pista 16-34, etc.).

**Levantamiento planimétrico:** Se realizará en el área que se rehabilitará, elaborando plantas a escala 1:500, que muestren todos los detalles existentes en dicha zona, incluyendo elevaciones de piso en los puntos de más interés.



## II.4.- Estudio de banco de materiales

Se investigaron y analizaron como mínimo dos bancos de materiales que se encuentren en la zona de explotación de agregados pétreos con la finalidad de tener un inventario aceptable, para la fabricación de concreto asfáltico y/o concreto hidráulico, indicando si cuentan con autorización de la Autoridad Ambiental correspondiente para su explotación.



CENTRO SCT AGUASCALIENTES  
UNIDAD GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS  
**INVENTARIO DE BANCOS DE MATERIALES 2008**

AGS/02

CARRETERA: LEON-AGUASCALIENTES

BCO. NUM.	NOMBRE	KILOMETRO	DESVIACION	FECHA ESTUDIO	FECHA DE ACT.	TIPO PROP.	TIPO MATERIAL	TRATAMIENTO	VOLUMEN X 1000 m <sup>3</sup>	ESPESOR DESPALME (m)	USOS PROB.	USO EXPL.	RESTRICC. ECOLOG.	ASPEC. ECONOM.
0001	EL REFUGIO	109+800	D 6300	ABR-94	AGO-08	EJIDAL	RIOLITA	TTC	0130	00.6	4-5-6-8-10	SR	POSIBLES	ACEP.
0049	EL GABINAL	111+500	I 18700	AGO-04	AGO-08	EJIDAL	BASALTO	TTC	0030	00.5	2-5-10	SR	POSIBLES	ACEP.

CARRETERA: AGUASCALIENTES-ZACATECAS

0004	GARABATO	021+500	I 14700	JUL-95	AGO-08	EJIDAL	BASALTO	TTC	0040	00.7	2-5-8	SR	POSIBLES	ACEP.
0005	LA PUNTA	050+400	I 800	OCT-98	AGO-08	PART.	ANDESITA	TTC	0050	00.5	5-6-7-8-9-10	SR	NO EXISTEN	CONVE.
0044	LA PUNTA II	054+600	I 2000	AGO-01	AGO-08	EJIDAL	ANDESITA	TTC	0240	00.4	5-6-7-8-9-10	SR	NO EXISTEN	CONVE.
0023	SACRAMENTO	030+800	I 3000	JUL-95	AGO-08	PART.	GRAVA-ARENA	TPCL	0010	00.4	8-10	NR	POSIBLES	CONVE.
0029	MICROONDAS	039+830	I 5600	JUN-95	AGO-08	PART.	RIOLITA	TTC	0095	00.6	2-5-6-8-10	SR	NO EXISTEN	CONVE.
0035	PUNTE NEGRO	060+300	I 03000	JUL-95	AGO-08	PART.	GRAVA-ARENA	TPCL	0040	00.8	2-5-6-7-8-10	NR	POSIBLES	CONVE.
0048	SAN CARLOS	17+800	I 11000	AGO-04	AGO-08	EJIDAL	BASALTO	TTC	080	00.8	2-5-6-8-10	SR	POSIBLES	CONVE.
0050	EL PEDERNAL	17+800	I 9800	AGO-05	AGO-08	EJIDAL	BASALTO	TTC	080	00.8	2-5-6-8-10	SR	POSIBLES	CONVE.
0052	HERMANOS ARMENDARIZ	17+800	I 13000	JUL-08	AGO-08	EJIDAL	BASALTO	TTC	100	00.8	2-5-6-8-10	SR	POSIBLES	CONVE.

CARRETERA : PROVIDENCIA – LUIS MOYA

0011	EL COESILLO	040+500	D 02000	ABR-94	AGO-08	PART.	RIOLITA	TTC	0100	00.3	5-6-7-8-10	SR	POSIBLES	CONVE.
0015	GORRIONES	012+200	D 10500	JUL-95	AGO-08	EJIDAL	RIOLITA	TTC	0100	00.5	5-6-7-8	SR	NO EXISTEN	ACEP.

CARRETERA T AGUASCALIENTES/ZACATECAS – SAN MARCOS

0016	RANCHO NUEVO	017+700	I 08000	JUL-95	AGO-08	EJIDAL	ARENISCA	D	0012	00.3	1-2	NR	POSIBLES	CONVE.
0019	CHARGO AZUL	029+960	D 07650	AGO-86	AGO-08	EJIDAL	RIOLITA	TTC	0200	00.2	4-5-6-8-10	SR	CONSIDER.	CONVE.
0022	LA PIEDRERA	041+700	I 004200	JUN-86	AGO-08	EJIDAL	RIOLITA	TTC	0500	00.2	5-6-7-8-10	SR	POSIBLES	CONVE.
0024	LOS CUATES	042+000	I 02500	JUN-86	AGO-08	EJIDAL	RIOLITA	TTC	0500	00.2	5-6-7-8-10	SR	POSIBLES	CONVE.
0030	CIENEGA GRANDE	042+200	D 00100	JUN-86	AGO-08	PART.	RIOLITA	TTC	0060	00.2	5-6-7-8	SR	POSIBLES	CONVE.

NOMENCLATURA Y ABBREVATURAS UTILIZADAS:

- FECHA DE ACTUALIZACION (FECHA DE ACT.)	- TIPO DE MATERIAL CONG.- CONGLOMERADO VOLC.- VOLCANICO	- TRATAMIENTO NR.- NO REQUIERE D.- DISGREGACION C.- CRIBADO TP.- TRITURACION PARCIAL TT.- TRITURACION TOTAL L.- LAVADO TPC.- TRITURACION PARCIAL Y CRIBADO	TTC.- TRITURACION TOTAL Y CRIBADO CL.- CRIBADO Y LAVADO TPL.- TRITURACION PARCIAL Y LAVADO TTL.- TRITURACION TOTAL Y LAVADO TPCL.- TRITURACION PARCIAL, CRIBADO Y LAVADO EA.- ESTABILIZACION CON ASFALTO ECP.- ESTABILIZACION CON CEMENTO PORTLAND	- USOS PROBABLES 1.- REVESTIMIENTO 2.- SUB-BASE 3.- SUB-SALASTO 4.- SALASTO 5.- BASE 6.- CONCRETO ASFALTICO 7.- MEZCLA ASFALTICA EN EL LUGAR	8.- SELLO 9.- MAMPONERIA 10.- CONCRETO HIDRAULICO 11.- ESCOLLERAS	- RESTRICCIONES ECOLOGICAS CONSIDER.- CONSIDERABLE ASPECTOS ECONOMICOS CONVE.- CONVENIENTE ACEP.- ACEPTABLE
--	---	---	--	---	--	---

Tabla II.4.1 Tabla inventario de secretaria comunicaciones y transportes.



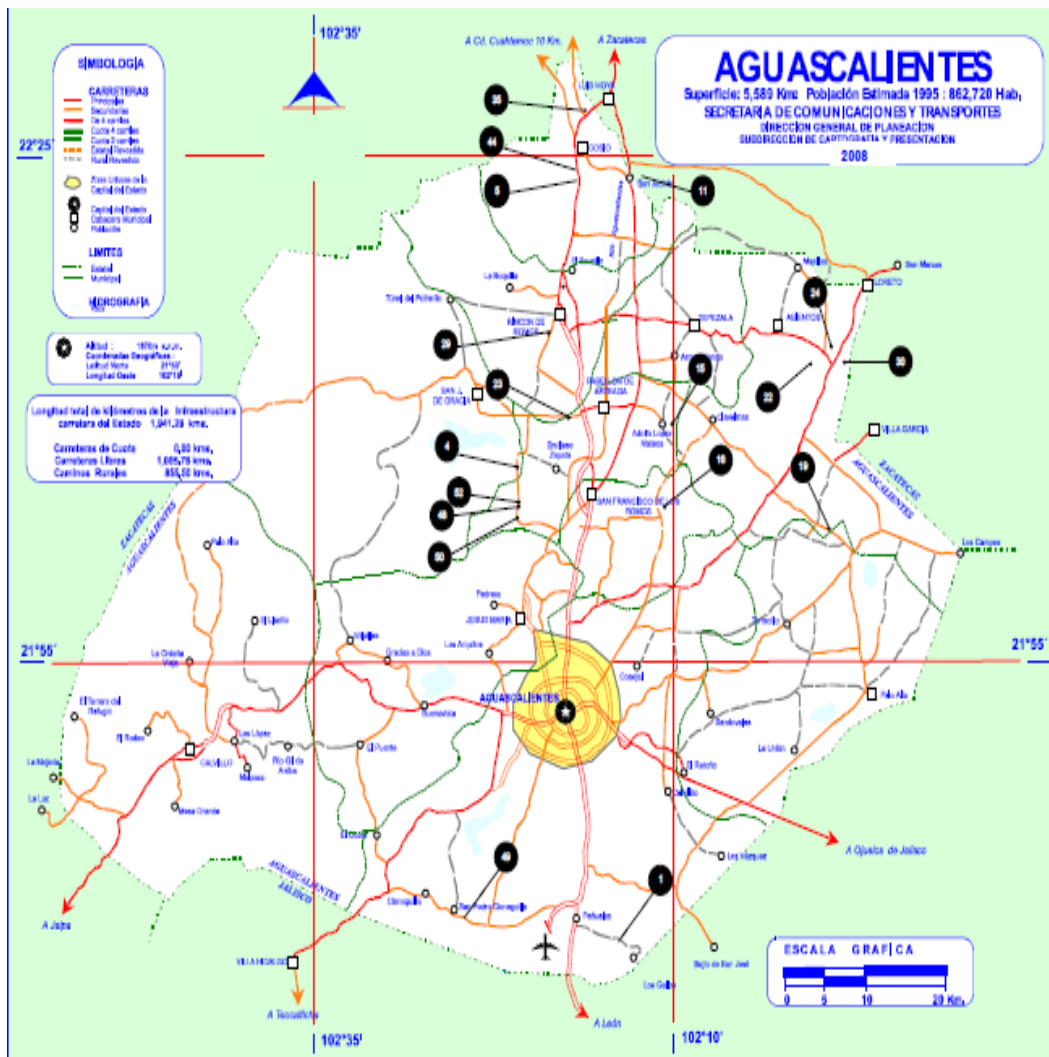


Figura II.4.2. Localización de bancos materiales.

De cada uno de los bancos se extraerán muestras representativas de sus actuales frentes abiertos, para su análisis en laboratorio, definiendo su ubicación, los tipos de materiales aprovechables, su volumen disponible, la capacidad de producción por hora de sus equipos de trituración, los tratamientos requeridos, distancias de acarreo al sitio de los trabajos y régimen de propiedad.



Figura II.4.3. Banco de materiales tres marías



Figura II.4.4. Banco de material puente el salto.



Figura II.4.5 Banco de material señor Ramón



## CUADRO DE BANCOS

VRS del material	Para emplearse	Permiso de Explotación SEMARNAT	Localización	Tipo de material explotable	Volumen aprovechable aprox. (m3)	VSR del material	Para emplearse
1	Tres marías		a 30 Km del Aeropuerto	Material para Base hidráulica		96	De referencia
2	Puente el Salto	No se informo	a 11 Km del Aeropuerto L/izq. Carretera federal No. 45	Terracería con calidad de Sub-yacente ó Sub-rasante	6,000,000.00	66.1	Franjas de seguridad
3	Señor Ramón	No se informo	a 9.0 Km del Aeropuerto L/izq. Carretera federal No. 45	Terracería con calidad de Sub-yacente ó Sub-rasante	3,750,000.00	30	Franjas de seguridad

Tabla II.4.6. Tabla de explotación.

Con objeto de contar con la información completa de los materiales producidos por los bancos analizados, se clasificarán las muestras representativas para terracerías y capa subrasante, de acuerdo al SUCS, determinándoles sus límites de consistencia líquido y plástico (LL y LP) y su composición granulométrica o porcentajes de finos en suelos típicos. A muestras representativas de estos bancos se les determinarán sus respectivos valores relativos de soporte (CBR), para diseño, aplicando la tecnología recomendada por el Cuerpo de Ingenieros de los E.E.U.U.

Así mismo a las muestras integrales para sub-base y base, se les determinará su composición granulométrica. Sus características de plasticidad serán definidas mediante sus límites de consistencia líquido y plástico (LL y LP) y su equivalente de arena.

Además se les determinará su peso volumétrico seco máximo, en prueba AASHTO modificada y su valor relativo de soporte (CBR) estándar.



Los agregados pétreos obtenidos en bancos para construir las carpetas de concreto asfáltico, en la alternativa de pavimento flexible, se ensayarán para determinar sus propiedades granulométricas, densidad y absorción de gruesos y finos, desgaste de “Los Ángeles”, forma de las partículas y afinidad con producto asfáltico. La mezcla se diseñará por el método Marshall.




Deberán analizarse también los agregados para concreto hidráulico.

	<b>TERRACERIAS CARACTERISTICAS DEL MATERIAL Y ESTUDIO DE ESPESORES</b>			
	<b>PARA: Grupo Aeroportuario del Pacífico S.A. De C.V.</b> <b>OBRA: Proyecto Ejecutivo de la Realización de Obras para el Cumplimiento con la Normalización OACI del Aeropuerto de Aguascalientes, S.A. de C.V.</b>			
Procedencia:	Banco No. 2 PUENTE EL SALTO Ubicado a 11,0 km del Aeropuerto		Fecha de extracción: 2007-Diciembre-21	
Descripción:	Terracería		Fecha de recibo: 2007-Diciembre-27	
<b>IDENTIFICACION Y DATOS DEL LUGAR</b>				
Num. de Ensaye.	2245			
Estación km.	—			
Profundidad del Sondeo (m).	—			
% de Compactación.	—			
Contenido de agua en %.	—			
<b>CARACTERISTICAS DEL MATERIAL</b>				
Tamaño máximo.	3/4			
Pasa Malla Núm. 4	92			
Pasa Malla Núm. 40	68			
Pasa Malla Núm. 200	22			
Peso Volumétrico Suelto.	1310			
Peso Volumétrico Máximo.	1670			
Humedad óptima.	15.6			
Límite líquido.	23.4			
Índice Plástico.	N.P.			
Contracción Lineal	0.6			
Clasificación SUCS.	SM			
V.R.S. del lugar.	66.1			
Expansión %.	0.60			
<b>ESTUDIO DEL PAVIMENTO</b>				
% de compactación.				
Humedad de prueba.				
Valor Relativo de Soporte.				
% de Compactación.				
Humedad de prueba.				
Valor Relativo de Soporte.				
<b>OBSERVACIONES:</b> EL MATERIAL ESTUDIADO CUMPLE CON CALIDAD Y VRS PARA EMPLEARSE EN TERRAPLENES, SUBYACENTE Y SUBRASANTE, Y PODRA SER EMPLEADO EN LA NIVELACION DE FRANJAS DE SEGURIDAD DE (PISTA, RODAJES Y PLATAFORMAS) ASI COMO EN NIVELACION DE AREAS DE SEGURIDAD DE EXTREMO DE PISTA  ESTE BANCO CUENTA CON LA PRODUCCION Y VOLUMEN SUFICIENTE PARA LAS NECESIDADES DEL PROYECTO				

Página 1



 <b>Proyectos, Asesoría y Control de Calidad, S. A.</b>	<b>TERRACERIAS CARACTERISTICAS DEL MATERIAL Y ESTUDIO DE ESPESORES</b>		
	PARA: <b>Grupo Aeroportuario del Pacífico S.A. De C.V.</b> OBRA: Proyecto Ejecutivo de la Realización de Obras para el Cumplimiento con la Normalización OACI del Aeropuerto de Aguascalientes, S.A. de C.V.		
Procedencia:	Banco No. 3 PROPIETARIO SEÑOR RAMON Ubicado a 9.0 km del Aeropuerto	Fecha de extracción:	2007-Diciembre-21
Descripción:	Terracería	Fecha de recibo:	2007-Diciembre-27
<b>IDENTIFICACION Y DATOS DEL LUGAR</b>			
Num. de Ensaye.	2246		
Estación km.	-		
Profundidad del Sondeo (m).	-		
% de Compactación.	-		
Contenido de agua en %.	-		
<b>CARACTERISTICAS DEL MATERIAL</b>			
Tamaño máximo.	1"		
Pasa Malla Núm. 4	97		
Pasa Malla Núm. 40	72		
Pasa Malla Núm. 200	29		
Peso Volumétrico Suelto.	1280		
Peso Volumétrico Máximo.	1740		
Humedad óptima.	17.5		
Límite líquido.	39.8		
Índice Plástico.	12.5		
Contracción Lineal	4.0		
Clasificación SUCS.	SC		
V.R.S. del lugar.	30.0		
Expansión %.	15.00		
<b>ESTUDIO DEL PAVIMENTO</b>			
% de compactación.			
Humedad de prueba.			
Valor Relativo de Soporte.			
% de Compactación.			
Humedad de prueba.			
Valor Relativo de Soporte.			
OBSERVACIONES: EL MATERIAL ESTUDIADO CUMPLE CON CALIDAD Y VRS PARA EMPLEARSE EN TERRAPLENES, SUBYACENTE Y SUBRASANTE, Y PODRA SER EMPLEADO EN LA NIVELACION DE FRANJAS DE SEGURIDAD DE (PISTA, RODAJES Y PLATAFORMAS) ASI COMO EN NIVELACIÓN DE AREAS DE SEGURIDAD DE EXTREMO DE PISTA  ESTE BANCO CUENTA CON LA PRODUCCIÓN Y VOLUMEN SUFICIENTE PARA LAS NECESIDADES DEL PROYECTO			

Página 1



### III.- PROYECTO EJECUTIVO

#### III.1.- Definiciones Básicas.

- **Aeródromo.** Área definida de tierra o de agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.
- **Aeródromo certificado.** Aeródromo a cuyo explotador se le ha otorgado un certificado de aeródromo.



Figura III.1. 1 Aeródromo.

- **Aeropuerto.** Son estaciones para los pasajeros de las aerolíneas y para el transporte de mercancías. Ahí los aviones reciben combustible, mantenimiento y reparaciones.

Debe distinguirse éste término del de aeródromo, palabra que se utiliza frecuentemente de forma inadecuada como sinónimo, así en muchos periódicos y también en los noticiarios de radio y televisión, en una misma información, se usan indistintamente las dos palabras.



Figura III.1. 2 Aeropuerto

### III.2.- Distancias declaradas y cálculo.

Las distancias declaradas que han de calcularse para cada dirección de la pista son: el recorrido de despegue disponible (**TORA**), la distancia de despegue disponible (**TODA**), la distancia de aceleración-parada disponible (**ASDA**) y la distancia de aterrizaje disponible (**LDA**).



Figura III. 2.1 Distancias declaradas

- **TORA:** La longitud de pista declarada disponible y adecuada para el recorrido de un avión que despega.





Si la pista no está provista de una zona de parada ni de una zona libre de obstáculos y además, el umbral está situado en el extremo de la pista; las cuatro distancias declaradas tendrán una longitud igual a la de la pista.

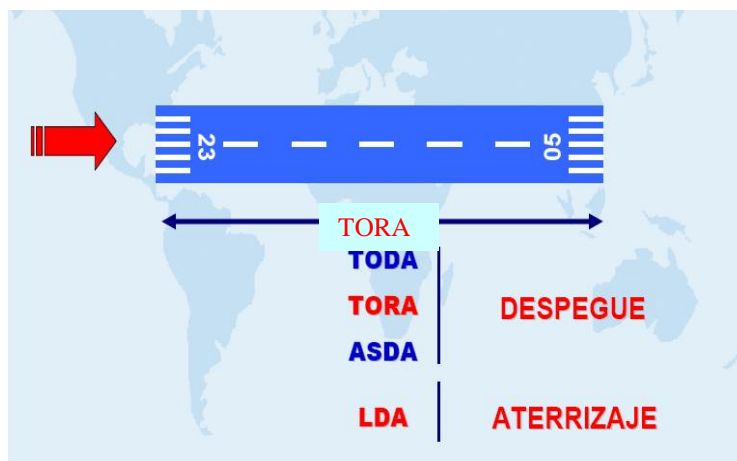


Figura III.2.2 longitud TORA

- **TODA:** La longitud del recorrido de despegue disponible TORA más la longitud de la zona libre de obstáculos CWY. Si la pista está provista de una zona libre de obstáculos (CWY), entonces en la TODA se incluirá la longitud de la zona libre de obstáculos.

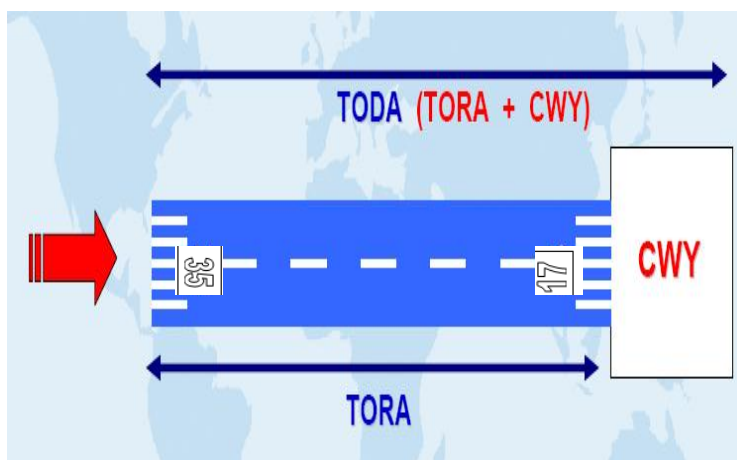


Figura III.2.3 longitud TODA



- **ASDA:** La longitud de recorrido de despegue disponible (TORA) más longitud de la zona de parada (SWY); Si la pista está provista de una zona de parada (SWY), entonces en la **ASDA** se incluirá la longitud de la zona de parada, según se indica en la siguiente figura

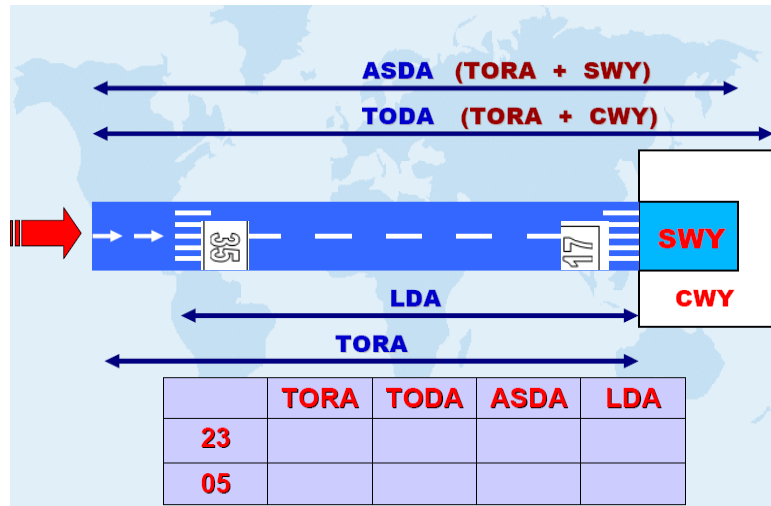


Figura III.2.4 longitud ASDA

- **LDA:** La longitud de la pista que se ha declarado disponible y adecuada para el recorrido en tierra de un avión que aterriza. Si la pista tiene el umbral desplazado, entonces en el cálculo de la LDA se restará de la longitud de la pista la distancia a que se haya desplazado el umbral, según se indica en la siguiente figura. El umbral desplazado influye en el cálculo de la LDA solamente cuando la aproximación tiene lugar hacia el umbral; no influye en ninguna de las distancias declaradas si las operaciones tienen lugar en la dirección opuesta.

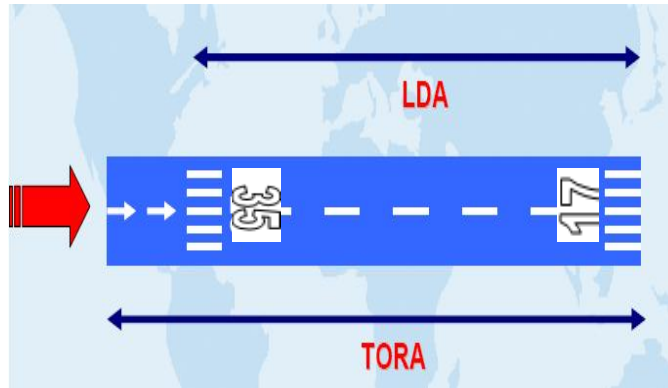
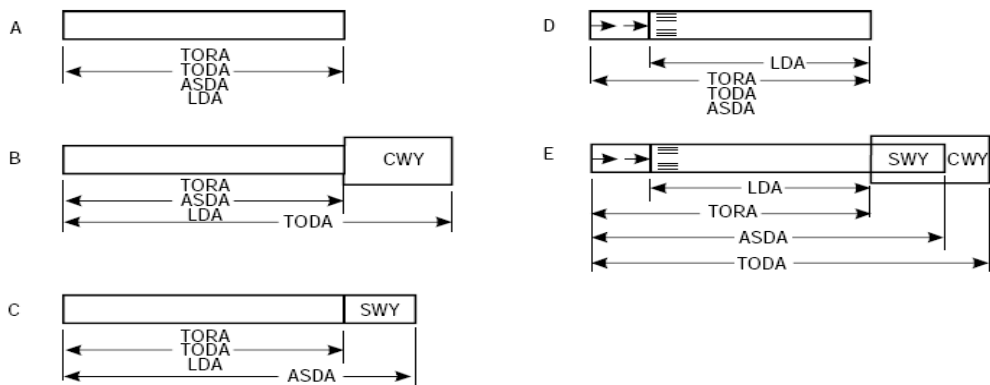


Figura III.2.5. Longitud de LDA.

Los casos de pistas provistas de zona libre de obstáculos, de zona de parada, o que tienen el umbral desplazado, se esbozan en la siguiente figura (en el inciso A) Si concurren más de una de estas características habrá más de una modificación de las distancias declaradas, pero se seguirá el mismo principio esbozado, se presenta un ejemplo en el que concurren todas estas características.



Nota.— En todos estos ejemplos de distancias declaradas las operaciones tienen lugar de izquierda a derecha.

Figura III.2.6 esquemas representativos de distancias declaradas.



### III.3.- Proyecto geométrico de pista.

- **Pista.** Área rectangular definida en un aeródromo terrestre preparada para el aterrizaje y el despegue de las aeronaves.

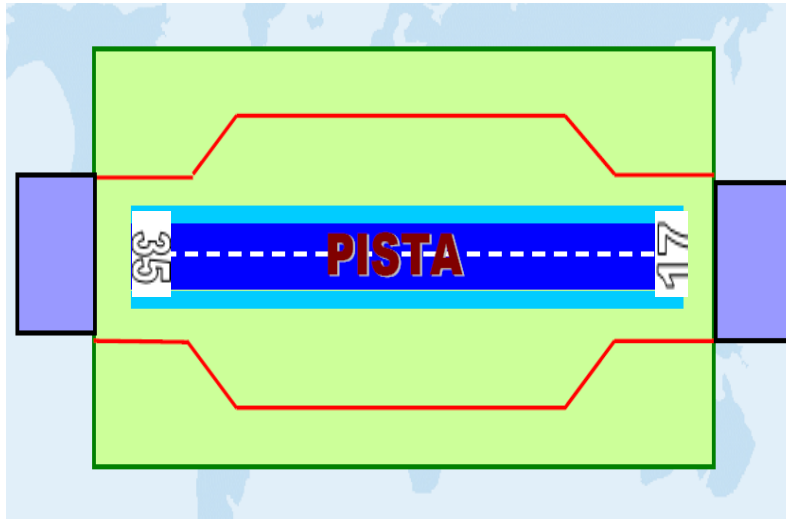


Figura. III.3.1 Representación grafica de pista.

**Recomendación:** la anchura de toda la pista no deberá ser menor a las recomendadas en la siguiente tabla.

No DE CLAVE	A	B	C	D	E	F
1	18	18	23	--	--	--
2	23	23	30	--	--	--
3	30	30	30	45	--	--
4	--	--	45	45	45	60

ANCHO DE PISTA DE APROXIMACION DE PRECISION, No DEBERIA SER MENOR DE 30 m. CUANDO EL NUMERO DE LA CLAVE SEA 1 o 2

Tabla. III.3.2 Anchos de pista recomendados.

- **Pendientes de la pista.** Se obtiene al dividir la diferencia entre la elevación máxima y minima a lo largo de la pista, por la longitud de esta.



La pendiente longitudinal no debería exceder:

- Pendiente longitudinal = 1% **clave 3 y 4.**
- Pendiente longitudinal= 2% **clave 1 y 2.**

En ninguna parte de la pista, la pendiente longitudinal debería exceder

- Pendiente longitudinal=1.25% **clave 4**
- Pendiente longitudinal=0.8%, primeros y últimos tramos de la pista
- Pendiente transversal= 1.5% clave **C/D/E/F**
- Pendiente transversal= nunca inferior al 1%

El **cambio de pendiente longitudinal** no deberá exceder:

- 1.50 % clave **3 y 4**
- 2.00 % clave **1 y 2**

Distancia entre cambio de pendientes no menor a **45 mts**

La transición de una pendiente a otra debería efectuarse por medio de una superficie curva con un grado de variación que no exceda:

0.01 % por cada 30 mts ( radio mínimo de curvatura de 30.00 mts ) para la **Clave 4**

0.02 % por cada 30 mts (radio mínimo de curvatura de 15.00mts) para **Clave 3**

0.04 % por cada 30 mts ( radio mínimo de curvatura de 7.50 mts) para la **Clave 1y 2**



Figura. III.3.3 Cambios de pendiente longitudinal.

### III.3.1.- Pendiente entre puntos de intersección.

Ejemplo para clave de referencia **4**

Distancia = 30.00 ( $[x-y] + ([x-y])$ ) m

#### Distancia visible

Cuando no se pueda evitar un cambio de pendiente el cambio debería ser tal desde cualquier punto situado a: 3m por encima de una pista debe ser visible otro punto también situados a 3m por encima de la pista, dentro de una distancia igual a la mitad de la longitud de la pista para clave **C, D, E y F**.

2m por encima de una pista debe ser visible otro punto también situado a 2 m por encima de la pista, dentro de una distancia igual a la mitad de la longitud de la pista para **clave B**.

1.5m por encima de una pista debe ser visible otro punto también situados a 1.5m por encima de la pista, dentro de una distancia igual a la mitad de la longitud de la pista para **clave A**.



### III.3.2.- Coeficiente de fricción.

- **Nivel mínimo**  
MU=0.42(Velocidad de 68 km/h)  
MU=0.26(obtenido a 95 km/h)
- **Nivel de mantenimiento.**  
MU=0.52(Velocidad de 65 km/h)  
MU=0.38(Velocidad de 95 km/h)
- **Nivel de diseño.**  
MU=0.72(Velocidad de 65 km/h)  
MU=0.66(Velocidad de 95 km/h)

### III.4.- Proyecto geométrico de márgenes.

- **Margen.** Banda de terreno que bordea un pavimento, tratada de forma que sirva de transición entre ese pavimento y el terreno adyacente.

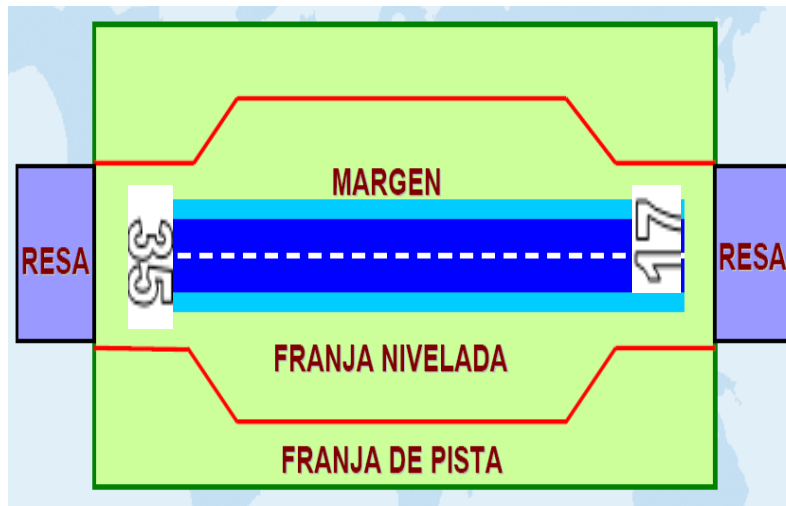


Figura. III.4.1 Representación gráfica de margen de pista.

#### III.4.1.- Recomendaciones para el diseño de márgenes.

- Deberían proveerse márgenes en toda pista cuya letra de clave sea **D ,E o F** y de anchura a inferior a 60 m.



- Los márgenes deberían extenderse simétricamente a ambos lados de la pista de forma que la anchura total de ésta y sus márgenes no sea inferior a:

Letra de clave **D y E**                      =Ancho 60 m  
(PISTA Y MARGEN)  
 $45\text{m}+7.5+7.5=60\text{m}$

Letra de clave **F**                         = Ancho 75 m  
(PISTA Y MARGEN)  
 $60\text{m}+7.5+7.5=75\text{m}$

- La superficie de los márgenes adyacentes a la pista debería estar al mismo nivel, y su pendiente transversal no debería exceder del 2,5%.
- Los márgenes de las pistas deberían prepararse o construirse de manera que puedan soportar el peso de un avión que se saliera de la pista, sin que éste sufra daños, y soportar los vehículos terrestres que pudieran operar sobre el margen.

### **III.5.- Proyecto geométrico de franja de pista.**

**Franja de pista.** Superficie definida que comprende la pista, y cualquier zona asociada de parada destinada a:

- a) reducir el riesgo de daños a las aeronaves que se salgan de la pista.
- b) proteger a las aeronaves que la sobrevuelan durante las operaciones de despegue o aterrizaje.



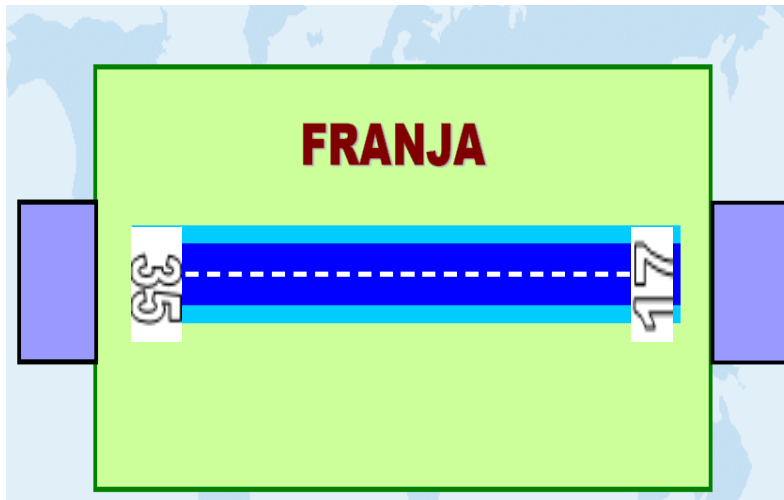


Figura. III.5.1 Representación gráfica de franja de pista.

### III.5.1.- Longitud de las franjas de pista.

Toda franja se extenderá antes del umbral y más allá del extremo de la pista o de la zona de parada hasta una distancia de por lo menos:

- 60 m cuando el número de clave sea **2, 3 ó 4;**
- 60 m cuando el número de clave sea **1.** Y la pista de vuelo sea por instrumento.
- 30 m cuando el número de clave sea **1** y la pista sea de vuelo visual.

CLAVE NUMERICA	ANCHO (m) a cada lado del eje			LONGITUD Posterior PISTA + SWY	
	PA	NPA	V	I	V
1 (menos 800m)	75	75	30	60	30
2 (800-1.200m)	75	75	40	60	60
3 (1.200-1.800m)	150	150	75	60	60
4 (más 1.800m)	150	150	75	60	60

Tabla. III.5.2. Características de la pista.



Donde:

**V**= Pista de vuelo visual

**I** = Pista de vuelo por instrumento

**PA** = Pista para aproximaciones de precisión

**NPA** = Pista para aproximaciones de no precisión

### III.5.1.1.- Parámetros de nivelación y pendientes de franja.

- Nivelación de franja (PVI) = 75m **Clave 3 y 4**
- Nivelación de franja (PVI) = 40m **Clave 1 y 2**
  
- Nivelación de franja (PVV) = 75m **Clave 3 y 4**
- Nivelación de franja (PVV) = 40m **Clave 2**
- Nivelación de franja (PVV) = 30m **Clave 1**
  
- Pendiente Longitudinal = 1.5% **Clave 4**
- Pendiente Longitudinal = 1.75% **Clave 3**
- Pendiente Longitudinal = 2% **Clave 1 y 2**
  
- Pendiente Transversal = 2.5% **Clave 3 y 4**
- Pendiente Transversal = 3% **Clave 1 y 2**
  
- Pendiente Transversal = 5% (No exceder) Después parte nivelada

### III.5.1.2.- Parámetros de Resistencia para franja nivelada.

Debe prepararse o construirse hasta una distancia del eje pista y su prolongación para reducir al mínimo los peligros provenientes de las diferencias de carga admisible, respecto de las aeronaves para las que se han previsto la pista, en el caso de que se salga de la misma.

- Resistencia (PVI) = 75m **Clave 3y4**
- Resistencia (PVI) = 40m **Clave 1y2**
  
- Resistencia (PVV) = 75m **Clave 3y4**
- Resistencia (PVV) = 40m **Clave 2**
- Resistencia (PVV) = 30m **Clave 1**



- **Nota:** Todo objeto situado en la franja de pista y que pueda constituir un peligro para las aeronaves, deberían considerarse un obstáculo y eliminarse. Con excepción de las ayuda visuales.

### III.6.- Proyecto geométrico de Resa.

- **Resa:** área simétrica respecto a la prolongación del eje de pista adyacente al extremo de la franja.

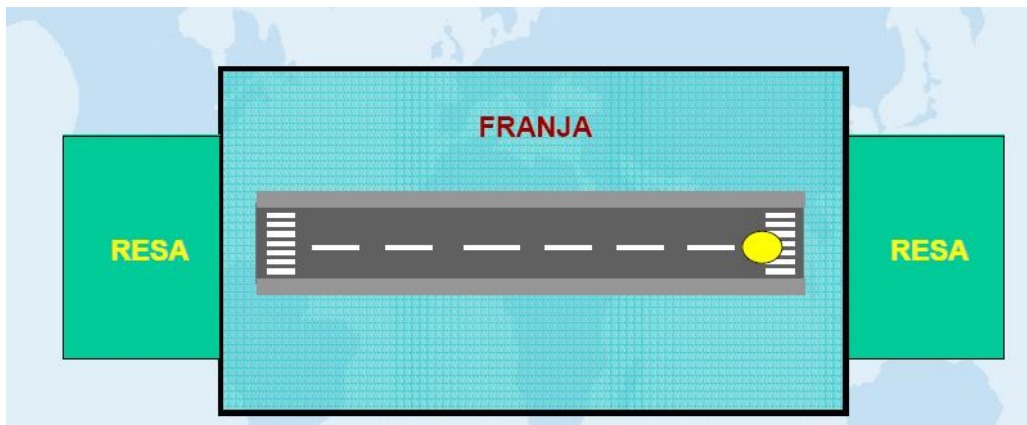


Figura. III.6.1. representación grafica de resa.

Construida para reducir el riesgo de daños a un aeronave que efectúe un aterrizaje demasiado corto o demasiado largo, Sin intensificar la desaceleración de las aeronaves y facilite el movimiento de vehículos.



Figura. III.6.2. área de seguridad de extremo de pista (RESA)



### III.6.1. Parámetros para diseño de Resa

- Provisión RESA = clave 3 y 4
- Provisión resa (PVI) = clave 1 y 2
  
- Dimensión largo = 90 m (Norma)
- Dimensión largo = 240m (Rec.) **clave 3 y 4**
- Dimensión largo = 120 m (Rec.) **clave 1 y 2**
  
- Ancho = Doble ancho pista  
= igual ancho de franja Nivelada (75m)
  
- Pendiente longitudinal = 5%
- Pendiente transversal = 5%

### III.7.- Proyecto geométrico de Zona de parada.

- **Zona de parada.** Área rectangular definida en el terreno situado a continuación del recorrido de despegue disponible.

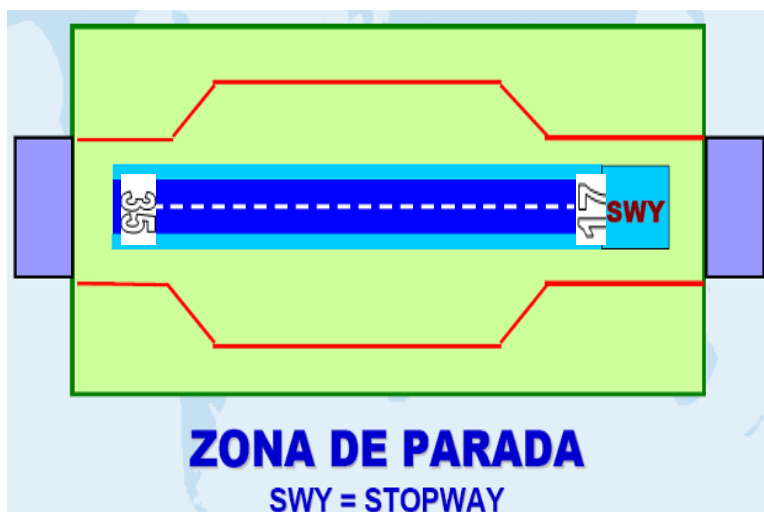


Figura. III.7.1. representación grafica de la zona de parada.



### III.7.1 Parámetros de diseño para zona de parada.

#### Anchura de las zonas de parada.

- La zona de parada tendrá la misma anchura que la pista con la cual esté asociada.

#### Pendientes de zona de parada

- Ancho = asociada a pista
- Pendiente Longitudinal = 1% **clave 3 y 4**
- Pendiente Longitudinal = 2% **clave 1 y 2**
  
- Pendiente transversal = 1.5 % **clave C/D/E/F**
- Pendiente transversal = 2 % **clave Ay B**

#### Resistencia de las zonas de parada.

Las zonas de parada deberían prepararse o construirse de manera que en el caso de un despegue interrumpido, puedan soportar el peso de los aviones para los que estén previstas, sin ocasionar daños estructurales a los mismos.

#### Superficie de las zonas de parada.

La superficie de las zonas de parada pavimentadas debería construirse de modo que proporcione un buen coeficiente de rozamiento compatible con el de la pista correspondiente cuando la zona de parada esté mojada.

Las características de rozamiento de las zonas de parada no pavimentadas no deberían ser Considerablemente inferiores a las de la pista con la que dichas zonas de parada estén asociadas.

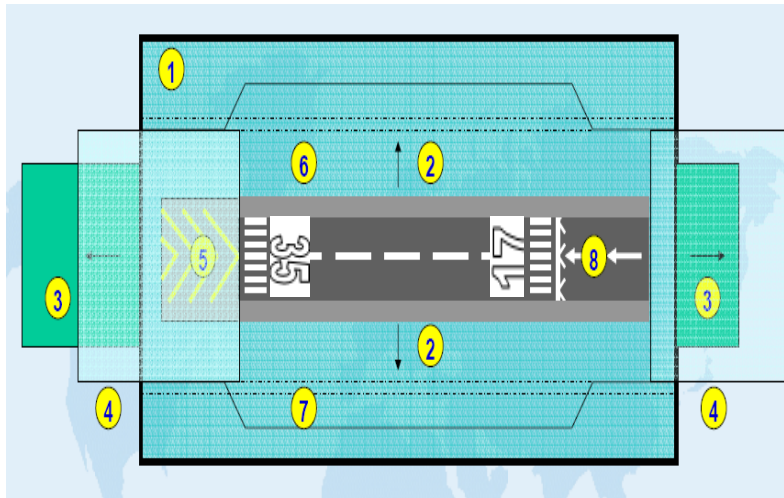


Figura. III.7.1.1 Superficie de zonas de parada

- 1- Franja de pista
- 2- Franja nivelada
- 3- Resa de 90 a 240 m
- 4- CWY
- 5- SWY
- 6- Ayudas visuales a la navegación frangibles, 75 m (2010)
- 7- Ayudas a la navegación frangible 77.50m para 4F.
- 8- Umbral desplazo temporal o transitorio.

### III.8.- Parámetros de diseño para señalización de pista.

#### III.8.1 Distancias desde el eje de la pista

- 77.50 m = aprox. Precisión categoría I,II y III **clave 4F**
- 60.00m = aprox. Precisión categoría I, II y III, **clave 3 y 4**
- 45.00m = aprox. Precisión categoría I, **clave 1 y 2**



### III.8.2.- Fragilidad.

Característica de un objeto que consiste en conservar su integridad estructural y su rigidez hasta una carga máxima conveniente, deformarse, quebrándose o cediendo con el impacto de una carga mayor, de manera que se presente un peligro mínimo para las aeronaves. No se permitirá ningún objeto móvil en esta parte de la franja de pista mientras se utilice la pista para aterrizar o despegar.



Figura. III.8.2.1 Restricción de objetos móviles durante los despegues y aterrizajes.

Con excepción de los que por sus funciones requieran estar situados en ese lugar para fines de la navegación aérea, no deberían emplazarse equipos e instalaciones.

Los parámetros antes descritos tienen la finalidad de proporcionar condiciones más seguras en la pista; así mismo se presentan las siguientes tablas donde se mencionan las áreas que son más susceptibles a que ocurran accidentes:

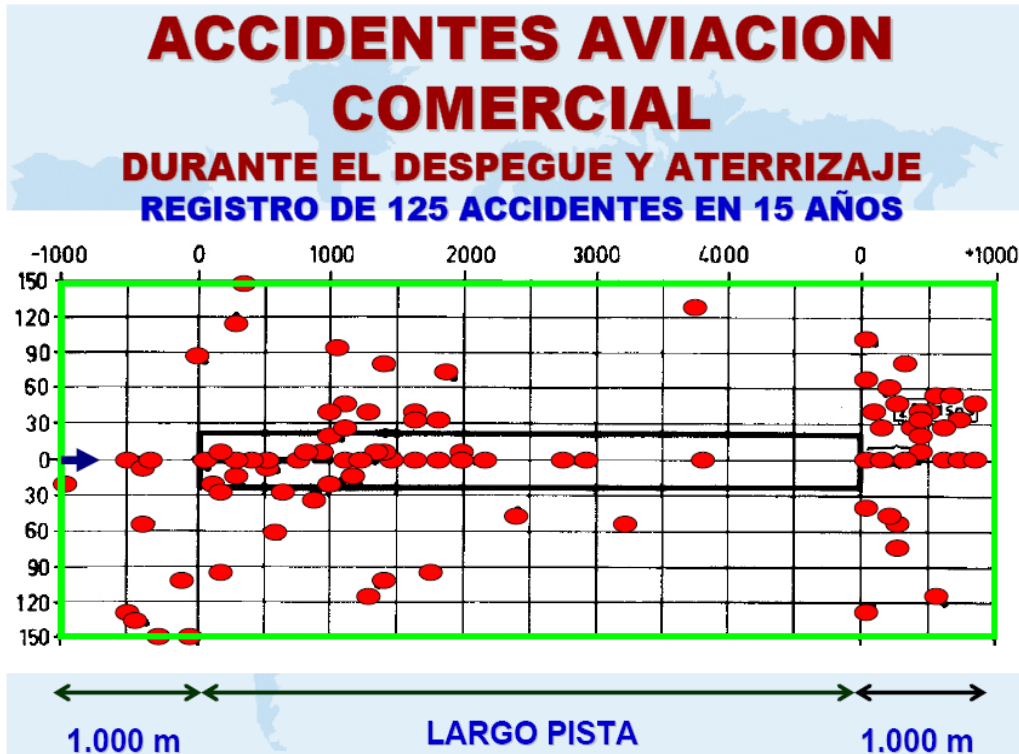


Figura. III.8.2.2 Zonificación de





### III.9.- Proyecto de diseño de mezcla asfáltica.

Se llama **pavimento** al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas. Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas.



Figura III.9.1. Pavimento de pista

Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las tercerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos.



La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes.

La superficie de las tercerías deberá contar con una capa que cumpla los siguientes requisitos:

1. Ser estable ante los agentes del intemperismo
2. Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito
3. Tener textura apropiada al rodamiento.
4. Ser durable.
5. Tener condiciones adecuadas en lo referente a permeabilidad
6. Ser económica.

Los requisitos anteriores definen una capa de material granular de muy buena calidad, **que no es posible obtener la forma del todo natural y cuyas partículas deben estar inclusive ligadas de algún modo artificial.**

Los suelos naturales cohesivos nunca podrían soportar la acción directa y prolongada del tránsito; los materiales granulares, tal como se encuentran a pesar de su mayor resistencia potencial ofrecerían una superficie inestable por falta de cohesión.

### **III.9.1.-Asfalto definición y clasificación.**

El asfalto es un material bituminoso de color negro constituido principalmente por asfaltenos, resinas y aceites, elementos que proporcionan características de consistencia,



aglutinación y ductilidad; es sólido o semisólido y tiene propiedades cementales a temperaturas ambientales normales. Al calentarse se ablanda gradualmente hasta alcanzar una consistencia líquida.

Los materiales asfálticos se emplean para elaboración de carpetas, riegos y estabilizaciones, ya sea para aglutinar los materiales pétreos utilizados, para ligar o unir diferentes capas del pavimento; o bien para estabilizar bases o sub-bases. También se pueden usar para construir, fabricar o impermeabilizar otras estructuras, tales como algunas obras complementarias de drenaje entre otras.

Los materiales asfálticos se clasifican en cementos asfálticos, emulsiones y asfaltos rebajados, dependiendo el vehículo que se emplee para su incorporación o aplicación, como se indica en la tabla siguiente de la norma de SCT y se detalla continuación.

Material asfáltico	Vehículo para su aplicación	Usos más comunes
Cemento asfáltico	Calor	Se utiliza en la elaboración en caliente de carpetas, mezclas, morteros y estabilizaciones, así como elemento base para la fabricación de emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.
Emulsión asfáltica	Agua	Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas, mezclas, morteros, riegos y estabilizaciones.
Asfalto rebajado	Solventes	Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas y para la impregnación de subbases y bases hidráulicas.

Figura III.9.1. 1 Clasificación de cementos asfálticos.

### III.9.2 Cementos asfálticos.

Los cementos asfálticos son los que se obtienen del proceso de destilación del petróleo para eliminar solventes volátiles y parte de sus aceites. Su viscosidad varía con la temperatura y entre sus componentes, resinas le producen adherencia con los materiales pétreos siendo excelentes gigantes pues al ser calentados se licúan, lo que les permite cubrir totalmente las partículas del material pétreo.



Según su viscosidad dinámica a sesenta (60) grados Celsius, los cementos asfálticos se clasifican como se indica en la tabla siguiente de norma de SCT, donde se señalan los usos más comunes de cada uno.

Clasificación	Viscosidad a 60°C Pa·s (P <sup>[1]</sup> )	Usos más comunes
AC-5	50 ± 10 (500 ± 100)	<ul style="list-style-type: none"><li>• En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 1 en la Figura 1.</li><li>• En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen para riegos de impregnación, de liga y poreo con arena, así como en estabilizaciones.</li></ul>
AC-10	100 ± 20 (1 000 ± 200)	<ul style="list-style-type: none"><li>• En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 2 en la Figura 1.</li><li>• En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 1 en la Figura 1.</li></ul>
AC-20	200 ± 40 (2 000 ± 400)	<ul style="list-style-type: none"><li>• En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 3 en la Figura 1.</li><li>• En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 2 en la Figura 1.</li></ul>
AC-30	300 ± 60 (3 000 ± 600)	<ul style="list-style-type: none"><li>• En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 4 en la Figura 1.</li><li>• En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zonas 3 y 4 en la Figura 1.</li><li>• En la elaboración de asfaltos rebajados en general, para utilizarse en carpetas de mezcla en frío, así como en riegos de impregnación.</li></ul>

[1] Poises

Tabla III.8.1. Clasificación de cementos asfálticos según su viscosidad a 60°C

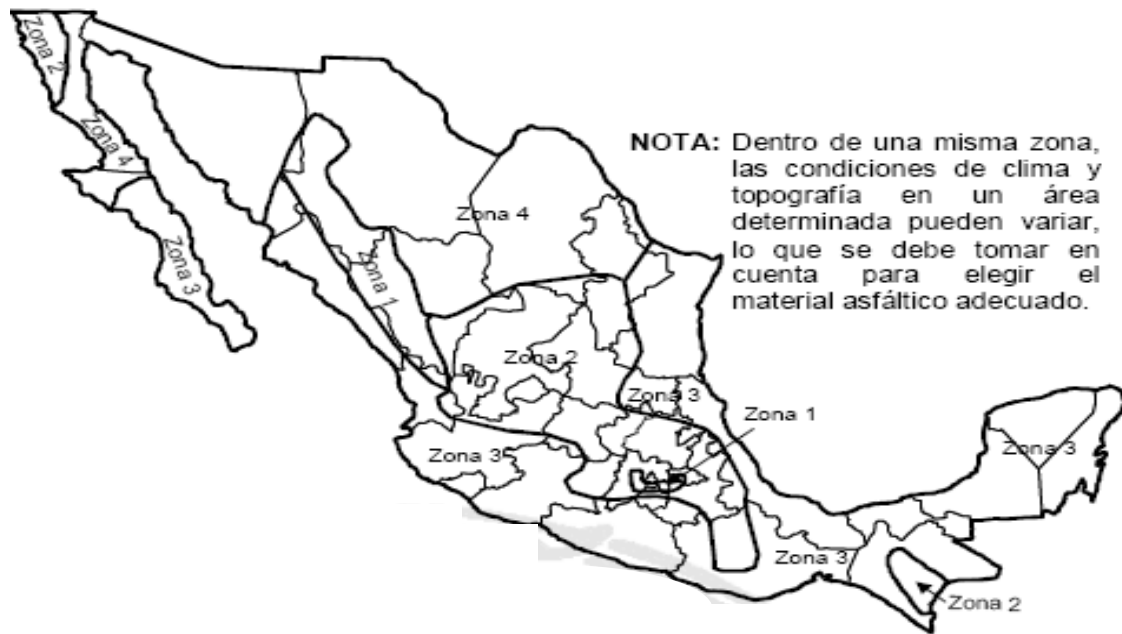


Tabla III.9.2.1 Regiones geográficas para la utilización de cementos asfálticos según su viscosidad a 60°C (FIGURA 1)

Cuando en el mercado no esté disponible el asfalto AC-30, el Residente de la obra podrá solicitar a la dirección general de servicios técnicos de la secretaria, a la autorización de los ajustes correspondientes al precio unitario del producto.

### III.9.3 Emulsiones asfálticas.

Podemos definir una emulsión como una dispersión fina más o menos estabilizada de un líquido en otro, los cuales son miscibles entre sí y están unidos por un emulsificante, emulsionante o emulgente. Las emulsiones son sistemas formados por dos fases parcial o totalmente inmiscibles, en donde una forma la llamada fase continua(o dispersante) y la



otra fase discreta (o dispersa). Esto puede apreciarse en la siguiente figura en donde se muestra un corte esquemático de una emulsión.

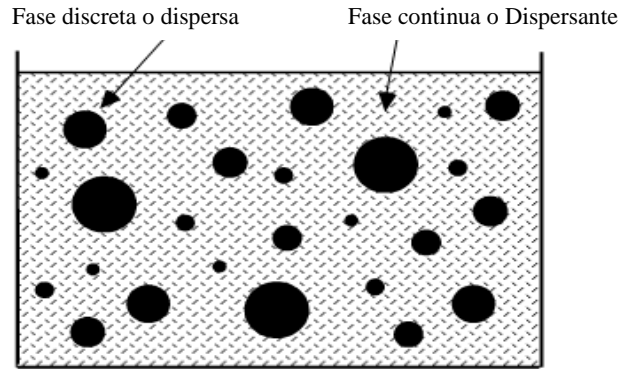


Figura III.9.3.1 Diagrama esquemático de una emulsión asfáltica

Las emulsiones asfálticas son materiales asfálticos líquidos estables, constituidos por dos fases no miscibles, en las que la fase continua de la emulsión está formada por agua y un agente emulsificante, y la fase discontinua por pequeños glóbulos de cemento asfáltico. Se denominan emulsiones asfálticas aniónicas cuando el agente emulsificante es catiónico, cuando les confiere polaridad electropositiva.

Generalmente el tamaño de la fase discreta tiene alguna dimensión lineal entre 1 nanómetro y 1 micra. Son estos tamaños los que le dan a las emulsiones sus importantes e interesantes propiedades. La ciencia que trata con las emulsiones es multidisciplinaria, ya que involucra física, química, biología, etc.

Existen varios tipos de dispersiones de partículas de diferentes tamaños en diferentes tipos de medios; entre estas dispersiones se encuentran las siguientes tabla se muestran los diferentes tipos de suspensiones que existen:



Fase Continua	Fase Discreta	Sistema
Gas	Líquido	Aerosoles, Niebla, Rocío
Gas	Sólido	Smoke, Aerosol
Líquido	Gas	Espuma
Líquido	Líquido	<b>Emulsión</b> , Solución Coloidal
Líquido	Sólido	Sol, Solución Coloidal, Gel, Suspensión
Sólido	Gas	Espumas Sólidas (piedra poma), Zeolitas
Sólido	Líquido	Gel, Emulsión Sólida
Sólido	Sólido	Aleación

Tabla III.9.3.2 Diferentes tipos de suspensiones.

Lo importante de las emulsiones no es la composición química de la muestra (ya sea orgánica o inorgánica), ni su origen (mineral o biológico), ni su estado físico (una fase o más); es su tamaño la característica importante consecuentemente, podemos decir que a la ciencia de las emulsiones le interesan las moléculas grandes y los sistemas macroscópicos subdivididos muy finamente, ya sea mono- o multi-físicos.

### III.9.3.1 Tipos de emulsiones asfálticas.

- **De rompimiento rápido**, que generalmente se utilizan para riegos de liga y carpetas por el sistema de riego a excepción de la emulsión ECR-60, que no se utilizara en la elaboración de estas últimas.
- **De rompimiento medio**, que normalmente se emplean para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta, especialmente cuando el contenido de finos en la mezcla es igual que dos (2) por ciento o menor, así como en trabajos de conservación tales como bacheos, nivelaciones y sobrecarpetas.



- **De rompimiento lento**, que comúnmente se utilizan para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas.
- **Para impregnación**, que particularmente se utilizan para impregnaciones de sub-bases y/o bases hidráulicas
- **Superestables**, que principalmente se emplean en estabilizaciones de materiales y en trabajos de recuperación de pavimentos.

Según su contenido de cemento asfáltico en masa, su tipo y polaridad, las emulsiones asfálticas se clasifican como se indica en la siguiente tabla de norma de SCT.

Clasificación	Contenido de cemento asfáltico en masa %	Tipo	Polaridad
EAR-55	55	Rompimiento rápido	Aniónica
EAR-60	60		
EAM-60	60	Rompimiento medio	
EAM-65	65		
EAL-55	55	Rompimiento lento	
EAL-60	60		
EAI-60	60	Para impregnación	
ECR-60	60	Rompimiento rápido	Catiónica
ECR-65	65		
ECR-70	70		
ECM-65	65	Rompimiento medio	
ECL-65	65	Rompimiento lento	
ECI-60	60	Para impregnación	
ECS-60	60	Sobrestabilizada	

Tabla III.9.3.1.1 Tabla de clasificación de emulsiones asfálticas.



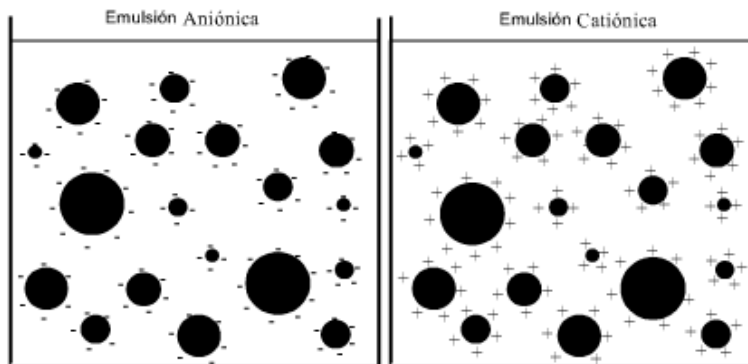


Figura. III.9.3.1.2 Representación esquemática de una emulsión aniónica y de una catiónica

### Uso de las emulsiones catiónicas.

El asfalto es un importante material termoplástico que es ampliamente usado en la construcción y sus usos se hacen extensivos a las emulsiones asfálticas catiónicas, entre los que destacan:

1. usos generales
2. juntas para pavimentos hidráulicos
3. adhesivos.
4. selladores
5. impermeabilizantes.
6. recubrimiento de tubería especial
7. para tratamientos superficiales, para pavimentos asfálticos, en carreteras y aeropistas:
  - Riego de impregnación
  - Riego de imprimación o penetración
  - Riegos negros con emulsión diluida
  - Riego de liga
  - Riego de sello con arena o gravilla seleccionada.
8. morteros asfálticos (solo con emulsiones asfálticas)

### Asfaltos Rebajados

Los asfaltos rebajados, que regularmente se utilizan para la elaboración de carpetas de mezcla en frío, así como en impregnaciones de bases y sub-bases hidráulicas, son los



materiales asfálticos líquidos compuestos por cemento asfáltico y solvente, clasificados según su velocidad de fraguado como se indica en la tabla siguiente de norma SCT.

Clasificación	Velocidad de fraguado	Tipo de solvente
FR-3	Rápida	Nafta, gasolina
FM-1	Media	Queroseno

Tabla. III.9.3.1.3 Asfaltos rebajados

### III.10.- Carpetas asfálticas

Las carpetas con mezcla en caliente son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Estas carpetas debido a que generalmente tienen espesores mayores de cuatro centímetros, tienen la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento

#### III.10.1. Normatividad de los materiales utilizados en carpetas asfálticas.

Los Materiales que se utilicen en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente, cumplirán con lo establecido en las normas N-CMT-4-04 (normas de calidad de los materiales emitidas por la Secretaría de comunicaciones y transportes)

- C-CMT-4-04 Materiales pétreos para mezclas asfálticas
- C-CMT-4-05-001 Calidad de materiales asfálticos
- C-CMT-4-5-002 Calidad de los asfaltos modificados
- C-CMT-4-05-003 Calidad de mezclas asfálticas para carreteras
- C-CMT-4-04 Calidad de materiales asfálticos grado PG.



Salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la secretaria. Los materiales pétreos procederán indicados por el proyecto o aprobados por la secretaria.

- Si dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características de los materiales pétreos, el material asfáltico o de la interacción entre ambos utilizando aditivos, estos estarán establecidos en el proyecto o serán aprobados por la secretaria.
- No se aceptara el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en esta norma, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente el lugar de su utilización por el contratista de obra
- Si en la ejecución del trabajo del trabajo y a juicio de la secretaria, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el contratista de obra corrija o los remplace por otros adecuados, por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, será imputables al contratista de obra.

Por los motivos antes expuestos, para el diseño de la mezcla asfáltica se utilizara la emulsión de rompimiento rápido del tipo **ECR-60**, deberá cumplir con las siguientes características de calidad y/o las establecidas en la norma **N·CMT·4·05·001/00**: a continuación se describen esta norma contiene las características de calidad que deben cumplir los materiales asfálticos que se utilicen en la elaboración de carpetas y mezclas asfálticas.



<b>PRUEBAS AL PRODUCTO ASFÁLTICO</b>	<b>ECR-60</b>
Contenido de cemento asfáltico en masa	60 % mínimo
Viscosidad Saybolt-Furol, a 25°C; s. mínimo	----
Viscosidad Saybolt-Furol, a 50°C; s. mínimo	5 segundos mínimo
Asentamiento en 5 días; diferencia en % , máximo	5 % máximo
Retenido en la malla No. 20 y en la prueba del tamiz %, máximo	0.10 % máximo
Pasa malla No. 20 y se retiene en malla No. 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	0.25 % máximo
Cubrimiento del agregado seco; % mínimo	----
Cubrimiento del agregado húmedo; % mínimo	----
Carga eléctrica	(+) positiva
Disolvente en volumen; % máximo	----
Índice de ruptura; %	≤100 %

Tabla. III.10.1. 2. Características de la emulsión ECR-60

### **III.10.1.1.- Equipo a utilizar para la colocación de la carpeta asfáltica.**

El equipo que se utilice para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en caliente, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de utilización de maquinaria.

Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitados en la ejecución del trabajo y a juicio de la secretaria, si el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto el contratista de obra corrija las deficiencias, reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación que por este motivo se ocasionen, serán imputables al contratista de obra.



### **Planta de mezclado**

Planta de mezclado contara con lo mínimo de los siguientes componentes que se describen A continuación:

La mezcla asfáltica se elaborara en plantas que cuenten como mínimo con tres tolvas para almacenar el material pétreo protegidas de la lluvia y el polvo ,con capacidad suficiente para asegurar la operación continua de la planta por lo menos durante quince minutos sin ser alimentadas y divididas en compartimientos para almacenar los materiales pétreos por tamaños.

### **Las tolvas de agregados fríos**

Es el deposito de almacenamiento para la alimentación a la planta y su forma es piramidal invertida truncada, abierta de la parte superior para la recepción de los materiales, lo que permite el libre flujo a la parte inferior por gravedad, el fondo esta equipado de una banda transportadora de velocidad variable (en muchos casos), para desalojar el material por una compuerta de abertura ajustable.



Figura. III.10.1.1.1 Tolvas para recepción de agregados.

### **Tolvas de agregados finos**

El depósito de agregado fino tiene como función almacenar separados los diferentes tipos de agregados, que se formaran la mezcla asfáltica.



Los métodos para ser cargados estos materiales fríos pueden ser usando uno de los tres métodos siguientes:

1. cargando directamente por cucharón de almeja de una grúa o por un cargador frontal (trascabo o retroexcavadora) como se muestra en la foto



Figura. III.8.5.2 Cargadora frontal de agregados.

2. Cargando por banda transportadora proveniente de de un apilamiento de agregados, con un sistema de muros para su recolección de los materiales, donde este apilamiento a su vez puede ser alimentado por bandas. Como se muestra en la foto.



Figura. III.10.1.1.2 Alimentando las tolvas con banda transportadoras



3. Cargado por camiones directamente, con una adecuada rampa de descarga, esto es aplicable a plantas de alta producción donde los volúmenes de las tolvas requieren mayores almacenamientos

### **Características de las tolvas.**

La cantidad de tolvas normalmente pueden variar de 2 hasta 4 tolvas según el diseño la producción de la planta, el número de tolvas necesarias se define en función de los materiales disponibles de acuerdo con el proceso de separación en la producción de los agregados.

### **Capacidad de tolvas.**

La capacidad puede variar de acuerdo al diseño de producción máxima de operación de la planta .como por ejemplo una planta 110 ton por hora con tres tolvas de capacidad de 13 metros cúbicos cada una, por lo general se puede ajustar a cualquier tipo de material.

### **Sistemas para desalojar el material frío de tolva**

Son los sistemas para desalojar el material de las tolvas, consistentes en mecanismos que permiten la salida del material frío del almacenamiento siendo los más comunes: alimentador continuo de banda, alimentador vibratorio y alimentador de aspas

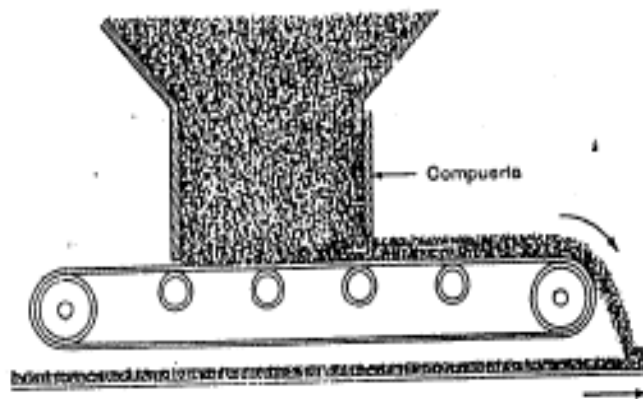


Figura. III.10.1.1.3 Alimentador continuo de banda.

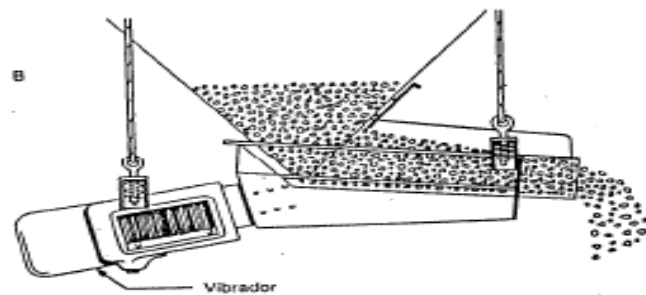


Figura. III.10.1.1.4 Alimentador vibratorio.

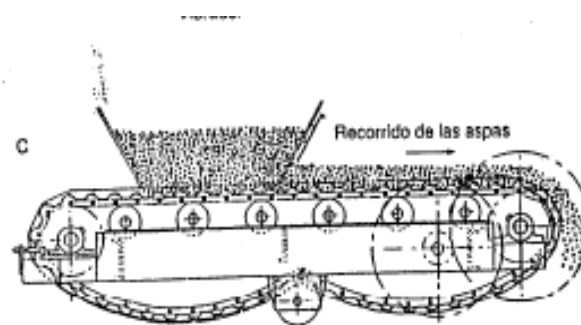


Figura. III.10.1.1.5 Alimentador de espas.

### **Sistema de transporte con pesaje.**

Este sistema consiste en una banda transportadora con la longitud suficiente para tener instalado un sistema de pesaje en la parte media de su desarrollo antes de la entrada al tambor mezclador, que permita realizar medidas precisas del flujo en peso de la materiales fríos (agregado sin asfalto antes del secado) transportado continuamente.





Los dispositivos permitirán un fácil ajuste de la dosificación de la mezcla en cualquier momento, para poder obtener la granulometría que indique el proyecto.

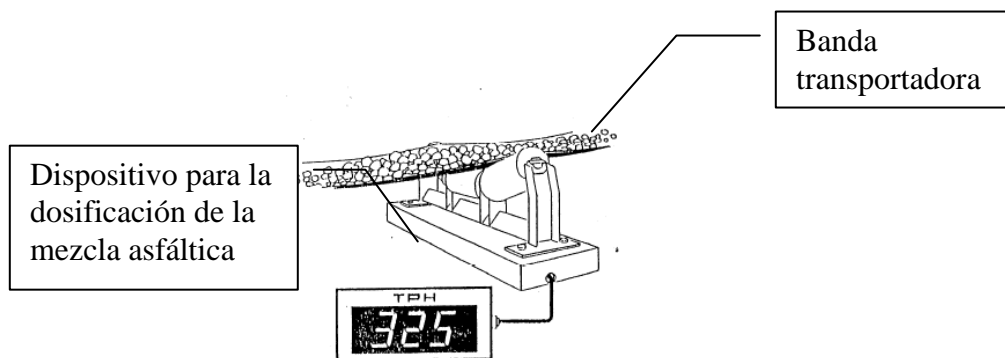


Figura. III.10.1.1.6.- sistema de banda transportadora y dispositivo de dosificación.

### Tambor mezclador.

Considerado el corazón de las plantas de producción continua, dado que dentro de este se desarrolla la distribución uniforme del material, el secado y la mezcla del asfalto con el agregado formando el concreto asfáltico. Este tambor consiste en un cilindro rotatorio con un diámetro 1.5 y 3 mts (5 a 10 pies) y una longitud entre 6 y 12 metros (20 y 40 pies), el tiempo que el material tarda en pasar por todo el tambor se le denomina tiempo de retención, y varía con el sistema de espas, inclinación del tambor, velocidad de rotación, diámetro y longitud del tambor

El movimiento de rotación se realiza mediante un sistema de motor eléctrico de 1800 RPM acoplado mediante bandas y poleas a una transmisión con salida de baja revolución de alto torque que se mueve una flecha con engrane de la cadena que se hace girar el disco dentado instalado alrededor del tambor mezclador.



Figura. III.10.1.1.7.- Tambor mezclador.

Por las actividades que se realizan dentro, se pueden dividir en su longitud total en dos fases: primaria y secundaria.

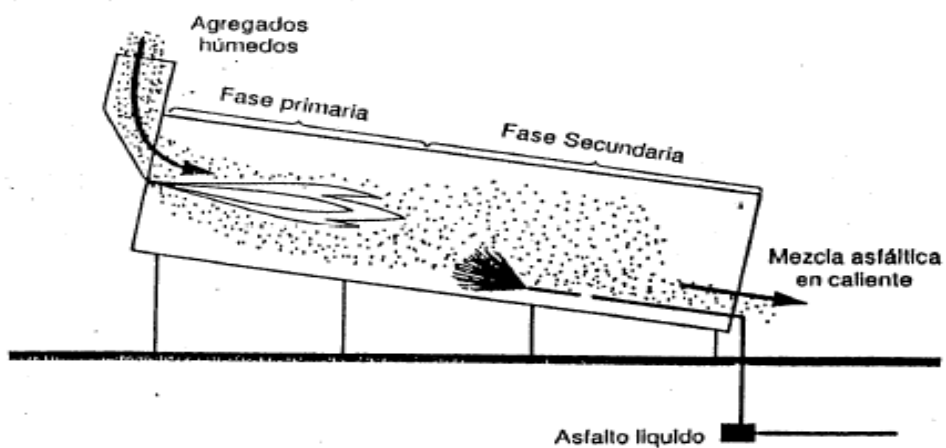


Figura. III.10.1.1.8.- Zonas de Tambor mezclador.



### **Fase primaria**

Esta zona corresponde al calentamiento, secado y distribución uniforme del material, donde el agregado húmedo al entrar es dirigido al interior para lograr una distribución uniforme mediante un aspa en espiral en su inicio, y más adelante mediante unas aspas con doblez para captar el material y elevarlo, descargándolo formando una cortina pareja. A través del tambor, ayuda por unos agujeros en las aspas para dejar material durante la elevación del material y esto se repite en toda la sección transversal del tambor.

### **Fase secundaria**

Aquí es donde el asfalto es añadido y mezclado completamente con el agregado. En esta zona también hay un secado continuo por convección. La mezcla asfalto caliente junto con la humedad proveniente del agregado, produce una masa espumosa que atrapa el material.

### **Tiempo de retención.**

Lo definimos con el periodo del tiempo que el material permanece dentro del tambor mezclador, y los parámetros variables son la inclinación del tambor y la velocidad de rotación, lo más práctico es modificar la velocidad de rotación, este punto es importante cuando se presentan problemas de materiales muy saturados de agua, y con la misma capacidad del quemador la producción debe ser reducida para alcanzar a secar y calentar el agregado, cuando se presenta estos casos se reduce la velocidad de rotación del tambor, incrementando el tiempo de retención aumentando la tasa de producción.

### **Control y operación del quemador.**

El quemador es considerado como un equipo complementario del tambor mezclador teniendo como función proveer el calor necesario para calentar y secar los agregados en la mezcla, los quemadores proporcionan este calor al consumir combustibles como aceite, gas o ambos.



Figura. III.10.1.1.9.- Quemador Tambor mezclador

### **Extractor de aire.**

Equipo que produce el vacío para expulsar los gases de la combustión y los polvos del secado de los materiales, para permitir la combustión requerida para estas actividades.



Figura. III.10.1.1.10.- Extractor de aire



## Recolectores de polvo

Es un sistema que capta los polvos que se producen con el flujo de aire requerido para la combustión, y la combustión, y está identificado el problema de contaminación del aire y se han desarrollado equipos que restringen el escape de contaminante de las plantas. Aun así durante la operación de una planta de asfalto algunos contaminantes gaseosos y partículas pueden escapar a la atmósfera. Estos contaminantes deben ser limitados para cumplir con las regulaciones establecidas para aire limpio.

El grado de contaminación del aire puede ser de método visual haciendo uso de un gráfico para clasificar la densidad del humo, pero no da información de la cantidad de contaminantes, este método está siendo reemplazado por medidores electrónicos de opacidad (usan pilas fotoeléctricas para medir el paso de la luz), por tener mayor precisión.

La contaminación del aire, se centra alrededor de la unidad de combustión; los quemadores sucios y tapados, y las mezclas inapropiadas de aire – combustible, generando humo excesivo y productos indeseables de combustión. Por lo que es importante revisar el continuamente la limpieza y el ajuste de los quemadores y el equipo adjunto.

Otra fuente de contaminación del aire es el polvo del agregado. Las emisiones más grandes de polvo ocurren en el secador rotatorio de la planta en donde los colectores de polvo son comúnmente usados para cumplir con los requisitos anti – contaminación del aire.

Parte del polvo emitido por una planta es polvo oculto, polvo que se escapa de partes de la planta excluyendo los colectores principales.

Un plan programado de mantenimiento es requerido para mantener un mínimo de polvo oculto.

Existen varios tipos de colectores de polvos, y en algunos casos es necesario colocar varios de estos en serie cuando el agregado contiene mucho polvo, los más comunes son:



### Colectores centrífugos de polvo

Opera el principio de la separación centrífuga. El escape de aire es por la parte superior del secador este aspira el humo y los materiales finos, los dirige hacia la centrifuga en donde son movidos en espiral. Las partículas grandes golpean la pared exterior y caen el fondo del dispositivo; del colector. Los finos que están en el fondo de la centrifuga son levantados por una barrena de retorno de polvo y pueden ser devueltos a la planta o desechados.

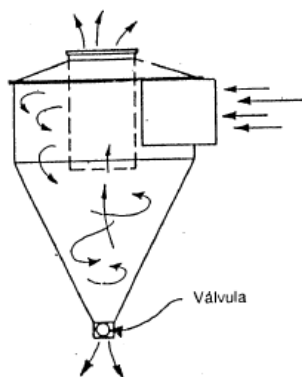


Figura. III.10.1.1.10.- . colectores centrífugos de polvo (tipo ciclón)

### Depuradores húmedos.

El propósito de este equipo es el de atrapar partículas de polvo en gotas y removerla de los gases del escape. Esto se logra al pulverizar el agua a presión para ponerla en contacto directo con los gases cargados de polvo, formando una mezcla que se precipita por gravedad al fondo.

Este proceso se lleva en una cámara donde se obliga pasar todo en humo de gases de la combustión, y la aplicación se realiza en un perímetro completo, actuando en contra flujo del aire le precipitación.



Se considera equipos relativamente eficientes, dando que cumplen con el objetivo de disminuir la emisión de partículas indeseables a la atmósfera sin embargo tienen algunas desventajas:

- El polvo atrapado en las gotas no se puede recuperar
- El agua de desecho contiene el polvo que debe ser manejado correctamente para no convertirla en otra fuente de contaminación.
- Necesitan una fuente grande de agua, puesto que manejan volúmenes de más de 1200 LPM.

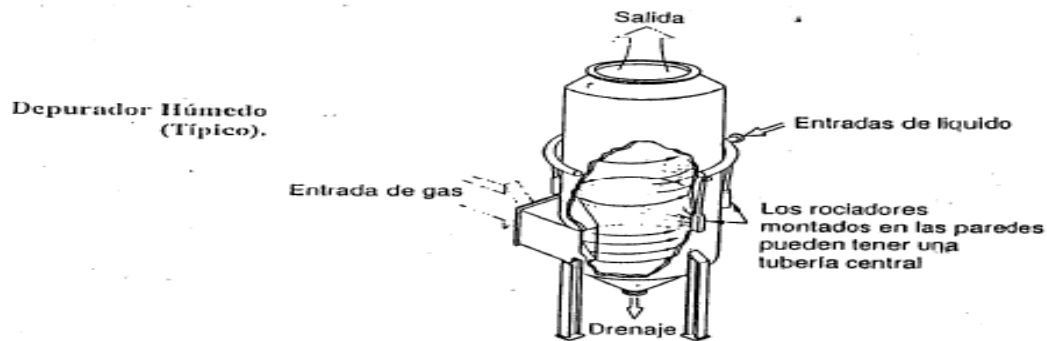


Figura. III.10.1.1. 12.- Depuradores húmedos

### Comportamientos de filtros (filtro de tejido)

Es un depósito grande de metal que contiene cientos de bolsas de tejido sintético, resistente al calor, usualmente tratadas con silicona para aumentar su capacidad de recoger partículas muy finas de polvo. Un comportamiento de filtros trabaja muy similar a una aspiradora de polvo. Un ventilador grande de vacío crea una succión dentro del compartimiento, la cual atrae aire sucio y lo filtra a través del tejido de las bolsas para manejar el inmenso volumen de los gases provenientes del escape del sacado de agregados. Se requiere un número muy grande de bolsos (unidad típica puede contener hasta 800).



Un compartimiento de filtros está dividido en una cámara de gas sucio y una cámara de gas limpio, las bolsas filtrantes se encuentran en la cámara de gas sucio. Adonde entra el aire proveniente del secador. El flujo de aire que lleva las partículas de polvo pasa a través del tejido de las bolsas filtrantes, deposita el polvo en la superficie de la bolsa

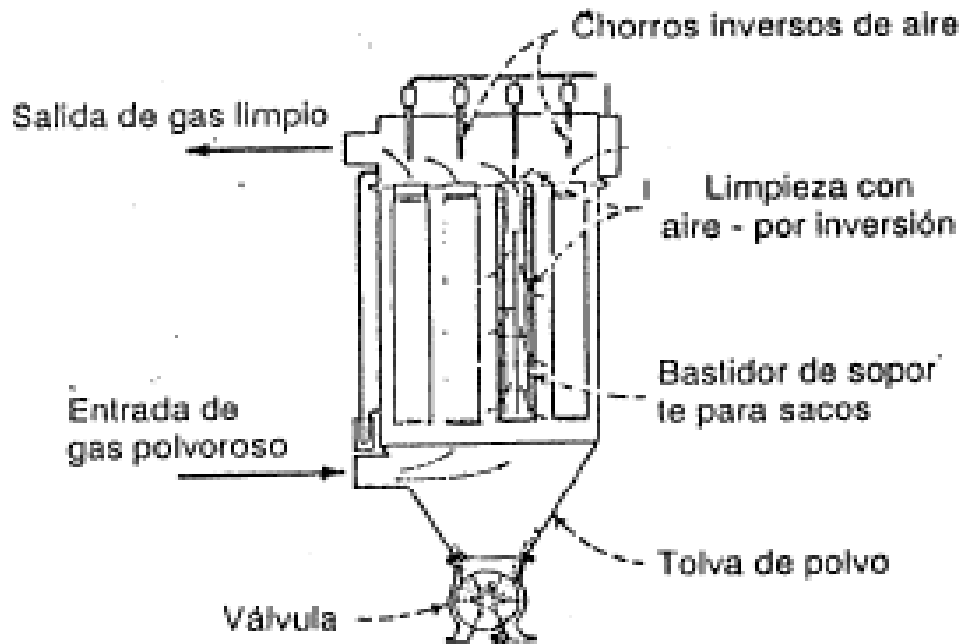


Figura. III.10.1.1.12.- Comportamientos de filtros (filtro de tejido)

### Tanque de asfalto

Es el depósito de almacenamiento del producto asfáltico utilizado en la elaboración del concreto asfáltico, debe tener la característica de mantener el mayor tiempo posible caliente el asfalto, debido a que las temperaturas de aplicación son de 140 grados centígrados normalmente y para su manejo de descarga es de mínimo 100 grados centígrados además a esto requiere de otros accesorios optativos.



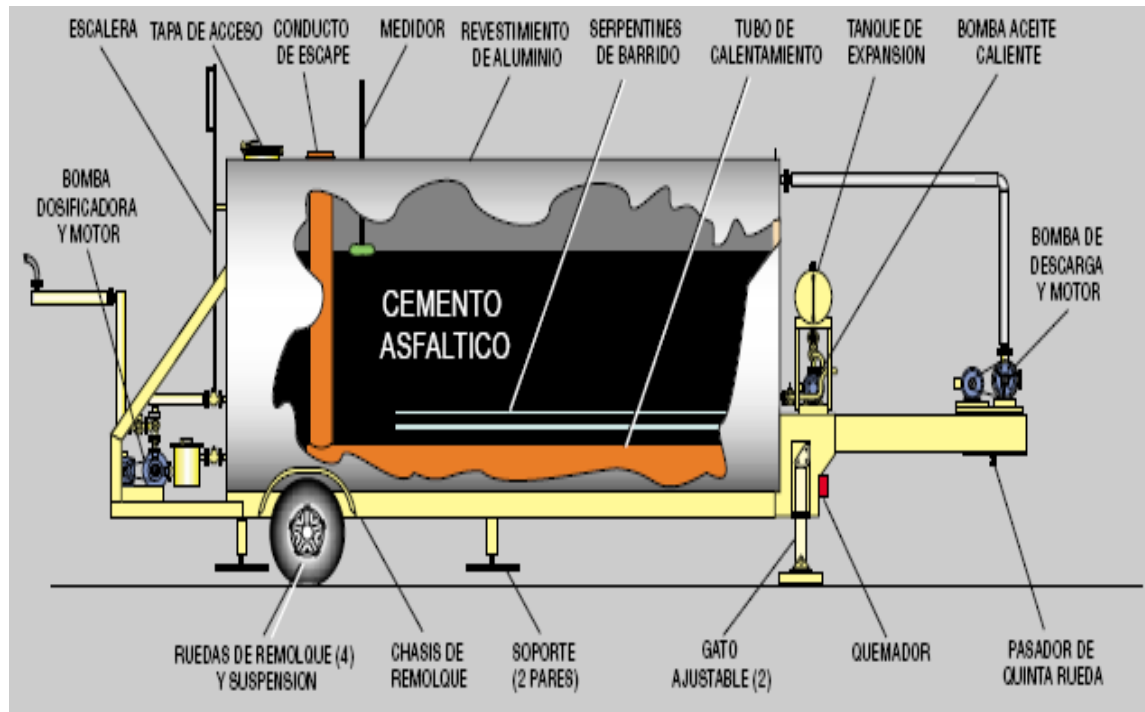


Figura. III.10.1.1.13.- Tanque Asfáltico.

### Sistema de calentamiento.

El sistema de calentamiento se puede clasificar en dos categorías de acuerdo a la forma que se aplique el calor al asfalto, se denominan calentamiento **directo o inducción**.

Un sistema para aplicar calor al asfalto, se realiza con quemadores de gas, diesel, etc. Se denominan de **calentamiento directo**, similar a los carros tanques de transporte, no es recomendable por seguridad de operación.

Cuando se aplica el calor a un aceite térmico en una caldera en un serpentín en forma de espiral, después mediante un sistema de bombeo se hace circular dentro del tanque de almacenamiento de asfalto en serpentines longitudinales transmitiendo el calor del aceite al asfalto siendo este sistema mas seguro de calentamiento llamado por **inducción**.



### **Elevador de mezcla asfáltica**

Su función es de elevar la mezcla asfáltica de la salida del tambor mezclador al silo de almacenamiento, con la menor pérdida a temperatura y evitando la segregación.

La longitud de este elevador depende de la altura del silo donde descargara la mezcla transportadora.

La banda transportadora se utiliza en alturas pequeñas y en muchos casos únicamente solo para depositar la mezcla a un lado del tambor.

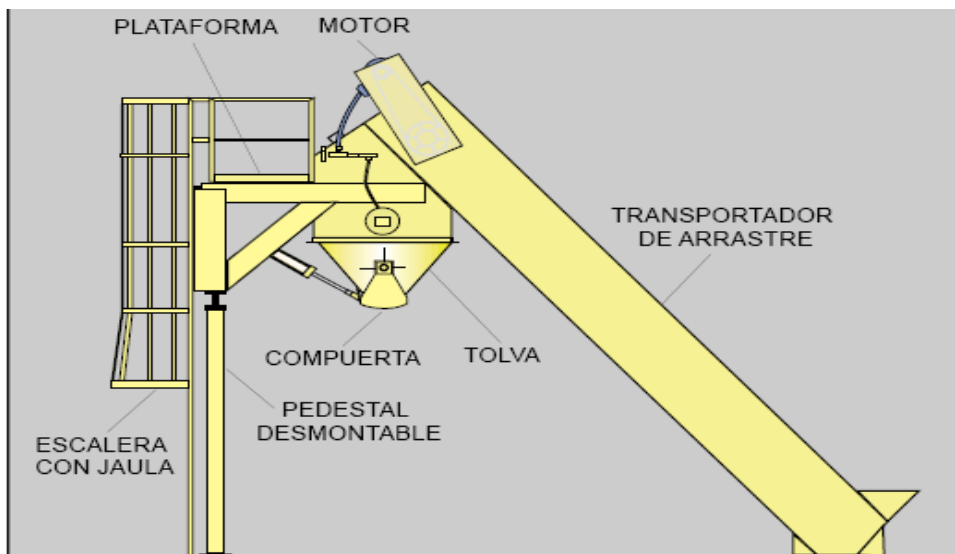


Figura. III.10.1.1.14. Elevador de mezcla asfáltica.

### **Silo de almacenamiento de mezcla caliente**

Integrado a la mayoría de las plantas su función principal es de almacenar temporalmente la mezcla asfáltica en caliente, con el fin de prevenir paros en la planta debido a interruptores en la operación de la pavimentación, o debido a la escasez de camiones que transportan el material de la planta al lugar de la aplicación, La mezcla en caliente recién elaborada es depositada por medio de un transportador o elevador de material caliente, en la parte superior del deposito o silo y es descargada a los camiones por su parte baja



Figura. III.10.1.1.15.- Silo de almacenamiento.

### Caseta de controles

Es una caseta donde se encuentran los controles de operación de la planta, para toda la operación de arranque, producción y paro, debe estar para toda la operación de arranque, producción y paro, debe estar protegida del polvo y la humedad por contar con sistemas electrónicos, además de un PLC programado para leer lecturas de flujo de material y mandar la señal necesaria de alimentación de asfalto según el porcentaje en peso establecido como óptimo considerando la densidad del asfalto caliente reportando la lectura en volumen (litros), descontando el peso del agua presente en el material virgen.

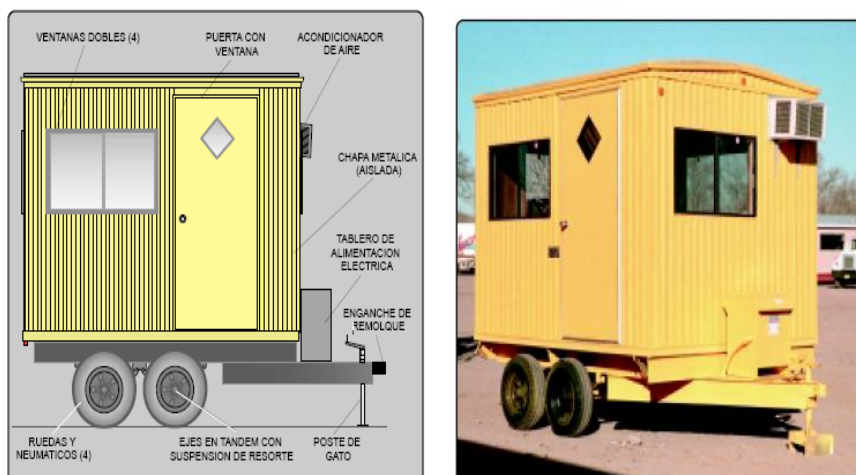


Figura. III.10.1.1.16.- Caseta de Controles.



En esta cabina deben estar todos los arrancadores para desactivarlos cuando no estén en operación y que permitan ser leídos los amperajes de operación de los motores, como parte de la operación misma del mantenimiento preventivo diario de la planta para tener en óptimas condiciones de operación los equipos, porque algunos casos las deficiencias pueden afectar directamente a la calidad de la mezcla asfáltica.

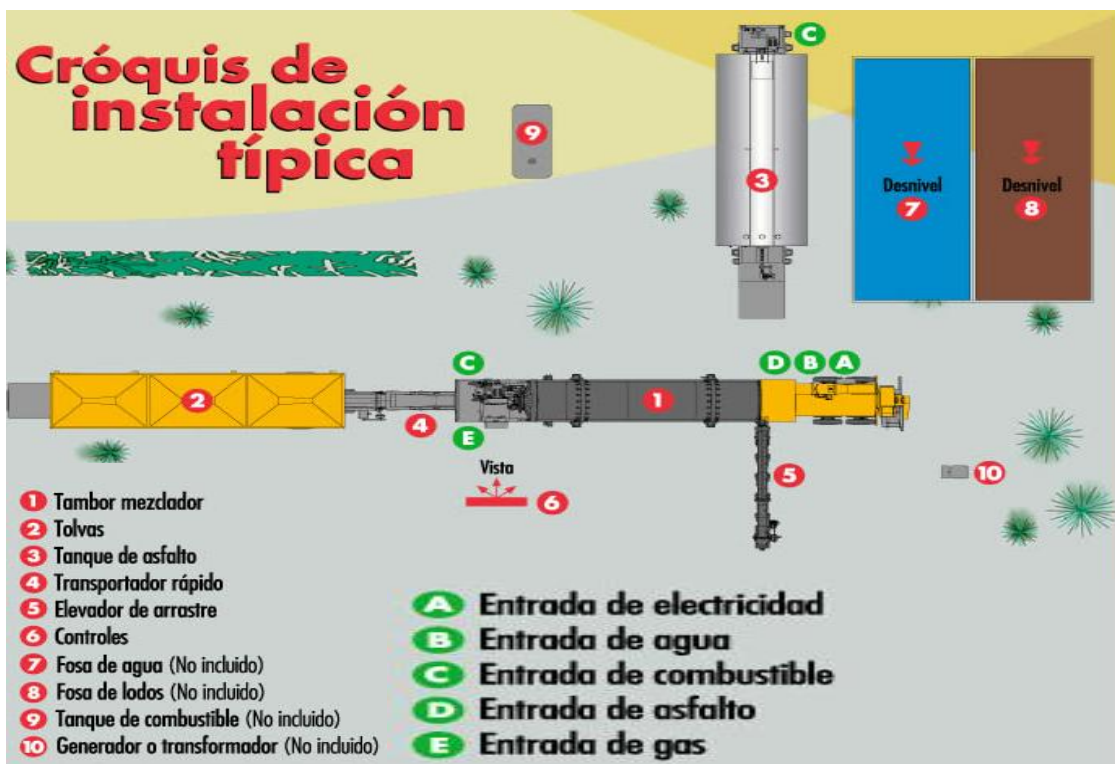


Figura. III.10.1.1. 17.- Croquis de instalación típica de una planta de asfalto.



### III.11.- Corte en frío de carpeta asfáltica.

Las superficies por reparar deberán ser áreas rectangulares y de forma rectangular y se delimitaran mediante corte con cortadora de disco, de tal manera que se eviten daños en la carpeta de las áreas adyacentes y las paredes sean verticales .



Figura. III.11.1. Perfilado de Carpeta.

En este proyecto se realizarán los cortes en frío de la carpeta asfáltica con una perfiladora de tipo PR-750 Rotomill o similar.



Figura. III.11.1.2.- Cortadora tipo Rotomill.



### III.11. 1.-Procedimiento de corte en frío.

Conforme se avance en el corte de la carpeta se irán perfilando las superficies de la misma respetando el trazo de proyecto. La superficie fresada resultante no deberá presentar surcos, depresiones o escalones si existiera algún defecto del corte se deberá colocar una platilla de concreto asfáltico con el espesor necesario.

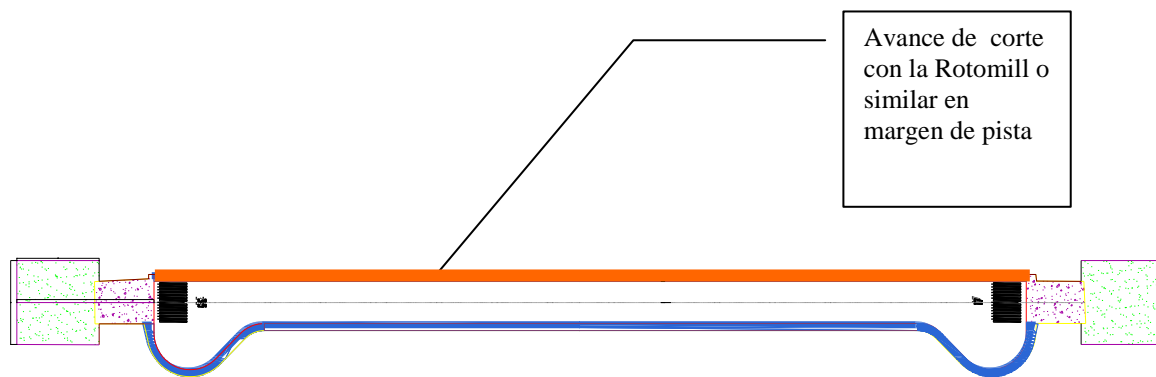


Figura. III.11.1.1.- Esquema de corte en frío.

Para dar por terminado el corte en frío de carpeta se deberá cumplir con las siguientes tolerancias:

1. Niveles en la superficie fresada -0.5cm
2. Ancho del corte del centro de línea a la orilla +1.0cm.

Los materiales producto del corte deberán ser acarreados, conformados y depositados en el sitio en el interior del aeropuerto a una distancia promedio de 10 Km. de distancia sobre el camino perimetral en la zona de liga con la pista 17-35 el corte se efectuara como indica el proyecto.



Figura. III.11.1.2. Material producto de corte.

Una vez terminado los trabajos de corte se procederá al barrido o sopleteado de las aéreas de corte.



Figura. III.11.1.3.- Barrido de material producto del corte.



Figura. III.11.1.4.- Barrido fino de material producto del corte.



### III.11.2.-Procedimiento de riego de liga.

Consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con objeto de lograr una buena adherencia contra una capa de mezcla asfáltica de rompimiento rápido. La aplicación del riego de liga puede omitirse si la carpeta que se construirá encima tiene un espesor mayor o igual de diez (10) centímetros.

En el área de colocación de carpeta asfáltica, posterior al barrido y sopleteado de la superficie, se dará un riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido del tipo ECR-60, a razón de  $0.50 \text{ l/m}^2$  con el objeto de impermeabilizarlas y favorecer su adherencia, dependiendo de la capa por ligar.



Figura. III.8.6.1.5. Riego de liga en margen de pista.

Si la superficie se hubiere deteriorado o destruido, esta deberá reacondicionarse para dejarla de acuerdo con lo previsto en el proyecto y/o ordenado por la supervisión.

La aplicación del riego de liga con la emulsión asfáltica deberá efectuarse a la temperatura ambiente, pero nunca **inferior a (5°c)** empleando para tal objeto una petrolizadora en condiciones mecánicas satisfactorias, previa aprobación de dicho equipo por parte de la supervisión.





Figura. III.11.2.1.- Riego con petrolizadora en márgenes de pista.

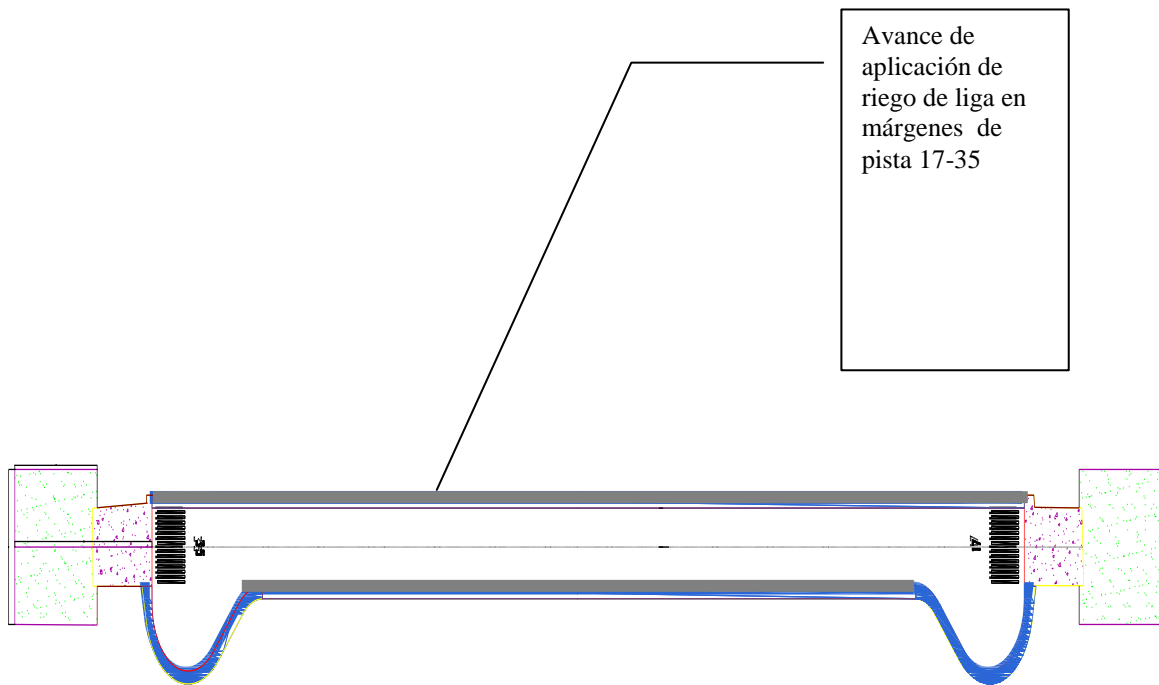


Figura. III.11.2.2. Representación gráfica de riego de impregnación.



Sobre la superficie así tratada se construirá la carpeta asfáltica antes que pudiera contaminarse con materias extrañas, polvo o basura. Cualquier desperfecto que se origine por estas u otras causas, deberá ser reparada antes de la colocación de la carpeta asfáltica, En lo que no se oponga a esta especificación se deberá considerar la norma N·CTR·CAR·1·04·005/00, durante la realización de estos trabajos.

Para la colocación de la mezcla asfáltica, durante todo el transcurso de la obra únicamente se permitirá la utilización de **un solo tipo de producto** a fin de garantizar un comportamiento homogéneo de la carpeta asfáltica

Además de que se tomaran en cuenta las consideraciones de calidad para materiales asfálticos, la temperatura de las emulsiones, temperatura de la mezcla asfáltica y establecida, en la norma SCT



Figura. III.11.2.3. Verificación de la temperatura de la mezcla asfáltica en campo.



Después de realizado el corte en frío y aplicando el riego de liga, se procederá a la colocación una carpeta de concreto asfáltico con extenderora EP-800D que al compactarse tendrá **espesores de proyecto de 6cm en los márgenes de pista.**

Los equipos para la colocación de la mezcla asfáltica serán capaces de esparcir y precompactar la carpeta con mezcla en caliente que se tienda, con el ancho sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los copamientos y zonas similares. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la carpeta asfáltica

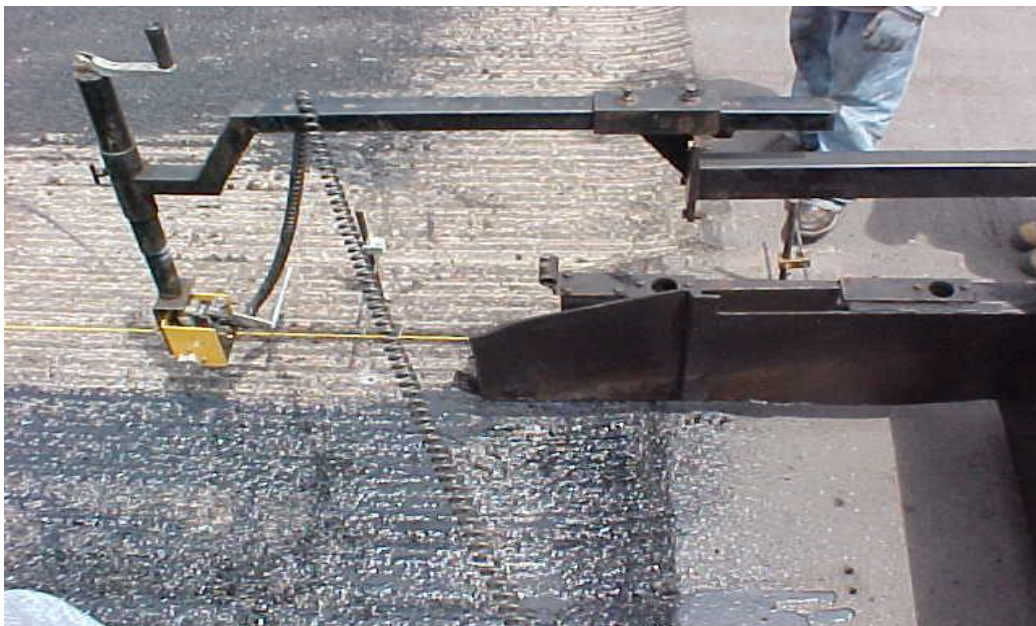


Figura. III.11.2.4.- Censor del esparcidor para los espesores



Figura. III.11.2.5.- Suministro y colocación de mezcla asfáltica sobre margen de pista.



Figura. III.11.2.6.- Verificación de uniformidad de carpeta con regla de aluminio.



### **Compactación de carpeta asfáltica con rodillo metálico y neumático**

Para la compactación de carpeta asfáltica no se permitirá el uso de equipos remolcados o jalados con tractor agrícola, solo se permitirá el uso de equipos de compactación auto propulsados, reversibles, provistos de un sistema de rocío pro agua y de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos. Pueden ser de tres (3) ejes con rodillos en tándem, con diámetro mínimo de un metro (1) metro (40in), en todos los casos.

### **Computadores neumáticos.**

Remolcados o autopropulsados tendrán nueve ruedas como mínimo, de igual tamaño montadas sobre dos ejes unidos a un chasis rígido, equipado con una plataforma o cuerpo que pueda ser lastrado, de forma que la masa total del compactador se distribuya uniformemente en ellas dispuestas de manera que las llantas del eje trasero cubran en una pesada, el espacio completo entre las llantas adyacentes en el eje delantero. Las llantas serán lisas, con tamaño mínimo de 7.50-15 de cuatro capas e infladas uniformemente a la presión recomendada por el fabricante con una tolerancia máxima de treinta y cuatro coma cinco (34.5) kilo pascales (51d/in<sup>2</sup>).



Figura. III.11.2.7.- Compactación de carpeta asfáltica con equipos autopropulsados sobre margen de pista



### Colocación de sello contra derrames a base de alquitrán de hulla.

Pasando 14 días de colocada la carpeta asfáltica se procederá aplicar un producto que proteja la carpeta asfáltica de derrame de solventes que la puedan llegar a afectar, se utilizara un producto base agua, y con las características y proporción especificado.



Figura. III.11.2.8.- Preparación y aplicación de sello a base de alquitrán de hulla

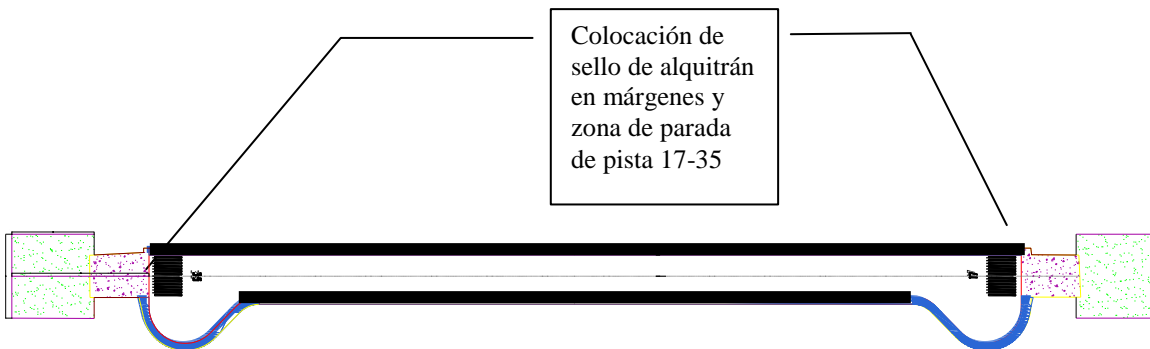


Figura. III.11.2.9.- Representación grafica colocación de sello alquitrán margen de pista, zona de parada



### III.12.- Desmote y despalle de franjas de seguridad.

El desmote es la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de bancos, canales y áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad cuando así lo indique el proyecto o lo ordene la secretaria, el desmote complementa con el transporte de especies vegetales, a que se refiere la norma N-CTR—CAR-1-09-003 trasplante de especies vegetales y que consiste en el traslado de un sitio a otro del individuo vegetal vivo. El desmote comprende:

- Tala que consiste en cortar los árboles y arbustos
- Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, sácate o residuos de siembras
- Desenraíce, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmote al banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la secretaria.



Desmote de la vegetación existente en las franjas de seguridad de pista 17-35

Figura. III.12.1 Vegetación existente en franjas de pista.



El despalme en la remoción del material superficial del terreno. De acuerdo con lo establecido en el proyecto aprobado por la secretaria, con el objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos del material no utilizable.

El equipo que se utilice para el despalme, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto. En cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del contratista de obra su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo de la obra y será operado por personal capacitado.

Para dar inicio con las actividades de conformación, se deberá llevar a cabo un despalme de acuerdo a lo establecido en el proyecto geométrico; dicha actividad consistió en llevar a cabo el retiro de todo el material vegetal superficial existente en las áreas de trabajo.



Figura. III.12.2.- Despalme de material en franjas de seguridad pista 17-35





Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto a lo ordenado por la secretaria.

Corte en T.N.: posterior a los trabajos de despalme en el T.N. y esté ya expuesto por la actividad anterior se llevara acabo un corte en el mismo en un espesor variable y de acuerdo a lo establecido en el proyecto geométrico, con el fin de nivelar las secciones.

Los terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de sub-rasante que indique el proyecto o la secretaria ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas, bordos y obtener taludes.

Posterior a los trabajos de despalme y corte en el T.N. se procederá a la elaboración de los terraplenes en las áreas de trabajos para nivelar el terreno, dicha actividad se deberá llevara acabo según lo establecido en la especificación particular correspondiente.

### **Conformación de franjas de seguridad**

Posterior a las actividades de elaboración de terraplenes en áreas donde lo indique el proyecto se procederá a la Conformación y nivelación de las franjas de seguridad en dimensión y alineamiento.

Los trabajos de terracerías que se realizaran para conformar las franjas de seguridad en pista 17-35, una vez terminados los trabajos de rehabilitación y/o construcción de los pavimentos de la pista rodajes y plataformas en caso de existir estos con el fin de desvanecer los escalones que se producirán por dichas actividades, y crear áreas de seguridad, con chaflanes que deberán tener una pendiente transversal establecida en el proyecto geométrico, con materiales conformados y compactados al 95% de su P. V.S.M.



### III.13.- Materiales.

El material de terracerías que se empleara en la formación de los chaflanes conformados, en las franjas de seguridad serán materiales areno-limosos o similares (criterio SUCS) con calidad de Sub-rasante producto del banco de préstamo, el material que se emplee deberá cumplir con las siguientes características:

Tamaño máximo de las partículas	37.5mm (1 <sup>1/2</sup> "
Valor Relativo de Soporte saturado	20% mínimo
Expansión libre	menor del 2%

RECOMENDACIONES PARA LA UTILIZACION DE USO DE SUELOS CARRETERAS Y AEROPISTAS						
ACCION POTENCIAL DE LAS HELADAS	COMPRESIBILIDAD Y EXPANSION	CARACTERISTICA DE DRENAJE	EQUIPOS DE COMPACTACION	PESO VOLUMETRICO SECO(Kg/m <sup>2</sup> )	VALORES TÍPICOS DE DISEÑO	
					CBR	MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE (KG/CM <sup>2</sup> /CM)
8	9	10	11	12	13	14
NINGUNA A MUY LIGERA	CASI NULA	EXELENTE	TRACTOR DE ORUGA, RODILLO NEUMATICO, RODILLO LISO, COMPACTADOR VIBRATORIO	2,000 - 2,250	40-80	8-13.5
NINGUNA A MUY LIGERA	CASI NULA	EXELENTE	TRACTOR DE ORUGA, RODILLO NEUMATICO, RODILLO LISO, COMPACTADOR VIBRATORIO	1,75 - 2,250	30-60	8-13.5
LIGERA A MEDIA	MUY LIGERA	REGULAR A MALA	RODILLO NEUMATICO, RODILLO PATA DE CABRA. (CONTROL ESTRICTO DE LA HUMEDAD)	2,000 - 2,350	40-60	8-13.5
LIGERA A MEDIA	LIGERA	MALA A PRACTICAMENTE IMPERMEABLE	RODILLO NEUMATICO, RODILLO PATA DE CABRA. (CONTROL ESTRICTO DE LA HUMEDAD)	1,850 - 2,150	20-30	5.5-13.5
LIGERA A MEDIA	LIGERA	MALA A PRACTICAMENTE IMPERMEABLE	RODILLO NEUMATICO, RODILLO PATA DE CABRA.	2,100 - 2,350	20-40	5.5-13.5
LIGERA A MEDIA	CASI NULA	EXELENTE	TRACTOR DE ORUGA, RODILLO NEUMATICO.	1,750 - 2,100	20-40	5.5-11.0
NINGUNA A MUY LIGERA	CASI NULA	EXELENTE	TRACTOR DE ORUGAS RODILLO NEUMATICO	1,700 - 2,100	oct-40	4.0-11.0



LIGERA A ALTA	MUY LIGERA	REGULAR A MALA	RODILLO NEUMATICO, RODILLO PATA DE CABRA (CONTROL ESTRICTO DE LA HUMEDAD)	1,900 - 2,150	15-40	4.0-11.0
LIGERA ALTA	LIGERA A MEDIA	MALA A PRACTICAMENTE IMPERMEABLE	RODILLO NEUMATICO, RODILLO PATA DE CABRA	1,600 - 2,100	10-20	2.7-8.0
LIGERA A ALTA	LIGERA A MEDIA	MALA A PRACTICAMENTE IMPERMEABLE	RODILLO NEUMATICO, RODILLO PATA DE CABRA	1,600 - 2,150	S-20	2.7-8.0
MEDIA A MUY ALTA	LIGERA A MEDIA	REGULAR A MALA	RODILLO NEUMATICO, RODILLO PATA DE CABRA, CONTROL ESTRICTO DE LA HUMEDAD	1,450 - 2,100	≤15	2.7-5.5
MEDIA A ALTA	MEDIA	PRACTICAMENTE IMPERMEABLE	RODILLO NEUMATICO, RODILLO PATA DE CABRA	1,450-2,100	≤15	1.4-4.0
MEDIA A ALTA	MEDIA A ALTA	MALA	RODILLO NEUMATICO, RODILLO PATA DE CABRA	1,450-1,700	≤5	1.4-2.7
MEDIA A MUY ALTA	ALTA	REGULAR A MALA	RODILLO NEUMATICO, RODILLO PATA DE CABRA	1,300-1,700	≤10	1.4-2.7

Tabla. III.13.1.- Recomendaciones para la utilización de uso de suelo en carreteras y aeropistas.



SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS								
RECOMENDACIONES PARA LA UTILIZACION DE USO DE SUELOS CARRETERAS Y AEROPISTAS								
PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO	SIMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	SUBRA SANTE	SUBBASE	BASE			
1	2	3	4	5	6	7		
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL ES RETENIDO EN LA MALLA # 200 (LAS PARTICULAS DE 0.075 MM DE DIAMETRO (MALLA # 200) APROXIMADAMENTE LAS MAS PEQUEÑAS VIBRILES A SIMPLE VISTA)	GRAVAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA RETENIDA EN LA MALLA # 4  ARENA MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA RETENIDA EN LA MALLA # 4  (PARA CLASIFICACION VISUAL PUEDE USARSE 1/2 CM COMO EQUIVALENTE COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA # 4)	GW	GRAVAS BIEN GRANULADAS O MEZCLADAS DE GRAVA Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS	EXELENTE	EXELENTE	EXELENTE		
		GP	GRAVAS MAL GRADUADAS O MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA, CON POCO O NADA DE FINOS	EXELENTE	BUENO	REGULAR A BUENO		
		GM	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA	EXELENTE A BUENO	BUENO	REGULAR A BUENO		
				BUENO	REGULAR	MALO O INACEPTABLE		
		GC	GRAVAS ARCILOSAS, MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA	BUENO	REGULAR	MALO O INACEPTABLE		
		SW	ARENAS BIEN GRADUADAS O ARENAS CON GRAVA, CON POCO O NADA DE FINOS	BUENO	REGULAR	MALO O INACEPTABLE		
		SP	ARENAS MAL GRADUADAS O ARENAS CON GRAVA CON POCO O NADA DE FINOS	REGULAR A BUENO	REGULAR	MALO A INACEPTABLE		
				BUENO	REGULAR	MALO A INACEPTABLE		
		SM	ARENAS LIMOSAS MEZCLAS DE ARENA Y LIMO	REGULAR A BUENO	REGULAR A BUENO	MALO		
				REGULAR	A REGULAR	INACEPTABLE		
		SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y ARCILLA	MALO A REGULAR	MALO	INACEPTABLE		
		PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN LA FRACCION QUE PASA LA MALLA # 40						
		SUELOS DE PARTICULAS FINAS MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL ES RETENIDO EN LA MALLA # 200 (LAS PARTICULAS DE 0.0075 MM DE DIAMETRO (MALLA # 200) APROXIMADAMENTE LAS MAS PEQUEÑAS VIBRILES A SIMPLE VISTA)	LIMOS Y ARCILLAS  (LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50 %)	ML	LIMOS INORGANICOS Y ARENAS MUY FINAS, POLVO DE ROCA, ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLOSAS O LIMOS ARCILLOSOS, LIGERAMENTE PLASTICOS	MALO	INACEPTABLE	INACEPTABLE
A								
REGULAR								
CL	ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS			MALO	INACEPTABLE	INACEPTABLE		
				A				
				REGULAR				
OL	LIMOS ORGANICOS, SUELOS CON ARENAS FINAS MICACEOS O DIATOMACEOS O SUELOS LIMOSOS, LIMOS ELASTICOS			MALO	INACEPTABLE	INACEPTABLE		
MH	LIMOS INORGANICOS, SUELOS CON ARENAS FINAS, MICACEOS O DIATOMACEOS O SUELOS LIMOSOS, LIMOS ELASTICOS			MALO	INACEPTABLE	INACEPTABLE		
				A				
		REGULAR						
CH	ARCILLAS INORGANICAS DE ALTA PLASTICIDAD, ARCILLAS FRANCAS	MALO A REGULAR	INACEPTABLE	INACEPTABLE				
		MALO A MUY MALO						
OH	ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIA O ALTA, LIMOS ORGANICOS	MALO A MUY MALO	INACEPTABLE	INACEPTABLE				
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	Pt	TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	INACEPTABLE	INACEPTABLE	INACEPTABLE			

Tabla. III.13.2.-. Recomendaciones para la utilización de uso de suelo en carreteras y aeropistas.



### **Ejecución de los trabajos conformación de franjas de seguridad.**

Los materiales para los chaflanes deberán depositarse fuera de las áreas pavimentadas de la pista, a volteo, extenderse “a reventón” y compactarse al 95% de su P.V.S.M, con una pendiente transversal establecida en el proyecto geométrico, en capas de espesores máximos de veinte centímetros (20.0cm) sueltos, utilizando el equipo opcional que proponga el contratista y apruebe la supervisión del organismo. En caso de que existan espesores superiores al máximo se dará forma a la sección por medio de capas sucesivas.

Para dar por terminada la construcción de los chaflanes de terraplén conformado, incluyendo su afinamiento, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado, conforme a las siguientes tolerancias:

Parámetro.	Tolerancia.
Pendiente transversal con respecto a la del proyecto.	$\pm 0.5\%$
Profundidad de las depresiones observadas Colocando una regla de cinco (5) m de longitud y normal al eje, centímetros.	2.5cm Máximo

Se deberá considerar en lo que no contravenga a la presente especificación particular, lo establecido en las normas de construcción de la SCT en su libro 3.01.01 TERRACERIAS, Capítulo 3.01.01.005 y en el Manual de Diseño de Aeródromos en su parte 1 Pistas y 2 Calles de Rodaje, Plataformas y Apartaderos de Espera.



Figura. III.13.3.- Conformación de franjas de seguridad de pista 17-35

### **III.14.- Maquinaria y equipo.**








No se efectuarán labores de mantenimiento a los equipos en el sitio de la obra, por lo anterior no se generaran aceites lubricantes gastados, en su caso los equipos serán transportados a talleres autorizados para su reparación y mantenimiento en la Ciudad de Aguascalientes

La maquinaria y equipo requerido para las actividades de este proyecto se muestra en la tabla:



Equipo	Imagen	Cantidad	Tiempo empleado en la obra <sup>1</sup>	Horas de trabajo diario	Decibeles emitidos <sup>2</sup>	Emisiones a la atmósfera (g/s) <sup>2</sup>	Tipo de combustible
Extendidora de carpeta asfáltica EP-800D		1	2 meses	6	*	N/A	Diesel
Compactador de Rodillo CB-534D		2	2 meses	6	*	N/A	Diesel
Compactador de neumático		1	2 meses	6	*	**	Diesel
Petrolizadora		1	2 meses	4	*	**	Diesel
Barredora mecánica		2	2 meses	4	*	**	Gasolina
Pipa de agua		1	3 meses	6	*	**	Diesel
Camiones de volteo		5	3 meses	6	*	**	Diesel
Lámparas de iluminación		6	2 meses	6	*	**	Gasolina



Mini cargador 216B		1	3 meses	6	*	**	Diesel
Equipo	Imagen	Cantidad	Tiempo empleado en la obra <sup>1</sup>	Horas de trabajo diario	Decibeles emitidos <sup>2</sup>	Emisiones a la atmósfera (g/s) <sup>2</sup>	Tipo de combustible
Motoconformadora 120H		2	2 meses	8	*	**	Diesel
Cargador frontal IT38G		1	2 meses	6	*	**	Diesel
Pintarrayas		1	1 mes	6	*	**	Gasolina
Compactador mixto		2	2 meses	8	*	**	Diesel
Retroexcavadora		2	2 meses	8	*	**	Diesel
Rotomill 750 o similar		2	2 meses	8	*	**	Diesel

NOTA:

1). Días o meses.

2). Se pueden poner los datos proporcionados por el fabricante del equipo cuando éste sea nuevo, o en su caso presentar los resultados de la verificación más reciente.

\* No es posible determinar hasta que se realice el proyecto.

\*\* Se solicitarán los certificados de verificación de los vehículos que utilicen los transportistas, la Norma NOM-045-SEMARNAT-2006, excluye a la maquinaria que se emplea en la industria de la construcción.

Tabla III.14.1.- Maquinaria a utilizar en los trabajos de rehabilitación de pista 17-35





### **III.15.- Métodos de diseño de mezclas asfálticas**

Las mezclas asfálticas han sido típicamente diseñadas con procedimientos empíricos de laboratorio, lo que significa que se requiere la experiencia en campo para determinar si el análisis de laboratorio tiene corrección con el desempeño del pavimento. De cualquier manera, aun con la correcta conjunción de estos procedimientos y el desarrollo del criterio de diseño de la mezcla, no se podían asegurar buenos grados de desempeño.

#### **III.15.1.- Método Marshall**

El concepto del método Marshall en el diseño de mezclas para pavimentación fue formulado por Bruce Marshall, ingeniero de asfaltos del Departamento de Autopistas del estado de Mississippi. El Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos, a través de una extensiva investigación y estudios de correlación, mejoró y adicionó ciertos aspectos al procedimiento de prueba Marshall, a la vez que desarrolló un criterio de diseño de mezclas.

El método original únicamente es aplicable a mezclas asfálticas en caliente para pavimentación, que contengan agregados con un tamaño máximo de 25 mm (1") o menor. El método Marshall modificado se desarrolló para tamaños máximos arriba de 38 mm (1.5"), y está pensado para diseño en laboratorio y control en campo de mezclas asfálticas en caliente, con graduación densa. Debido a que la prueba de estabilidad es de naturaleza empírica, la importancia de los resultados en términos de estimar el comportamiento en campo se pierde cuando se realizan.

#### **Modificaciones a los procedimientos estándar.**

El método Marshall utiliza especímenes de prueba estándar de 64 mm (2 ½") de alto y 102 mm (4") de diámetro; se preparan mediante un procedimiento para calentar, combinar y compactar mezclas de asfalto- agregado (ASTM D1559). Los dos aspectos principales del método Marshall son la densidad-análisis de vacíos, y la prueba de estabilidad y flujo de los



especímenes compactados; cabe mencionar que este proceso de diseño no tiene especificado pruebas para agregados minerales ni para cementos asfálticos

### **Pruebas a las mezclas asfálticas compactadas**

En el método Marshall se elaboran tres tipos de pruebas para conocer tanto sus características volumétricas como mecánicas.

#### **Determinación de la gravedad específica**

La prueba de gravedad específica puede desarrollarse tan pronto como el espécimen se haya enfriado en un cuarto de temperatura. Esta prueba se hace de acuerdo con la Norma ASTM D1188, gravedad específica de mezclas asfálticas compactadas utilizando parafina; o la ASTM D2726, gravedad específica de mezclas asfálticas compactadas mediante superficies saturadas de especímenes secos. Para determinar cuál norma se debe utilizar, se realizan pruebas de absorción a la mezcla asfáltica compactada; si la absorción es mayor al 2%, se recurre a la norma ASTM D1188; en caso contrario, se emplea la norma ASTM D2726.

#### **Prueba de estabilidad y flujo**

Después de que la gravedad específica se ha determinado, se procede a la prueba de estabilidad y flujo, que consiste en sumergir el espécimen en un baño María a  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $140\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 1.8\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) de 30 a 40 minutos antes de la prueba. Con el equipo de prueba listo se remueve el espécimen colocado en baño María y cuidadosamente se seca la superficie. Ubicando y centrando el espécimen en la mordaza inferior, se coloca la mordaza superior y se centra completamente en el aparato de carga. Posteriormente, se aplica la carga de prueba al espécimen a una deformación constante de 51 mm (5") por minuto, hasta la falla. El punto de falla se define por la lectura de carga máxima obtenida. El número total de Newtons (lb) requeridos para que se produzca la falla del espécimen deberá registrarse como el valor de estabilidad Marshall.



Mientras la prueba de estabilidad está en proceso, si no se utiliza un equipo de registro automático, se deberá mantener el medidor de flujo sobre la barra guía y cuando la carga empiece a disminuir se deberá tomar la lectura, y registrarla como el valor de flujo final. La diferencia entre el valor de flujo final e inicial, expresado en unidades de 0.25 mm (1/100”), será el valor del flujo Marshall.

### **Análisis de densidad y vacíos**

Después de completar las pruebas de estabilidad y flujo, se lleva a cabo el análisis de densidad y vacíos para cada serie de especímenes de prueba. Se debe determinar la gravedad específica teórica máxima (ASTM D2041) para al menos dos contenidos de asfalto, preferentemente los que estén cerca del contenido óptimo de asfalto. Un valor promedio de la gravedad específica efectiva del total del agregado, se calcula de estos valores. Utilizando la gravedad específica y la gravedad específica efectiva del total del agregado, así como el promedio de las gravedades específicas de las mezclas compactadas, la gravedad específica del asfalto y la gravedad específica teórica máxima de la mezcla asfáltica, se calcula el porcentaje de asfalto absorbido en peso del agregado seco, porcentaje de vacíos ( $V_a$ ), porcentaje de vacíos llenados con asfalto (VFA), y el porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VMA).

### **III.16.- Método Superpave**

En 1987, el Strategic Highway Research Program (SHRP) fue establecido por el Congreso de los Estados Unidos con un presupuesto de 150 millones de dólares en programas de investigación, a fin de mejorar el desempeño y duración de las carreteras volviéndolas más seguras tanto para automovilistas como para los trabajadores de las mismas.

Un tercio de este presupuesto se empleó en el desarrollo de especificaciones de desempeños basados en asfalto, directamente relacionados con análisis de laboratorio y con aplicaciones en campo. Iniciando el desarrollo de un nuevo sistema para especificar materiales asfálticos, el producto final del programa es un nuevo sistema llamado Superpave (*Superior Performing Asphalt Pavement*). Representa una tecnología provista de tal manera que



pueda especificar cemento asfáltico y agregado mineral; desarrollar diseños de mezclas asfálticas; analizar y establecer predicciones del desempeño del pavimento. Este método evalúa los componentes de la mezcla asfáltica en forma individual (agregado mineral y asfalto), y su interacción cuando están mezclados.

### **III.16.1.- Pruebas al agregado mineral.**

Las propiedades del agregado mineral son obviamente importantes para el desempeño de mezclas asfálticas. El criterio de agregados está directamente incorporado en el procedimiento Superpave. Hubo otros procedimientos que se refinaron para concordar con el sistema Superpave. Al respecto, dos tipos de propiedades de agregados se especifican en el sistema Superpave: propiedades de consenso y propiedades de origen.

#### **Propiedades de consenso**

Las propiedades de consenso del Superpave son: angularidad del agregado grueso; angularidad del agregado fino; partículas alargadas y aplanadas; y equivalente de arena.

#### **Propiedades de la fuente de origen**

Además de las propiedades de consenso, los expertos viales pensaron que había otras características críticas del agregado. Aun cuando éstas son relevantes en el proceso de diseño de la mezcla, podrían también usarse como un control de aceptación de la fuente de origen.

Las propiedades que se consideraron fueron: la tenacidad mediante la prueba de desgaste de Los Ángeles; la durabilidad a través de la prueba de intemperismo acelerado; y la prueba de materiales deletéreos



### Pruebas al cemento asfáltico.

Las pruebas Superpave para cementos asfálticos miden propiedades físicas que pueden estar directamente relacionadas con el desempeño en campo a través de principios ingenieriles.

Las pruebas Superpave para cemento asfáltico, también son llevadas a temperaturas a las que se encuentran los pavimentos en servicio.

El tema central de las especificaciones Superpave es la confianza sobre las pruebas del cemento asfáltico en condiciones que simulan las tres etapas críticas durante la vida del asfalto. Las pruebas realizadas en el asfalto original, representan la primera etapa: transportación, almacenamiento, y manejo. La segunda etapa representa el asfalto durante la producción, mezcla y construcción; es simulada por las especificaciones mediante el envejecimiento del asfalto en el Horno Rotatorio de Película Delgada (RTFO). Este procedimiento expone una película delgada de asfalto a calor y aire para aproximar el envejecimiento que sufre el asfalto durante su mezcla y construcción.

La tercera etapa ocurre cuando envejece el cemento asfáltico desde que se coloca en la mezcla asfáltica, y carpeta asfáltica, hasta el fin de su vida de diseño para la cual fue planeado. Esta etapa se simula en la vasija de envejecimiento a presión (PAV), mediante la exposición de muestras de asfalto a calor y presión, para representar el envejecimiento del pavimento a lo largo de los años de servicio.

Equipo	Propósito
Horno rotatorio de película delgada (RTFO) Vasija de envejecimiento a presión (PAV)	Simula las características del envejecimiento del asfalto
Reómetro de corte dinámico (DSR)	Mide las propiedades del asfalto a temperaturas altas e intermedias
Viscosímetro rotacional (RV)	Mide las propiedades del asfalto a altas temperaturas
Reómetro de viga en flexión (BBR) Ensayo de tensión directa (DTT)	Mide las propiedades del asfalto a bajas temperaturas.

Tabla.III.16.1.1 Propósitos de las pruebas de asfalto Superpave.



### **III.16.2.- Pruebas a las mezclas asfálticas**

#### **Requerimientos volumétricos de la mezcla.**

Los requerimientos volumétricos de la mezcla son: vacíos de aire; vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto. El contenido de vacíos de aire es una propiedad importante que se utiliza como base para la selección del contenido del cemento asfáltico.

Superpave define los vacíos del agregado mineral (VAM), como la suma del volumen de vacíos de aire y del asfalto efectivo en una muestra compactada. Representa los vacíos entre las partículas del agregado. Los vacíos llenos de asfalto (VFA) son el porcentaje de VAM que contiene cemento asfáltico. Consecuentemente, VFA es el volumen de cemento asfáltico efectivo, expresado como el porcentaje de VAM.

#### **Proporción de polvo**

Otro requerimiento de la mezcla es la proporción de polvo; se calcula como la relación entre el porcentaje en peso del agregado más fino que el tamiz 0.075 mm y el contenido de asfalto efectivo en porcentaje de peso total en la mezcla, menos el porcentaje de asfalto absorbido.

#### **Susceptibilidad a la humedad**

El ensayo de susceptibilidad a la humedad para evaluar una HMA al desprendimiento es la Norma AASHTO T-283, Resistencia de mezclas bituminosas compactadas al daño inducido por humedad. Este ensayo, que no se basa en el desempeño, sirve para dos propósitos; primero, identificar si una combinación de cemento asfáltico y agregado es susceptible a la acción del agua; segundo, mide la efectividad de los aditivos antidesprendimiento o de mejora de adherencia.

Un factor que debe ser tomado en cuenta al considerar el comportamiento de la mezcla asfáltica, es el de las proporciones volumétricas del asfalto y de los componentes del agregado; o más simplemente, parámetros volumétricos de la mezcla asfáltica. Este capítulo



describe el análisis volumétrico de HMA, el cual juega un rol significativo en muchos procedimientos de diseño de mezclas. Las propiedades volumétricas de una mezcla de pavimento compactado (vacíos de aire ( $V_a$ ); vacíos en el agregado mineral (VAM); vacíos llenados con asfalto (VFA); y contenido de asfalto efectivo ( $P_{be}$ ) proporcionan una indicación del probable funcionamiento de la mezcla asfáltica. Es necesario entender las definiciones y los procedimientos analíticos descritos en este capítulo, para tomar decisiones concernientes a la selección del diseño de mezclas asfálticas. La información aplica tanto a mezclas elaboradas en laboratorio, como a probetas asfálticas extraídas en el campo.

### **Definiciones**

El agregado mineral es poroso, y puede absorber agua y asfalto a un grado variable. Además, el cociente de absorción entre el agua y el asfalto varía con cada agregado. Los tres métodos para medir la gravedad específica del agregado toman estas variaciones en consideración. Estos métodos son, la gravedad específica neta, la aparente, y la efectiva:

- Gravedad específica neta,  $G_{sb}$ .— Proporción de la masa al aire de una unidad de volumen de un material permeable (incluyendo vacíos permeables e impermeables del material) a una temperatura indicada, con respecto a una masa al aire de igual densidad de volumen igual al de agua destilada a una temperatura indicada.
- Gravedad específica aparente,  $G_{sa}$ .— Proporción de la masa en aire de una unidad de volumen de un material impermeable a una temperatura indicada, con respecto a una masa al aire de igual densidad de volumen igual al de agua destilada a una temperatura indicada.
- Gravedad específica efectiva,  $G_{se}$ .— Proporción de la masa en aire de una unidad de volumen de un material permeable (excluyendo vacíos permeables de asfalto) a una



temperatura indicada, con respecto a una masa al aire de igual densidad de volumen igual al de agua destilada a una temperatura indicada.

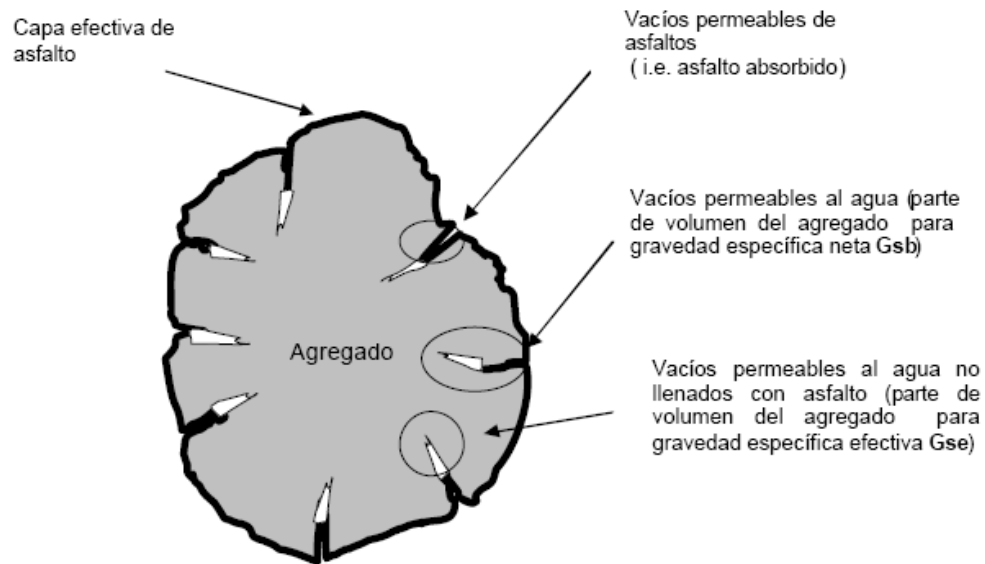


Figura. III.16.2.1.- Parámetros de diseño volumétrico.

Vacíos en el agregado mineral, VAM.– Volumen de espacio vacío intergranular entre las partículas del agregado de una mezcla asfáltica compactada, que incluye los vacíos de aire y el contenido de asfalto efectivo, expresado como un porcentaje del volumen total de la muestra.

Contenido de asfalto efectivo,  $P_{be}$ .– Contenido de asfalto total de una mezcla asfáltica, menos la proporción de asfalto absorbido en las partículas del agregado.

Vacíos de aire,  $V_a$ .– Volumen total de una pequeña bolsa de aire entre las partículas cubiertas del agregado en una mezcla de pavimento compactado, expresado como el porcentaje del volumen neto de la mezcla del pavimento compactado.





Vacíos llenados con asfalto, VFA.— Porción del porcentaje del volumen de espacio vacío ínter granular entre las partículas del agregado, que es ocupado por el asfalto efectivo. Se expresa como la porción de  $(VAM - V_a)$  entre VAM. (Figura 2.2).

El procedimiento de diseño de mezcla, calcula los valores de VAM para las mezclas de pavimento en términos de la gravedad específica neta de los agregados,  $G_{sb}$ .

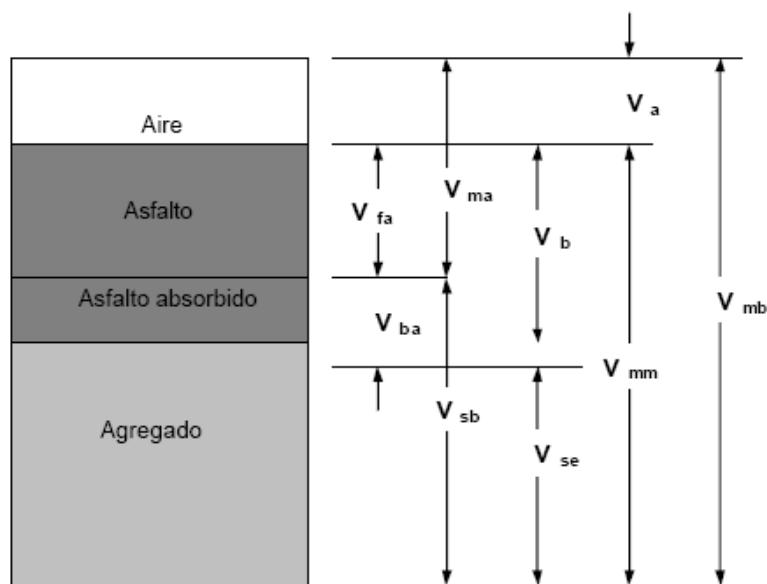


Figura. III.16.2.2 - Representación gráfica de gravedades para diseño de mezclas.

$V_{ma}$  = volumen de vacíos en agregado mineral

$V_{mb}$  = volumen total de la mezcla asfáltica

$V_{mm}$  = volumen de la mezcla asfáltica sin vacíos

$V_{fa}$  = volumen de vacíos llenados con asfalto

$V_a$  = volumen de vacíos de aire

$V_b$  = volumen de asfalto

$V_{ba}$  = volumen de asfalto absorbido

$V_{sb}$  = volumen de agregado mineral (gravedad específica de la masa)

$V_{se}$  = volumen de agregado mineral (gravedad específica efectiva)



### Gravedad específica neta del agregado.

Cuando el agregado total consiste en fracciones separadas de agregado grueso; agregado fino ; y filler, todos tienen diferentes gravedades específicas; la gravedad específica neta para el agregado total se calcula usando:

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_N}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_N}{G_N}}$$

Donde:

$G_{sb}$  = gravedad específica neta para el agregado total

$P_1, P_2, P_n$  = porcentajes individuales por masa de agregado

$G_1, G_2, G_n$  = gravedad específica neta individual del agregado

### Gravedad específica efectiva del agregado.

Cuando se basa en la gravedad específica máxima de una mezcla de pavimento,  $G_{mm}$ , la gravedad específica efectiva del agregado,  $G_{se}$ , incluye todos los espacios de vacíos en las partículas del agregado, excepto aquellos que absorben el asfalto ;  $G_{se}$  se determina usando:

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}}$$

Donde:

$G_{se}$  = gravedad específica efectiva del agregado



$G_{mm}$  = gravedad específica teórica máxima (ASTM D 2041/AASHTO T 209) de mezcla de pavimento (sin vacíos de aire)

$P_b$  = porcentaje de masa del total de la mezcla suelta = 100

$P_b$  = contenido de asfalto con el cual ASTM D 2041/AASHTO T 209 desarrolló el ensayo; el porcentaje por el total de la masa de la mezcla

$G_b$  = gravedad específica del asfalto

El volumen de asfalto absorbido por los agregados es casi invariablemente menor al volumen de agua absorbida. Por tanto, el valor para la gravedad específica efectiva de un agregado debe estar entre su gravedad específica neta y su gravedad específica aparente. Cuando la gravedad específica efectiva sale de estos límites, su valor se debe asumir como incorrecto. El cálculo de la gravedad específica máxima de la mezcla mediante la ASTM D 2041/AASHTO T 209; la composición de la mezcla en términos del contenido de agregado; y el total de asfalto se deben entonces, volver a inspeccionar para encontrar la causa del error.

### **Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica**

En el diseño de una mezcla asfáltica para un agregado dado, se necesitará la gravedad específica máxima,  $G_{mm}$ , para cada contenido de asfalto con el fin de calcular el porcentaje de vacíos de aire para cada contenido de asfalto. Mientras que la gravedad específica máxima puede determinarse para cada contenido de asfalto mediante ASTM D 2041/AASHTO T 209; la precisión del ensayo es mejor cuando la mezcla está cerca del contenido de asfalto de diseño. Además, es preferible medir la gravedad específica máxima por duplicado o triplicado.

Después de calcular la gravedad específica efectiva del agregado para cada gravedad específica máxima medida; y promediando los resultados del  $G_{se}$ , la gravedad específica máxima para cualquier otro contenido de asfalto puede obtenerse con la siguiente ecuación, la cual supone que la gravedad específica efectiva del agregado es constante, y ésta es



válida puesto que la absorción del asfalto no varía apreciablemente con los cambios en el contenido de asfalto.

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

Donde:

$G_{mm}$  = gravedad específica teórica máxima de la mezcla del pavimento  
(sin vacíos de aire)

$P_{mm}$  = porcentaje de la masa del total de la mezcla suelta = 100

$P_s$  = contenido de agregado, porcentaje del total de la masa de la mezcla

$P_b$  = contenido de asfalto, porcentaje del total de la masa de la mezcla

$G_{se}$  = gravedad específica efectiva del agregado

$G_b$  = gravedad específica del asfalto

### III.16.3.- Contenido de asfalto efectivo

El contenido de asfalto efectivo,  $P_{be}$ , de una mezcla de pavimento es el volumen total de asfalto, menos la cantidad de asfalto perdido por absorción dentro de las partículas del agregado. Es la porción del contenido total de asfalto que se queda como una capa en el exterior de la partícula del agregado y es el contenido de asfalto que gobierna el desempeño de una mezcla asfáltica. La fórmula es:

$$P_{be} = 100 \times \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} G_{se}} \times G_b$$



Donde:

$P_{be}$  = contenido de asfalto efectivo, porcentaje de la masa total de la mezcla

$P_b$  = contenido de asfalto, porcentaje de la masa total de la mezcla

$P_{ba}$  = asfalto absorbido, porcentaje de la masa del agregado

$P_s$  = contenido de agregado, porcentaje total de la masa de la mezcla

### Porcentaje de vacíos en el agregado mineral

Los vacíos en el agregado mineral, VAM, se definen como el vacío ínter granular entre las partículas del agregado en una mezcla asfáltica compactada, que incluye: los vacíos de aire y el contenido de asfalto efectivo, expresado como un porcentaje del volumen total. El VAM puede calcularse sobre la base de la gravedad específica neta del agregado, y expresarse como un porcentaje del volumen mezcla asfáltica compactada. Por tanto, el VAM puede estimarse

restando el volumen del agregado determinado por su gravedad específica neta, del volumen neto de la mezcla asfáltica compactada. Si la composición de la mezcla se determina como el porcentaje del total de la masa de la mezcla asfáltica:

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}}$$

Donde:

VAM = vacíos en el agregado mineral (porcentaje del volumen neto)

$G_{sb}$  = gravedad específica neta del total de agregado

$G_{mb}$  = gravedad específica neta de la mezcla asfáltica compactada



(ASTM D 1188 O D 2726/AASHTO T 166)

$P_s$  = contenido de agregado, porcentaje del total de la masa de la mezcla asfáltica

O, si la composición de la mezcla es determinada como el porcentaje de la masa del agregado

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{100 + P_b} \times 100$$

Donde:

$P_b$  = contenido de asfalto, porcentaje de la masa del agregado

### Porcentaje de vacíos de aire

Los vacíos de aire,  $V_a$ , en la mezcla asfáltica compactada consiste en los pequeños espacios de aire entre las partículas de agregado. El porcentaje del volumen de vacíos de aire en una mezcla compactada, puede determinarse usando:

$$V_a = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}}$$

Donde:

$V_a$  = vacíos de aire en la mezcla compactada, porcentaje del volumen total

$G_{mm}$  = gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica

$G_{mb}$  = gravedad específica neta de la mezcla asfáltica compactada



### **Porcentaje de vacíos llenos de asfalto.**

El porcentaje de los vacíos en el agregado mineral que son llenados por el asfalto, VFA, no incluyendo el asfalto absorbido, se determina usando:

$$VFA = 100 \times \frac{VMA - V_a}{VMA}$$

Donde:

VFA = vacíos llenados con asfalto, porcentaje de VAM


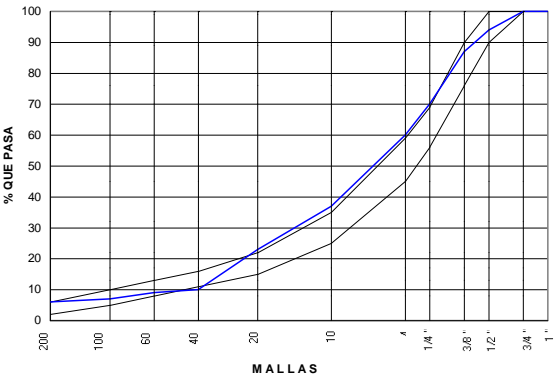
VAM = vacíos en el agregado mineral, porcentaje del volumen total

V a = vacíos de aire en mezclas compactadas, porcentaje del volumen total.



### III-17.- Resultado de pruebas de laboratorio.

En referencia a las pruebas realizadas en los agregados y la mezcla asfáltica se obtuvieron los siguientes resultados en campo y laboratorio anexan formatos de resultados.

		<b>ENSAYES DE MATERIAL PARA CONCRETO ASFALTICO</b>																																																	
		<b>PARA:</b> GRUPO AEROPORTUARIO DEL PACIFICO <b>OBRA:</b> PROYECTO EJECUTIVO PARA LA REALIZACIÓN DE OBRAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD (OACI), EN EL AEROPUERTO DE AGUASCALIENTES, S.A. DE C.V.																																																	
<b>PROCEDENCIA:</b> MATERIALES BANCO LA GLORIA		<b>DISEÑO NUM:</b> AGU 01 (OACI)																																																	
<b>PARA UTILIZARSE EN:</b> REHABILITACIÓN DE MARGENES Y ZONAS DE PARADA DE PISTA 17-35, MARGENES DE RODAJES (ALFA Y BRAVO) Y MARGENES DE PLATAFORMAS (COMERCIAL Y GENERAL)		<b>FECHA DE RECIBO:</b> 2008-Mayo-01																																																	
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PETREO	CLASIFICACION PETROGRAFICA																																																		
	COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLAS	NORMA	% PASA																																															
		1"	M.MMP.4.04.002	100																																															
		3/4"	M.MMP.4.04.002	100																																															
		1/2"	M.MMP.4.04.002	94																																															
		3/8"	M.MMP.4.04.002	87																																															
		1/4"	M.MMP.4.04.002	70																																															
		Núm. 4	M.MMP.4.04.002	60																																															
		Núm. 10	M.MMP.4.04.002	37																																															
		Núm. 20	M.MMP.4.04.002	23																																															
Núm. 40		M.MMP.4.04.002	10																																																
Núm. 60	M.MMP.4.04.002	9																																																	
Núm. 100	M.MMP.4.04.002	7																																																	
Núm. 200	M.MMP.4.04.002	6																																																	
RET. MALLA																																																			
P.V. SECO SUELTO Kgr/m <sup>3</sup>	M.MMP.4.04.002	1490	ESPECIFICACION																																																
ABSORCION %	M.MMP.4.04.003	2.46%	N.E.																																																
DENSIDAD	M.MMP.4.04.003	2.6	2.4 MÍN.																																																
DESGASTE %	M.MMP.4.04.006	10.40%	30% MÁX.																																																
PART. ALARGADAS %	M.MMP.4.04.005	27.20%	35% MÁX.																																																
PART. LAJADAS %	M.MMP.4.04.005	32.10%	35% MÁX.																																																
EQUIV. ARENA %	M.MMP.4.04.004	76.40%	50% MÍN.																																																
CONTRACCIÓN LINEAL	M.MMP.4.07	0.00%	1.0% MÁX.																																																
CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO ASFALTICO																																																			
TIPO	AC-20 MODIFICADO																																																		
MODIFICADOR	EVALOY																																																		
TIPO	TIPO I																																																		
<b>COMPOSICION GRANULOMETRICA</b> 																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN</th> <th>NORMA</th> <th>RESULTADO</th> <th>ESPECIFICACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TEMP. ELABORACION °C</td> <td>ASTM-D-4402</td> <td>150 ±C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO VOLUMETRICO, kg/m<sup>3</sup></td> <td>M.MMP.4.05.031</td> <td>2 235.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ESTABILIDAD, Kg</td> <td>M.MMP.4.05.031</td> <td>1 264.00</td> <td>800 KG MÍN.</td> </tr> <tr> <td>FLUJO, mm</td> <td>M.MMP.4.05.031</td> <td>3.13</td> <td>2-4.5 MÍN.</td> </tr> <tr> <td>VACIOS, %</td> <td>M.MMP.4.05.031</td> <td>4.70%</td> <td>3-5% (4.0 °C EN DISEÑO)</td> </tr> <tr> <td>VAM, %</td> <td>M.MMP.4.05.031</td> <td>15.90%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CONT. CEM. ASF./PETREO, %</td> <td>M.MMP.4.05.031</td> <td>5.50%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ADITIVO USADO</td> <td>MARCA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>TIPO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>CANTIDAD/C.A. %</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AFINIDAD</td> <td>M.MMP.4.04.009</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN	NORMA	RESULTADO	ESPECIFICACIONES	TEMP. ELABORACION °C	ASTM-D-4402	150 ±C		PESO VOLUMETRICO, kg/m <sup>3</sup>	M.MMP.4.05.031	2 235.00		ESTABILIDAD, Kg	M.MMP.4.05.031	1 264.00	800 KG MÍN.	FLUJO, mm	M.MMP.4.05.031	3.13	2-4.5 MÍN.	VACIOS, %	M.MMP.4.05.031	4.70%	3-5% (4.0 °C EN DISEÑO)	VAM, %	M.MMP.4.05.031	15.90%		CONT. CEM. ASF./PETREO, %	M.MMP.4.05.031	5.50%		ADITIVO USADO	MARCA				TIPO				CANTIDAD/C.A. %			AFINIDAD	M.MMP.4.04.009		
CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN	NORMA	RESULTADO	ESPECIFICACIONES																																																
TEMP. ELABORACION °C	ASTM-D-4402	150 ±C																																																	
PESO VOLUMETRICO, kg/m <sup>3</sup>	M.MMP.4.05.031	2 235.00																																																	
ESTABILIDAD, Kg	M.MMP.4.05.031	1 264.00	800 KG MÍN.																																																
FLUJO, mm	M.MMP.4.05.031	3.13	2-4.5 MÍN.																																																
VACIOS, %	M.MMP.4.05.031	4.70%	3-5% (4.0 °C EN DISEÑO)																																																
VAM, %	M.MMP.4.05.031	15.90%																																																	
CONT. CEM. ASF./PETREO, %	M.MMP.4.05.031	5.50%																																																	
ADITIVO USADO	MARCA																																																		
	TIPO																																																		
	CANTIDAD/C.A. %																																																		
AFINIDAD	M.MMP.4.04.009																																																		
<b>OBSERVACIONES:</b> LA MEZCLA ASFALTICA ELABORADA CUMPLE CON LA NORMA S.C.T. N-CTM-4-04/03 TABLA 3 PARA CUALQUIER VALOR DE ?L  15% GRAVA DE 3/4" 30% GRAVA DE 3/8" 55% ARENA DE TRITURACION																																																			
<b>FORMULO:</b> NEFTALI CORTEZ	<b>APROBO:</b> ING. RAFAEL A. LIMÓN L.	<b>FECHA DE REPORTE:</b> 2008-Mayo-07	<b>HOJA No:</b> 1 DE 6	<b>CLAVE:</b> AGU 01 (OACI)	<b>INF. No.</b>																																														





**ENSAYES DE MATERIAL PARA  
CONCRETO ASFALTICO**

PARA: **GRUPO AEROPORTUARIO DEL PACIFICO**  
 OBRA: PROYECTO EJECUTIVO PARA LA REALIZACIÓN DE OBRAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD (OACI.), EN EL AEROPUERTO DE AGUASCALIENTES, S.A. DE C.V.

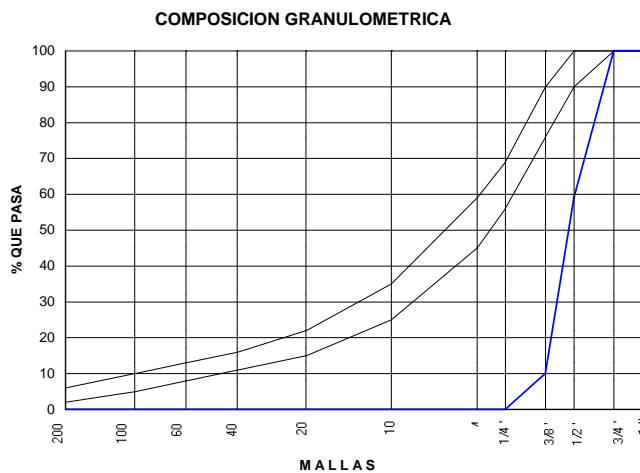
PROCEDENCIA: MATERIALES BANCO LA GLORIA

MUESTRA NUM:  
AGU 01 (OACI)

PARA UTILIZARSE EN: GRAVA PRODUCTO DE TRITURACIÓN 3/4" DEL BANCO LA GLORIA

FECHA DE RECIBO:  
2008-Mayo-01


CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA					
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PETREO	COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA	MALLAS	NORMA	% PASA	ESPECIFICACION
		1"	M.MMP.4.04.002	100	
		3/4"	M.MMP.4.04.002	100	
		1/2"	M.MMP.4.04.002	59	
		3/8"	M.MMP.4.04.002	10	
		1/4"	M.MMP.4.04.002	0	
		Núm. 4	M.MMP.4.04.002	0	
		Núm. 10	M.MMP.4.04.002	0	
		Núm. 20	M.MMP.4.04.002	0	
		Núm. 40	M.MMP.4.04.002	0	
		Núm. 60	M.MMP.4.04.002	0	
		Núm. 100	M.MMP.4.04.002	0	
		Núm. 200	M.MMP.4.04.002	0	
		RET. MALLA			
P.V. SECO SUELTO Kg/gr	M.MMP.4.04.002	1270	ESPECIFICACION		
ABSORCIÓN %	M.MMP.4.04.003	2.47%	N.E.		
DENSIDAD	M.MMP.4.04.003	2.60%	2.4 MÍN.		
DESGASTE %	M.MMP.4.04.006	12.10%	30% MÁX.		
PART. ALARGADAS %	M.MMP.4.04.005	20.00%	35% MÁX.		
PART. LAJADAS %	M.MMP.4.04.005	25.00%	35% MÁX.		
INTEMPERISMO %	M.MMP.4.04.004	6.40%	12% MÁX.		
AFINIDAD		BUENA	BUENA		
EQUIV. ARENA %			50% MÍN.		
CONTRAC. LINEAL %			N/A		
ÍNDICE PLAST. %			N/A		
AZUL DE METILENO %			N/A		



OBSERVACIONES:  
 La grava de 3/4" analizada cumple con los requerimientos necesarios para la elaboración de carpeta asfáltica

FORMULO: NEFTALI CORTEZ	APROBO: ING. RAFAEL A. LIMÓN L.	FECHA DE REPORTE: 2008-Mayo-07	HOJA No. 2 DE 6	CLAVE: AGU 01 (OACI)	INF. No.
----------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	--------------------	-------------------------	----------

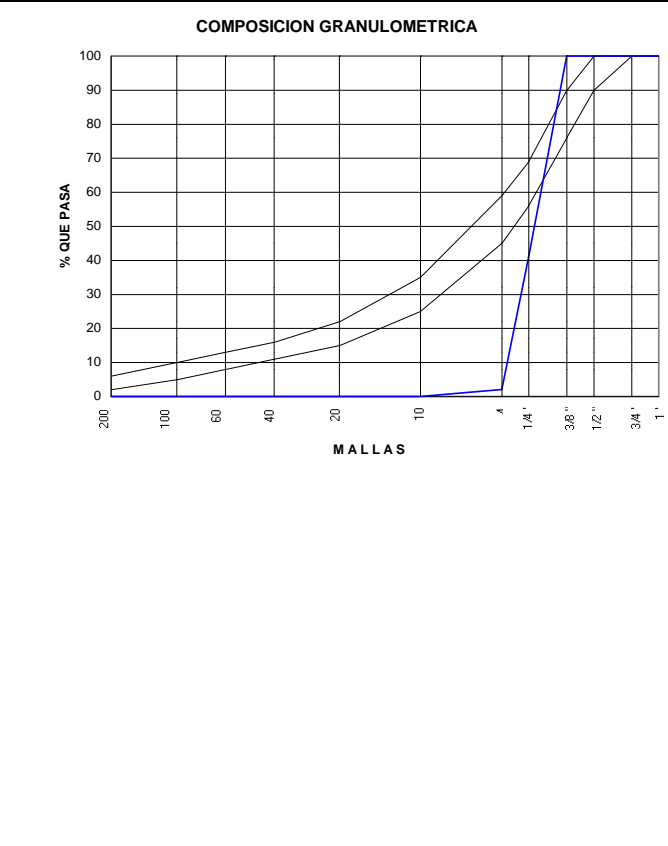


 <b>Proyectos, Asesoría y Control de Calidad, S.A.</b>	<b>ENSAYES DE MATERIAL PARA CONCRETO ASFALTICO</b>
<b>PARA:</b> GRUPO AEROPORTUARIO DEL PACIFICO <b>OBRA:</b> PROYECTO EJECUTIVO PARA LA REALIZACIÓN DE OBRAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD (OACI.), EN EL AEROPUERTO DE AGUASCALIENTES, S.A. DE C.V.	

<b>PROCEDENCIA:</b> MATERIALES BANCO LA GLORIA	<b>MUESTRA NUM:</b> AGU 01 (OACI)
--	--------------------------------------

<b>PARA UTILIZARSE EN:</b> GRAVA 3/8" PRODUCTO DE TRITURACIÓN DEL BANCO LA GLORIA	<b>FECHA DE RECIBO:</b> 2008-Mayo-01
---	---

<b>CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL PETREO</b>	<b>CLASIFICACION PETROGRAFICA</b>				
	<b>COMPOSICION GRANULOMETRICA</b>	MALLAS	NORMA	% PASA	ESPECIFICACION
		1"	M.MMP.4.04.002	100	
		3/4"	M.MMP.4.04.002	100	
		1/2"	M.MMP.4.04.002	100	
		3/8"	M.MMP.4.04.002	100	
		1/4"	M.MMP.4.04.002	41	
		Núm. 4	M.MMP.4.04.002	2	
		Núm. 10	M.MMP.4.04.002	0	
		Núm. 20	M.MMP.4.04.002	0	
		Núm. 40	M.MMP.4.04.002	0	
		Núm. 60	M.MMP.4.04.002	0	
		Núm. 100	M.MMP.4.04.002	0	
	Núm. 200	M.MMP.4.04.002	0		
	RET. MALLA				
P.V. SECO SUELTO Kg/m <sup>3</sup>	M.MMP.4.04.002	1370	ESPECIFICACION		
ABSORCION %	M.MMP.4.04.003	2.45%	N.E.		
DENSIDAD	M.MMP.4.04.003	2.59%	2.4 MÍN.		
DESGASTE %	M.MMP.4.04.006	9.50%	30% MÁX.		
PART. ALARGADAS %	M.MMP.4.04.005	29.70%	35% MÁX.		
PART. LAJEADAS %	M.MMP.4.04.005	25.50%	35% MÁX.		
INTEMPERISMO %	M.MMP.4.04.004	7.00%	12% MÁX.		
AFINIDAD		BUENA	BUENA		
EQUIV. ARENA %			50% MÍN.		
CONTRAC. LINEAL %			N/A		
INDICE PLAST. %			N/A		
AZUL DE METILENO %			N/A		



**OBSERVACIONES:**  
 La grava de 3/8" analizada cumple con los requerimientos necesarios para la elaboración de carpeta asfáltica

<b>FORMULO:</b> NEFTALI CORTEZ	<b>APROBO:</b> ING. RAFAEL A. LIMÓN L.	<b>FECHA DE REPORTE:</b> 2008-Mayo-07	<b>HOJA No.</b> 3 DE 6	<b>CLAVE:</b> AGU 01 (OACI)	<b>INF. No.</b>
-----------------------------------	---	--	---------------------------	--------------------------------	-----------------



**ENSAYES DE MATERIAL PARA  
CONCRETO ASFALTICO**

PARA: **GRUPO AEROPORTUARIO DEL PACIFICO**  
 OBRA: PROYECTO EJECUTIVO PARA LA REALIZACIÓN DE OBRAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD (OACI.), EN EL AEROPUERTO DE AGUASCALIENTES, S.A. DE C.V.

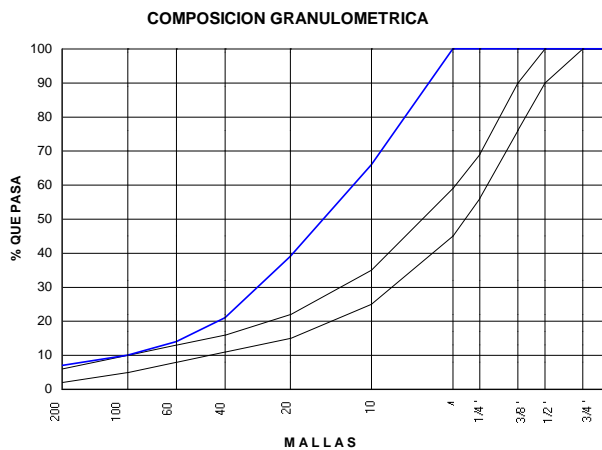
PROCEDENCIA: MATERIAL ES BANCO LA GLORIA

MUESTRA NUM:  
AGU 01 (OACI)

PARA UTILIZARSE EN: ARENA PRODUCTO DE TRITURACIÓN DEL BANCO LA GLORIA

FECHA DE RECIBO:  
2008-Mayo-01

CLASIFICACION PETROGRAFICA			
MALLAS	NORMA	% PASA	ESPECIFICACION
1"	M.MMP.4.04.002	100	
3/4"	M.MMP.4.04.002	100	
1/2"	M.MMP.4.04.002	100	
3/8"	M.MMP.4.04.002	100	
1/4"	M.MMP.4.04.002	100	
Núm. 4	M.MMP.4.04.002	100	
Núm. 10	M.MMP.4.04.002	66	
Núm. 20	M.MMP.4.04.002	39	
Núm. 40	M.MMP.4.04.002	21	
Núm. 60	M.MMP.4.04.002	14	
Núm. 100	M.MMP.4.04.002	10	
Núm. 200	M.MMP.4.04.002	7	
RET. MALLA			
P.V. SECO SUELTO Kgr/m <sup>3</sup>	M.MMP.4.04.002	1590	ESPECIFICACION
ABSORCION %	M.MMP.4.04.003	2.36%	N.E.
DENSIDAD	M.MMP.4.04.003	N/A	2.4 MÍN.
DESGASTE %	M.MMP.4.04.006	N/A	30% MÁX.
PART. ALARGADAS %	M.MMP.4.04.005	N/A	35% MÁX.
PART. LAJEADAS %	M.MMP.4.04.005	N/A	35% MÁX.
INTEMPERISMO %	M.MMP.4.04.004	N/A	12% MÁX.
AFINIDAD		BUENA	BUENA
EQUIV. ARENA %		76.40%	50% MÍN.
CONTRAC. LINEAL %		0.00%	N/A
INDICE PLAST. %		0.00%	N/A
AZUL DE METILENO %			N/A



OBSERVACIONES:

La arena analizada cumple con los requerimientos necesarios para la elaboración de carpeta asfáltica

FORMULO: NEFTALI CORTEZ	APROBADO: ING. RAFAEL A. LIMÓN L.	FECHA DE REPORTE: 2008-Mayo-07	HOJA No. 4 de 6	CLAVE: AGU 01 (OACI)	INF. No.
----------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------	-------------------------	----------



### III.17.1.-Procedimientos aplicados para pruebas de laboratorio.

Para la elaboración de las pruebas de laboratorio del método Marshall se recopiló la información en campo.

En cuanto llega camión que transporta la mezcla asfáltica se toma una porción sin pesarla cumpliendo con su temperatura de 110°C antes que descargar en material



Figura. III.17.1.1. - Toma de muestra de material asfáltico.

De la porción que se tomó del camión se pesa 1200gr material asfáltico para la elaboración de pastillas Marshall



Figura. III.17.1.2. - Material asfáltico pesado con Balanza de precisión



Se deposita el material asfáltico previamente pesado en el molde para le elaboración de pastillas Marshall.



Figura. III.17.1.3. - Se vierte el material asfáltico sobre los moldes

Se colocan los moldes sobre el pedestal para su posterior compactación



Figura. III.17.1.4. - Colocación de moldes sobre el pedestal



Ya depositado el material asfáltico en el molde y asegurado el molde en el pedestal se inicia la compactación que se realizara en dos fases:

La primera fase se compactara con 75 golpes en la primera cara con pison Marshall de peso de 3.800kg .

En la segunda fase se voltea el molde para compactar la segunda cara con 75 golpes con pison Marshall de 3.800 kg



Figura. III.17.1.5. - Compactación de mezcla asfáltica con pison Marshall

Se retira el molde de pedestal ya compactado material formando así las pastillas Marshall



Figura. III.17.1.6. -Pastillas Marshall ya compactadas listas para llevarlas al laboratorio



Después de la elaboración de las pastillas Marshall se efectuara el desmolde, se miden los diámetros, alturas, se pesan las pastillas al aire después de desmoldarse, posteriormente se le coloca esterato o parafina alas pastillas y se pesa al aire y por ultimo se pesa en agua la pastilla.



Figura. III.17.1.7 -Desmolde de pastillas Marshall

Se introduce las pastillas Marshall en baño María a 60°C con la finalidad de tener la temperatura ambiente las pastillas se procede al ensaye por lo menos diez pastillas.



Figura. IV.17.1.8. -Pastillas en baño María



## Instrumentación de laboratorio de Versa Tester con micrómetro para medir las deformaciones verticales



Figura. IV.17.1.9 – Instrumentación de Laboratorio.

En el caso del ensaye de las probetas que son objeto de estudio en este trabajo, la transmisión de la carga se hizo a través de dos placas de acero de aproximadamente 1 cm de espesor, contra chapada y de longitud ligeramente superior a la generatriz de la probeta.

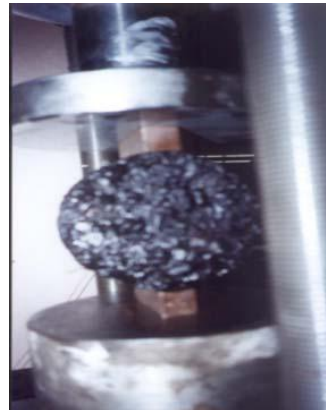


Figura. III.17.1.10. – Forma en que se colocan las probetas en la Versa Tester para su ensaye a Tensión

Si la carga es continua en una forma constante, el espécimen eventualmente sufre una falla por tensión. El ensayo de tensión indirecta fue utilizado para medir el módulo de tensión de concreto asfáltico durante muchos años. El ensayo de tensión indirecta fue recientemente implementado por Roque, Hiltunen, Stoffels, Buttler y otros durante el Programa de





Desarrollo Estratégico de Carreteras, para utilizarse como un método para evaluar y caracterizar las distintas mezclas de concreto asfáltico a bajas temperaturas con el fin de prever el agrietamiento por temperatura. El ensayo de tensión Indirecta es ahora el proceso final de refinamiento de las mezclas y se encuentra implementado como una parte de los Modelos de Super pavimento (Superpave). (D.W. Christensen et al; 1998).

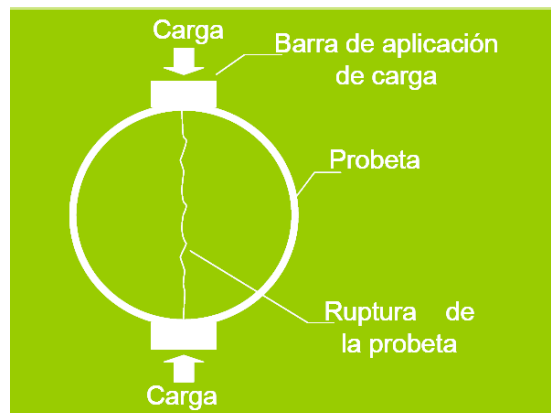


Figura. IV.17.1.10– Forma en que se impone la deformación por compresión



Proyectos, Asesoría y  
Control de Calidad, S.A.

### DISEÑO MARSHALL PARA CONCRETO ASFALTICO

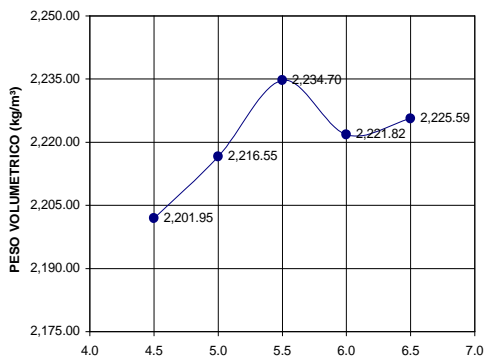
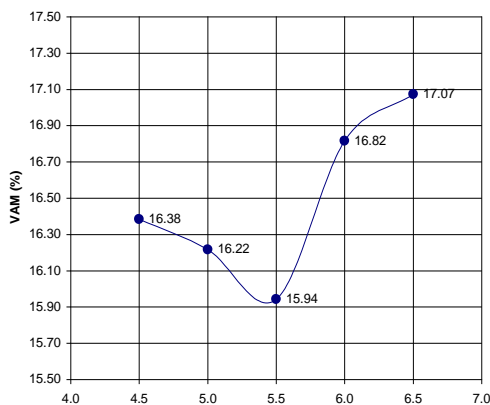
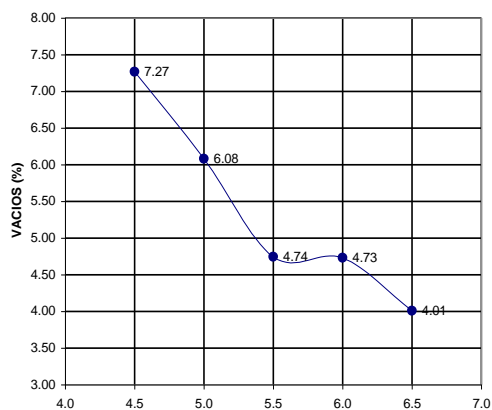
PAPA: GRUPO AEROPORTUARIO DEL PACIFICO  
 OBRA: PROYECTO EJECUTIVO PARA LA REALIZACION DE OBRAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMALIDAD (O.A.C.) EN EL AEROPUERTO DE AGUASCALIENTES SADE CV  
 LOCALIZACION: **BANCO LA GLORIA**  
 PAPA EMPLEARSE EN: **REHABILITACION DE MARGENES Y ZONAS DE PAPA EN PISTA 17-38 MARGENES DE RODALES (ALTA Y BRAVO) MARGENES DE PLATAFORMAS (COMERCIAL Y GENERAL)**

FORMULA	NEFTALUCORTEZ	AFROBO:	ING RAFAELA LIMÓN LIMÓN	FECHA DE REPORTE:	HOJA No.	CLAVE:	AQU 01 (OAC)	INF. NUM.	DISEÑO MARSHALL													
									PARQUINA					VOLUMEN					VOLUMENES % TOTAL			% VACUOS
PROBETA No	% CA EN PESO RESPECTO AL ABRASADO	% CA EN PESO RESPECTO A LA MEZCLA	CON PAPA EN AIRE	SIN PAPA EN AIRE	CON PAPA EN AGUA	PAPA EN PAPA EN PAPA EN	ESPERCEN PAPA EN	PAPA EN PAPA EN	PROBETA O (KGM)	PESO VOLUMETRIC ASFALTO	CEMENTO PETREO	AERIAL PETREO	VACIOS %	MATERIAL PETA (MAM)	LLENADOS POR CA	LECTURA MICROMETRO	ALTURA PASTILLA	ESTABILIDAD K.G	FACTOR DE CORRECCION	ESTABILIDAD CORREGIDA (K.G)	ESTABILIDAD FLUIDO (m)	
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n									
PRONMEDIO: 4.50	4.50	4.31	1099.50	1093.50	601.00	0.00	498.50	0.00	498.50	2206.62	9.11	83.76	7.11	16.24	56.22	10.00	6.37	1019.20	1.00	1019.20	2.02	
	4.50	4.31	1095.80	1095.80	598.50	0.00	497.20	0.00	497.20	2203.94	9.13	83.89	7.18	16.31	55.96	10.25	6.35	1045.19	1.00	1045.19	2.55	
	4.50	4.31	1110.00	1110.00	604.60	0.00	505.40	0.00	505.40	2196.28	9.09	83.40	7.51	16.60	54.79	10.14	6.36	1033.98	1.00	1033.98	2.30	
	<b>4.50</b>	<b>4.31</b>							<b>2201.95</b>				<b>7.27</b>	<b>16.38</b>						<b>1032.20</b>	<b>2.29</b>	
PRONMEDIO: 5.00	5.00	4.76	1164.50	1104.50	600.40	0.00	501.10	0.00	501.10	2204.15	10.09	83.30	6.61	16.70	60.44	11.04	6.28	1125.75	1.03	1158.52	2.70	
	5.00	4.76	1121.80	1121.80	615.80	0.00	506.00	0.00	506.00	2217.00	10.15	83.79	6.06	16.21	62.61	11.92	6.28	1215.48	1.00	1215.48	2.90	
	5.00	4.76	1117.60	1117.60	616.10	0.00	501.50	0.00	501.50	2228.51	10.20	84.22	5.97	15.74	64.67	11.70	6.34	1193.05	1.01	1204.98	2.40	
	<b>5.00</b>	<b>4.76</b>							<b>2216.55</b>				<b>6.08</b>	<b>16.22</b>						<b>1193.33</b>	<b>2.67</b>	
PRONMEDIO: 5.50	5.50	5.21	1109.60	1109.60	610.40	0.00	499.20	0.00	499.20	2222.76	11.14	83.61	5.25	16.39	67.97	12.04	6.25	1227.72	1.03	1264.55	3.00	
	5.50	5.21	1109.30	1109.30	614.90	0.00	494.80	0.00	494.80	2242.72	11.24	84.16	4.40	16.64	71.97	11.50	6.24	1172.66	1.04	1219.56	3.11	
	5.50	5.21	1120.20	1120.20	619.80	0.00	500.40	0.00	500.40	2238.61	11.22	84.20	4.58	15.80	71.03	12.70	6.32	1295.02	1.01	1307.97	3.29	
	<b>5.50</b>	<b>5.21</b>							<b>2234.70</b>				<b>4.74</b>	<b>15.94</b>						<b>1264.03</b>	<b>3.13</b>	
PRONMEDIO: 6.00	6.00	5.66	1119.40	1119.40	616.20	0.00	503.20	0.00	503.20	2224.56	12.11	83.26	4.61	16.72	72.41	10.81	6.36	1102.30	1.03	1136.36	3.62	
	6.00	5.66	1104.10	1104.10	608.30	0.00	495.80	0.00	495.80	2226.91	12.12	83.37	4.51	16.61	72.83	11.30	6.37	1152.26	1.00	1152.26	3.22	
	6.00	5.66	1114.30	1114.30	611.00	0.00	503.30	0.00	503.30	2213.99	12.05	83.88	4.73	17.12	70.40	12.60	6.34	1284.82	1.01	1299.67	3.76	
	<b>6.00</b>	<b>5.66</b>							<b>2221.82</b>				<b>4.73</b>	<b>16.82</b>						<b>1195.10</b>	<b>3.53</b>	
PRONMEDIO: 6.50	6.50	6.10	1120.10	1120.10	620.00	0.00	500.10	0.00	500.10	2239.76	13.14	83.45	3.40	16.55	79.44	11.21	6.34	1143.08	1.01	1154.51	4.14	
	6.50	6.10	1118.90	1118.90	615.20	0.00	500.70	0.00	500.70	2221.36	13.04	82.77	4.19	17.23	75.66	10.40	6.27	1060.49	1.00	1082.30	3.90	
	6.50	6.10	1116.70	1116.70	612.70	0.00	504.00	0.00	504.00	2215.67	13.00	82.56	4.44	17.44	74.55	11.20	6.29	1142.06	1.03	1178.32	3.91	
	<b>6.50</b>	<b>6.10</b>							<b>2229.59</b>				<b>4.01</b>	<b>17.07</b>						<b>1141.05</b>	<b>3.98</b>	

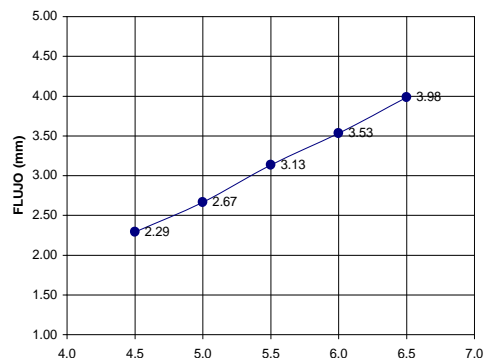
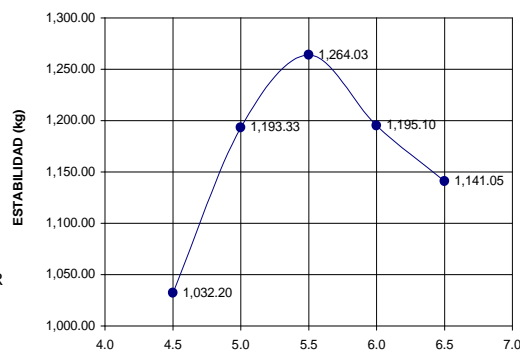


## ANALISIS MARSHALL DE ESTUDIO DE MEZCLA ASFALTICA

PARA: GRUPO AEROPORTUARIO DEL PACIFICO  
 OBRA: PROYECTO EJECUTIVO PARA LA REALIZACIÓN DE OBRAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD (O.A.C.I.) EN EL AEROPUERTO DE AGUASCALIENTES, S.A. DE C.V.



I LA NOR



### VALORES OPTIMOS

	DISEÑO	ESPECIFICACIONES
% DE VACIOS	OPTIMO <u>4.7</u>	ESP. <u>4.00</u>
% VAM	OPTIMO <u>15.9</u>	ESP. <u>N/A</u>
ESTABILIDAD KG.	OPTIMO <u>1,264</u>	ESP. <u>800.00</u>
FLUJO	OPTIMO <u>3.13</u>	ESP. <u>2.0-4.5</u>
CEMENTO ASF.	OPTIMO <u>5.5%</u>	ESP. <u>N/A</u>



### III.18 - Prueba de permeabilidad.

Para conocer la permeabilidad de la carpeta, se realizará en ella una prueba de campo, la cual consiste en colocar un aro de lámina galvanizada de 250mm de diámetro y una altura de 50mm, se sella el aro y se coloca al centro un cono de bronce de 25mm de altura, se agrega agua hasta el ras del cono.

Materiales para la elaboración de la prueba de permeabilidad

Aro de aluminio de 25 cm. de diámetro

Cono de bronce altura de 2.54 cm., base de 1.4 cm. y peso de 20.9 grs.

Cronometro.

Agua.

Parafina y brea

Probeta.

Se mezcla brea y parafina para obtener una masa uniforme que no permita filtrar el agua por las paredes del aro



Figura. III.18.1. – Preparación de brea con parafina



Se coloca masa sobre la arista del aro



Figura. III.18.2. Masa elaborada con brea y parafina

Se voltea el aro con las mezcla hacia la carpeta asfáltica



Figura. III.18.3. Colocación de aro sobre carpeta asfáltica

Una vez colocado el aro sobre la carpeta asfáltica se calafatea en ambos lados de las paredes del aro.



Figura. III.18.4.- Calafateado en ambas paredes del aro



Ya calafateado el aro sobre la carpeta procurando que no halla filtraciones se coloca el cono de bronce en el centro del aro.

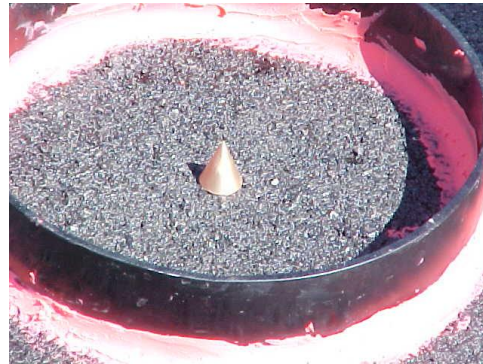


Figura. III.18.5.- Cono al centro del aro.

Se coloca agua hasta rebasar el cono de bronce

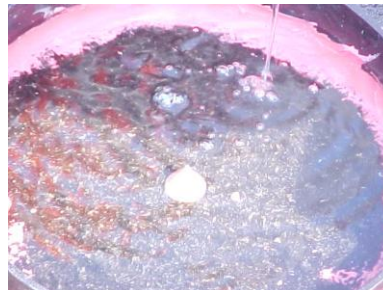


Figura III.18.6.- .Cono al centro del aro.

Se vierte el agua sobre aro y se toma el tiempo observando que no baje este nivel en un tiempo de 10 min. del índice de permeabilidad del material.





Figura. III.18.7.- Se toma el tiempo de absorción.



La carpeta deberá presentar un índice de permeabilidad menor del 10%. Por último en la carpeta se agrega un riego de sello, el cual consiste en una emulsión, la cual se cubre con un material pétreo del tipo 3E, esto se compacta para que penetre en la carpeta y con ello evitar que se introduzca el agua en ella, además protege del desgaste y proporciona una superficie antiderrapante.



### IV.1- Catalogo de conceptos.

				<b>Proyectos, Asesoría y Control de Calidad, S. A.</b>		
<p><b>PRESUPUESTO: PARA LA REALIZACIÓN DE OBRAS PARA EL CUMPLIMIENTO CON LA NORMATIVIDAD (O.A.C.I.), EN EL AEROPUERTO DE AGUASCALIENTES, S.A DE C.V.</b></p> <p>ALTERNATIVA "B" Obra civil FASE I</p>						
Código	E.P.	Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
<b>I.-PISTA 17-35</b>						
<b>la) Conformación y nivelación de Franjas de seguridad(0-75M) y Areas de seguridad de extremo de pista 17-35</b>						
I-1a	1C	Conformación de franjas de seguridad en margen de pista y áreas de seguridad de extremo de pista, cuando el material se desperdicia, P.U.O.T.	HA	32.67	\$24,500.00	\$800,415.00
I-2a	2C	Excavación en cortes y adicionales cuando el ametrall se emplee para la formación de terapeles o nivelación de franjas, P.U.O.T.	M3	5,440.00	\$40.50	\$220,320.00
I-3a	3C	Nivelación de franjas de seguridad en margen de pista y/o áreas de seguridad de extremo de pista, con material de préstamo de banco, P.U.O.T.	M3	21,826.00	\$130.00	\$2,837,380.00
<b>lb) Nivelación de margenes y zonas de parada en pista 17-35</b>						
I-4b	4C	Corte en frío de la carpeta asfáltica existente en margenes de pista margeny zonas de parada, P.U.O.T.	M3	1,526.00	\$138.40	\$211,198.40
I-5b	5C	Riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rapido del tipo ECR-60 a razón de 0.6 lt/m2, P.U.O.T.	LT	34,780.00	\$9.45	\$328,671.00
I-6b	6C	Construcción de carpeta de concreto asfálticoelaborada en caliente y tamaño máximo de 3/4" y compactada al 95% de su (P.V.M.M.) y un espesor de 4.0cm, P.U.O.T.	M3	2,543.00	\$1,492.60	\$3,795,681.80
I-7b	7C	Cemento asfáltico AC-20 modificado con polímero tipo I empleado en la elaboración de carpeta asfáltica, P.U.O.T.	KG	356,020.00	\$10.90	\$3,880,618.00
I-8b	8C	Excavación en caja cuando el material se desperdicia, P.U.O.T.	M3	800.00	\$145.00	\$116,000.00
I-9b	9C	Capa Subrasante compactada al 100% de su P.V.S.M. con material de banco, P.U.O.T.	M3	550.00	\$252.00	\$138,600.00
I-10b	10C	Subase y base hidráulica compactada al 100% de su P.V.S.M., P.U.O.T.	M3	245.00	\$350.00	\$85,750.00
<b>lc) Conformación de Franjas de seguridad de los (75-150m) de pista 17-35</b>						
I-1c	1C	Conformación de franjas de seguridad en margen de pista y áreas de seguridad de extremo de pista, cuando el material se desperdicia, P.U.O.T.	M2	51.48	\$24,500.00	\$1,261,260.00
I-2c	2C	Excavación en cortes y adicionales cuando el ametrall se emplee para la formación de terapeles o nivelación de franjas, P.U.O.T.	M3	8,833.36	\$40.50	\$357,751.11
I-3c	3C	Nivelación de franjas de seguridad en margen de pista y/o áreas de seguridad de extremo de pista, con material de préstamo de banco, P.U.O.T.	M3	30,786.35	\$130.00	\$4,002,225.51
					Subtotal	\$18,035,870.82
					<b>TOTAL</b>	<b>\$18,035,870.82</b>
<p><b>IMPORTE C/LETRA:</b> El presente presupuesto importa la cantidad de DIECIOCHO MILLONES TREINTA Y CINCO MIL OCHOCIENTOS SETENTA PESOS 82/100 M.N sin IVA</p>						





IV.1.1- Programa de obra.

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	SEMANAS																											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
1C	Conformación de franjas de seguridad en margen de pista y áreas de seguridad de extremo de pista, cuando el material se desperdicia. P.U.O.T.	HA	32.87																												
2C	Excavación en coites y adicionales cuando el ametrall se emplee para la formación de teraplones o nivelación de franjas. P.U.O.T.	M3	6440.00																												
3C	Nivelación de franjas de seguridad en margen de pista y/o áreas de seguridad de extremo de pista, con material de préstamo de banco. P.U.O.T.	M3	21826.00																												
4C	Corte en filo de la carpeta asfáltica existente en márgenes de pista margen y zonas de parada. P.U.O.T.	M3	1526.00																												
5C	Riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido del tipo ECR-60 a razón de 0.6 lt/m <sup>2</sup> . P.U.O.T.	LT	34780.00																												
6C	Construcción de carpeta de concreto asfáltico elaborada en caliente y tamaño máximo de 3/4" y compactada al 95% de su (P.V.S.M.) y un espesor de 4.0cm. P.U.O.T.	M3	2543.00																												
7C	Cemento asfáltico AC-20 modificado con polímero tipo I empleado en la elaboración de carpeta asfáltica. P.U.O.T.	KG	356020.00																												
8C	Excavación en caja cuando el material se desperdicia. P.U.O.T.	M3	800.00																												

No.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	SEMANAS																											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
9C	Capa Subsistente compactada al 100% de su P.V.S.M. con material de banco. P.U.O.T.	M3	550.00																												
10C	Subbase y base hidráulica compactada al 100% de su P.V.S.M. P.U.O.T.	M3	245.00																												
1C	Conformación de franjas de seguridad en margen de pista y áreas de seguridad de extremo de pista, cuando el material se desperdicia. P.U.O.T.	M2	51.48																												
2C	Excavación en coites y adicionales cuando el ametrall se emplee para la formación de teraplones o nivelación de franjas. P.U.O.T.	M3	8833.36																												
3C	Nivelación de franjas de seguridad en margen de pista y/o áreas de seguridad de extremo de pista, con material de préstamo de banco. P.U.O.T.	M3	30786.35																												



## CONCLUSIONES

Con la finalidad de dejar un precedente para los alumnos interesados en el tema de aeropuertos, realizamos este proyecto que pretende ser una guía para la realización de trabajos de rehabilitación, ya que el tema de aeropuertos es muy extenso y en muchos casos la red aeroportuaria de México simplemente requiere trabajos de mejoras.

Para el desarrollo de este proyecto nos dimos a la tarea de consultar el anexo catorce normatividad internacional establecida por la OACI (Organización de Aeronáutica Civil Internacional) derivado de esta consulta fuimos encontrando múltiples parámetros para diseño del proyecto geométrico, así mismo los trabajos realizados y la selección de los materiales se basa en las normas Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

Dentro del proyecto ejecutivo, la labor del ingeniero civil se concentrara en la verificación del cumplimiento de esta normatividad, en el garantizar que se cumplan las especificaciones, pruebas de laboratorio, sondeos de los bancos de materiales así como la revisión de las condiciones óptimas de la maquinaria y la supervisión de condiciones de seguridad e higiene adecuadas para los trabajadores; lo cual derivara en la ejecución de los trabajos en tiempo y forma.

Así mismo se contemplaron medidas de mitigación del posible impacto ambiental de los trabajos, implementando acciones preventivas que garantizaran una alteración mínima del ecosistema.

Las modificaciones realizadas en la infraestructura de la pista cumplieron con la normatividad especificada para entrar a la categoría 4C, esto representa condiciones más seguras que permitirán un rango de operaciones más completo con la entrada de aviones de tipo A319 y A320.

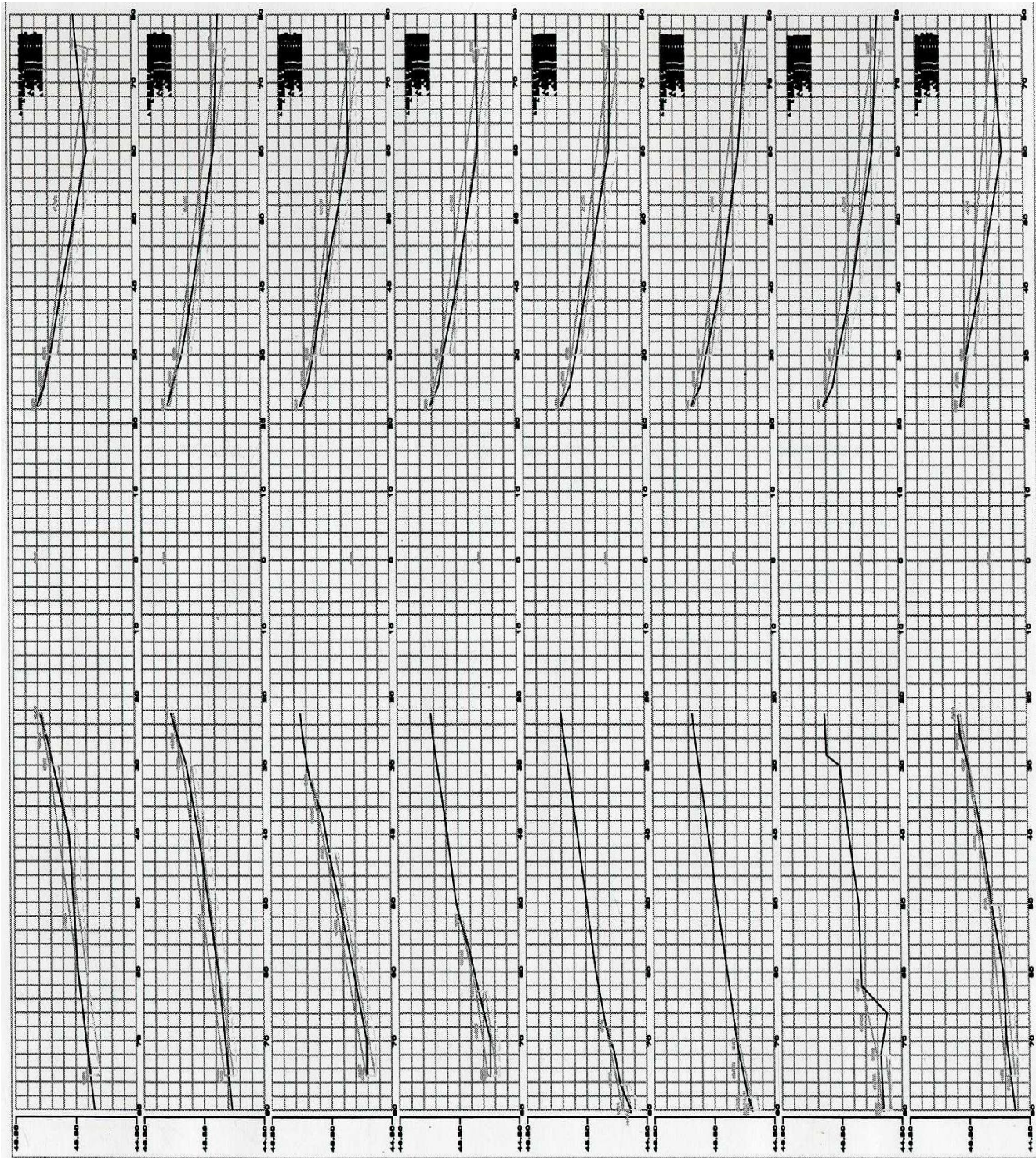
Las expectativas del desarrollo de este proyecto fueron cumplidas, sin embargo las operaciones aeroportuarias en Aguascalientes sufrieron un descenso que no es imputable a



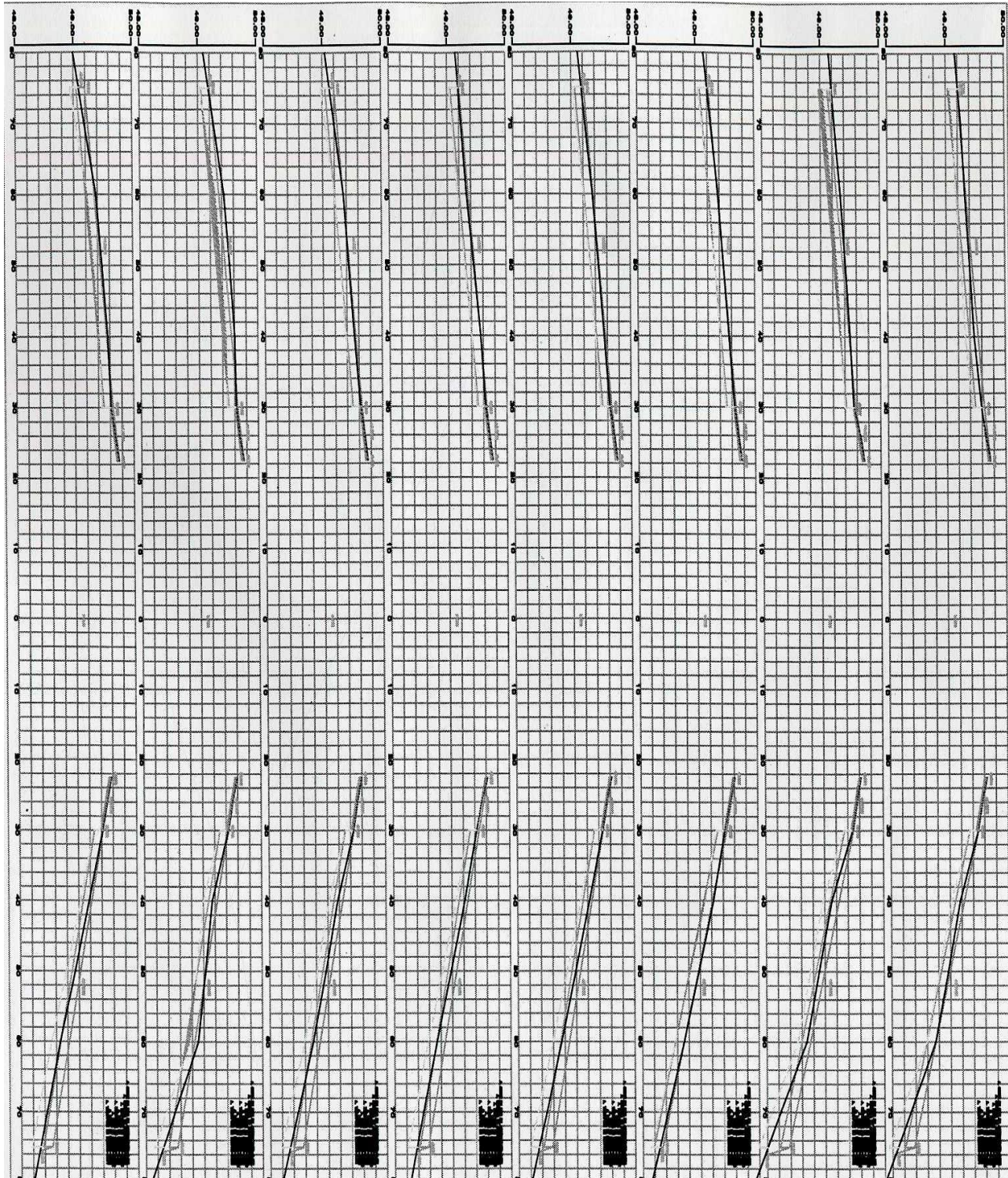
las condiciones de infraestructura, por otra parte se espera un crecimiento que conlleve a un aprovechamiento mas optimo de las nuevas condiciones del aeropuerto.



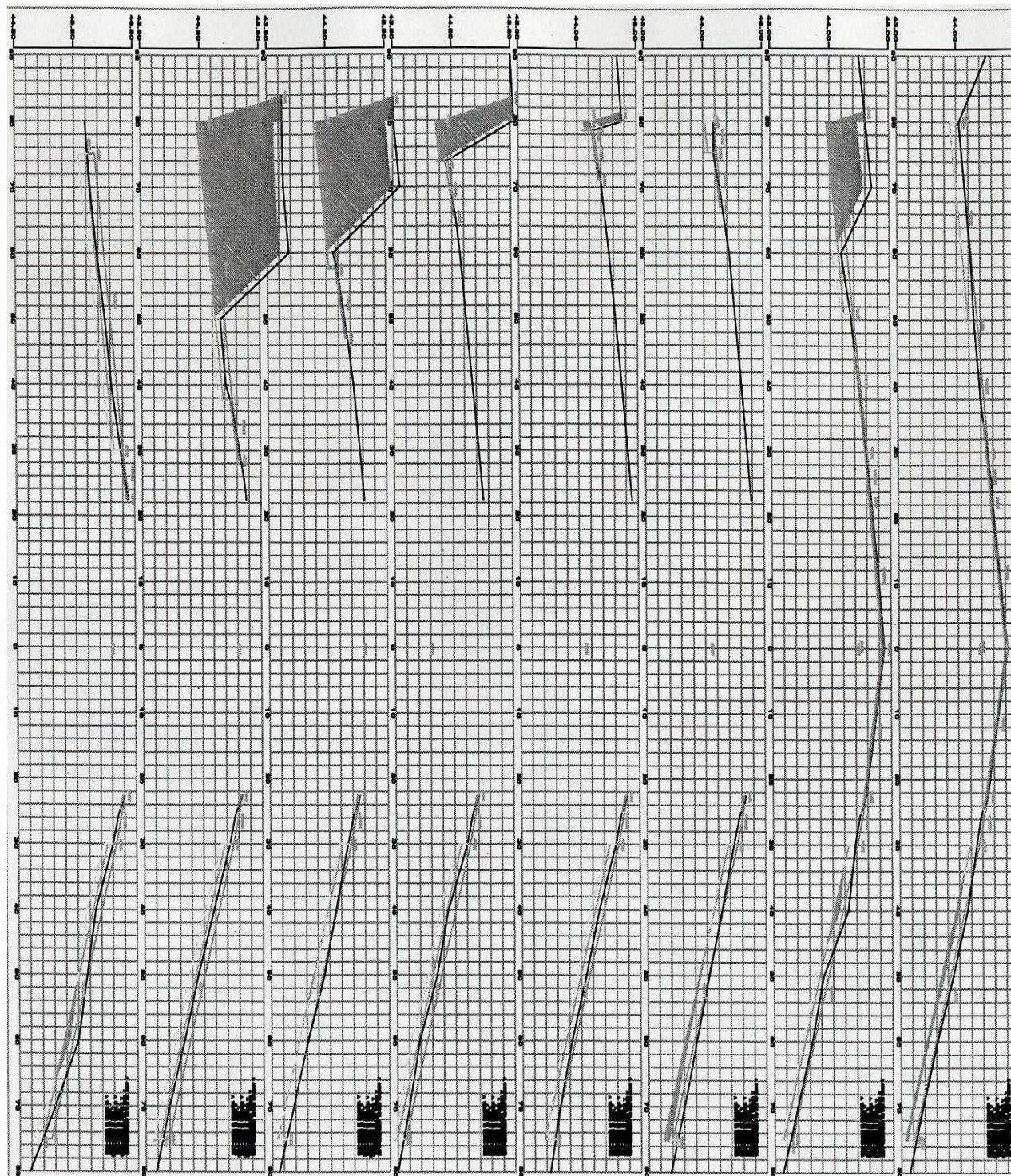
### ANEXOS



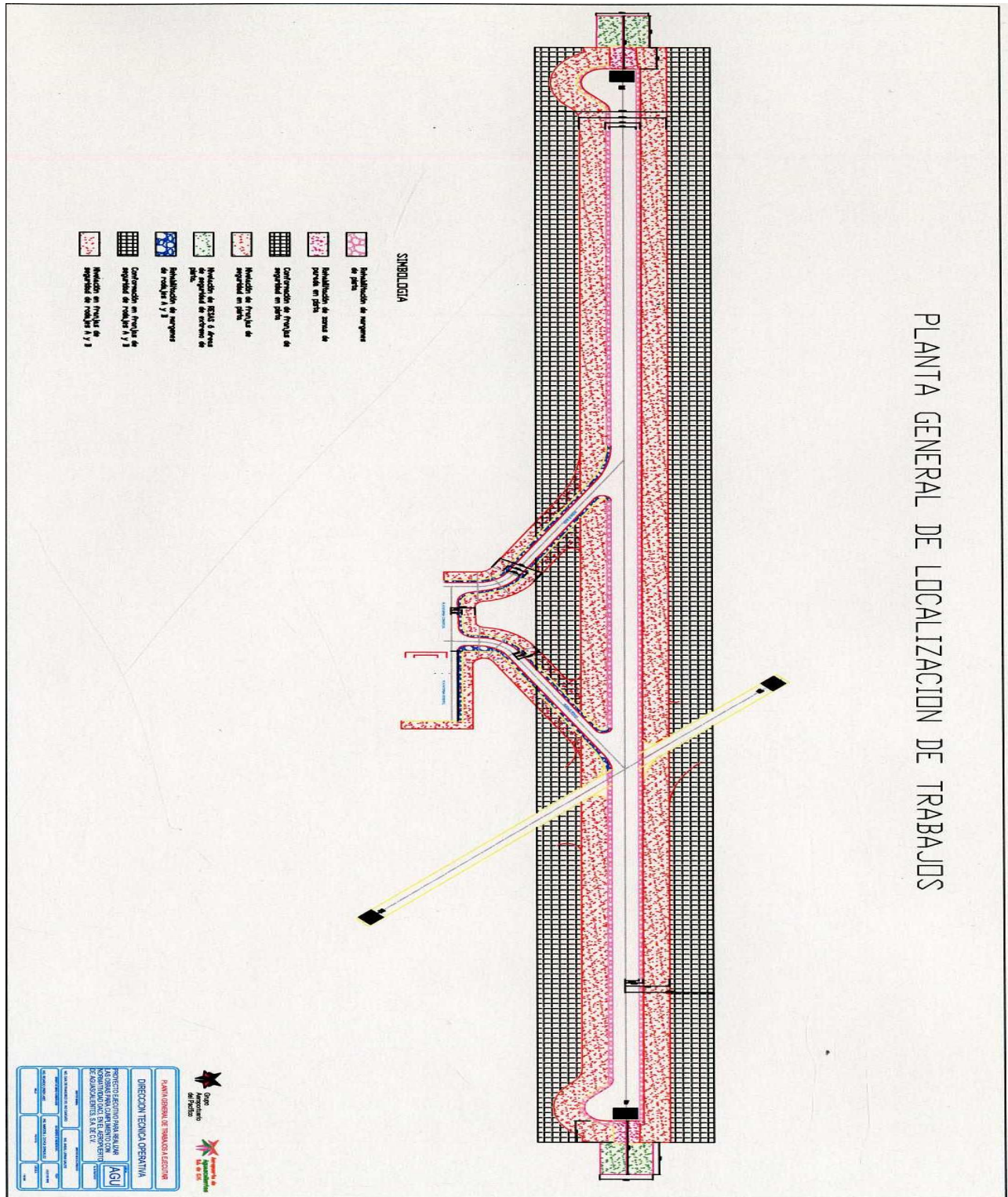
Anexo 1 Secciones transversales del cadenamiento 0+000 al 0+140



Anexo 2 Secciones transversales del cadenamiento 1+440 al 1 +580



Anexo 3 Secciones transversales del cadenamiento 2+880 al 3+006



Anexo 4 Planta de pista aeropuerto de Aguascalientes.



## BIBLIOGRAFÍA

1.- ANEXO 14  
AL CONVENIO SOBRE  
AVIACION CIVIL INTERNACIONAL

DISEÑOS Y OPERACIONES DE AERODROMOS  
VOLUMEN I  
QUINTA EDICION JULIO 2009 ORGANIZACIÓN  
DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL

2.-SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y  
TRANSPORTES (NORMATIVA SCT)

NORMA: N-CTR-CAR-1-01-001/00 LIBRO: CTR.  
CONSTRUCCION. TEMA: CAR. CARRETERAS.  
PARTE 1.CONCEPTOS DE OBRA. TITULO:01  
TERRACERIAS. CAPITULO: 001 DESMONTE

3.-SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y  
TRANSPORTES (NORMATIVA SCT)

NORMA: N-CTR-CAR-1-01-002/00 LIBRO: CTR.  
CONSTRUCCION. TEMA: CAR. CARRETERAS.  
PARTE 1.CONCEPTOS DE OBRA. TITULO:01  
TERRACERIAS. CAPITULO: 002 DESPALME

4.-SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y  
TRANSPORTES (NORMATIVA SCT)

NORMA: N-CTR-CAR-1-01-003/00 LIBRO: CTR.  
CONSTRUCCION. TEMA: CAR. CARRETERAS.  
PARTE 1.CONCEPTOS DE OBRA. TITULO:01  
TERRACERIAS. CAPITULO: 003 CORTES

5.-SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y  
TRANSPORTES (NORMATIVA SCT)

NORMA: N-CTR-CAR-1-04-004/00 LIBRO: CTR.  
CONSTRUCCION. TEMA: CAR. CARRETERAS.  
PARTE 1.CONCEPTOS DE OBRA. TITULO:04  
PAVIMENTOS. CAPITULO: 004 RIEGOS DE  
IMPREGNACION

6.-SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y  
TRANSPORTES (NORMATIVA SCT)

NORMA: N-CTR-CAR-1-04-005/00 LIBRO: CTR.  
CONSTRUCCION. TEMA: CAR. CARRETERAS.  
PARTE 1.CONCEPTOS DE OBRA. TITULO:04.  
PAVIMENTOS. CAPITULO: 005. RIEGOS DE LIGA

7.-SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y  
TRANSPORTES (NORMATIVA SCT)

NORMA: N-CTR-CAR-1-04-006/09 LIBRO: CTR.  
CONSTRUCCION. TEMA: CAR. CARRETERAS.  
PARTE 1.CONCEPTOS DE OBRA. TITULO:04.  
PAVIMENTOS. CAPITULO: 006. CARPETAS  
ASFALTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE

8.-SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y  
TRANSPORTES (NORMATIVA SCT)

NORMA: N-CTR-CAR-1-04-006/09 LIBRO: CTR.  
CONSTRUCCION. TEMA: CAR. CARRETERAS.  
PARTE 1.CONCEPTOS DE OBRA. TITULO:04.  
PAVIMENTOS. CAPITULO: 006. CARPETAS  
ASFALTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE

9.-CARLOS CRESPO VILLALAZ

VIAS DE COMUNICACIÓN CAMINOS,  
FERROCARRILES, AEROPUERTOS, PUENTES Y  
PUERTOS.  
3ª.Ed.-MEXICO: LIMUSA,2004  
740 P





10.-ALFOSO RICO RODRIGUEZ

LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS  
TERRESTRES CARRETERAS, FERROCARRILES Y  
AEROPISTAS  
VOLUMEN 2  
LIMUSA NORIEGA EDITORES  
644 P.

11.-JUAREZ BADILLO RICO RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS I: FUNDAMENTOS DE  
LA MECANICA DE SUELOS  
EULALIO JUAREZ- MEXICO: LIMUSA,2005  
642.P

12.-GUSTAVO RIVERA ESCALENTE

EMULSIONES  
ASFALTICAS REPRESENTACIONES Y SERVICIOS  
DE INGENOERIA, S.A. MEXICO. TERCERA  
EDICION 1987

13.-PAUL GARNICA ANGUAS  
HORACIO DELGADO ALAMILLA  
CARLOS DANIEL SANDOVAL SANDOVAL

ANALISIS COMPARATIVO DE LOS METODOS  
MARSHALL Y SUPÈRPAVE PARA  
COMPACTACION DE MEXCLAS ASFALTICAS  
PUBLICACION TECNICA No 271

A LAS PAGINAS DE INTERNET

[jocuadrado@yahoo.com.ar](mailto:jocuadrado@yahoo.com.ar)

CURSO DEL ANEXO CATORCE. TEMARIO:  
PISTAS, MARGENES DE PISTA, FRANJAS DE  
SEGURIDAD, ZONA DE PARADA RESA

[jocuadrado@yahoo.com.ar](mailto:jocuadrado@yahoo.com.ar)

CURSO DEL ANEXO CATORCE. TEMARIO:  
DISTANCIAS DECLARADAS

[www.ceenterprises.com](http://www.ceenterprises.com)

PLANTAS DE ASFALTO DE MEZCLA EN  
CALIENTE