

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional La Plata

Departamento de Ingeniería Civil



Carrera: Ingeniería Civil - Cátedra: Proyecto Final

Profesor Titular: Ing. Alejandro Loudet

Jefe de Trabajos Prácticos: Ing. Eduardo Quartara

Obra: Estación Ferroautomotora de Tolosa

ANEXO I – Memoria de cálculo pavimento

Autores:

BUSCAGLIA Carolina – DELGADO MAIMONE Julián

PERRONI Guillermo – RIDELLA Mariana

Expo Nº 03/19 - 28 de Noviembre de 2019

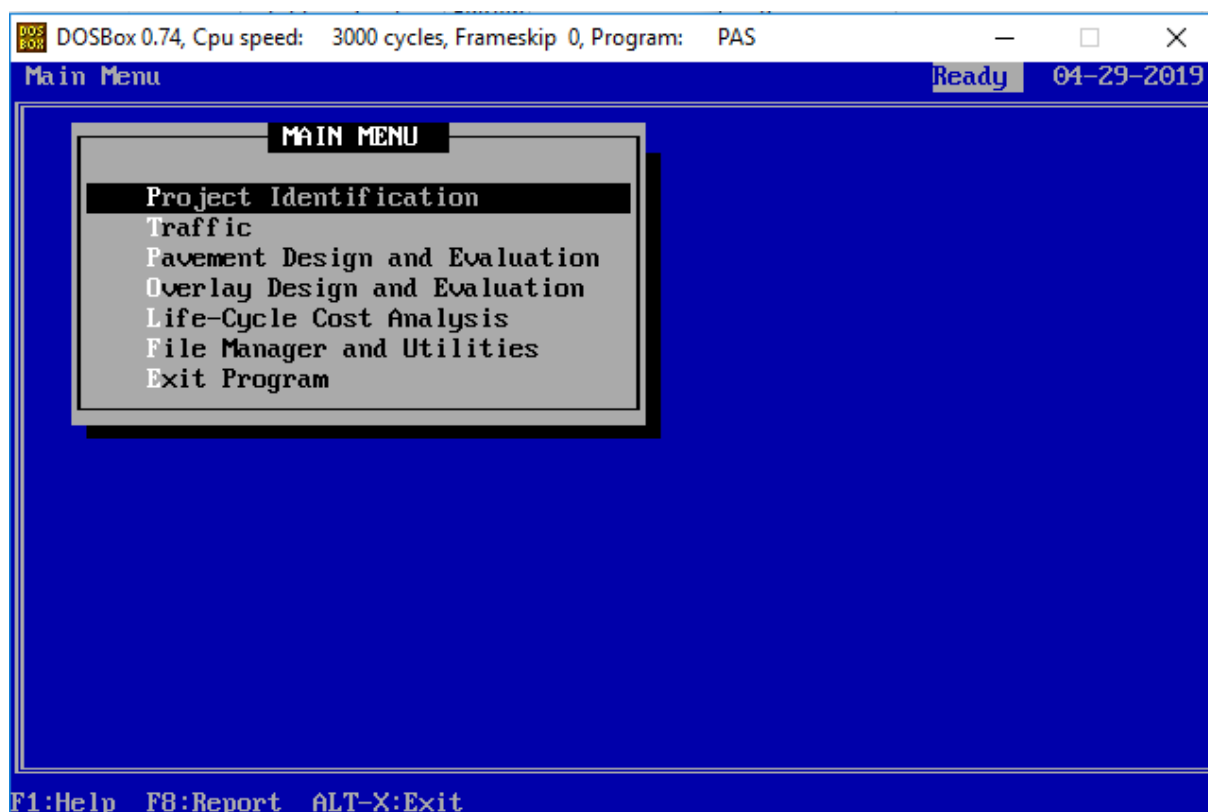
DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES:**DATOS:**

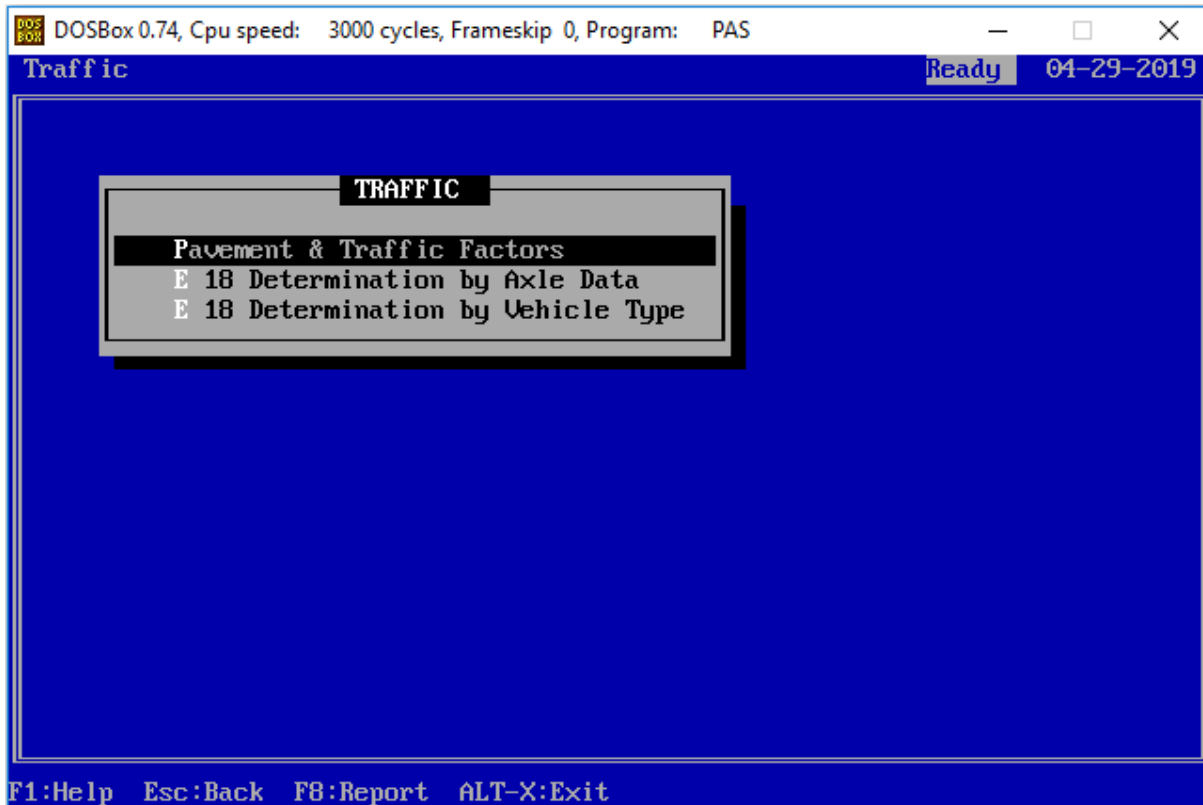
- **Tipo de vía:** Urbana importante.
- **TMDA de diseño:** 6589 veh/día.
- **Clasificación de vehículos:** 1-1 17%, 1-2 30%, resto autos.
- **VSR Subrasante:** 4%.
- **Vida útil:** 15 años.
- **Tasa de crecimiento del tránsito:** 2,4.
- **Coeficiente de drenaje:** 0,8
- **Coeficiente de direccionalidad:** 0,5.

Diseño del paquete estructural:

Para la resolución del trabajo se utilizó el programa PAS5 que calcula el paquete estructural de un pavimento, ya sea flexible o rígido, siguiendo los lineamientos de la guía AASHTO 93.

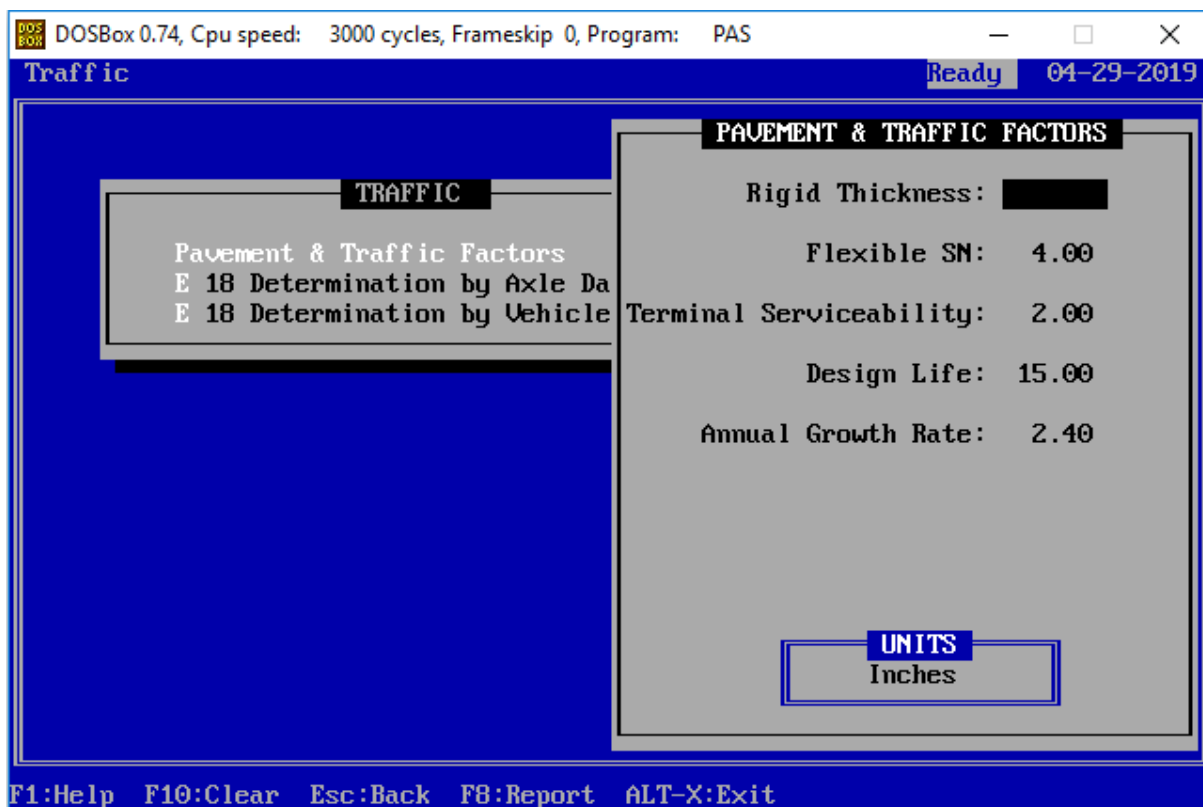
La primera pantalla nos indica el menú principal del programa, y sus diferentes opciones de trabajo.

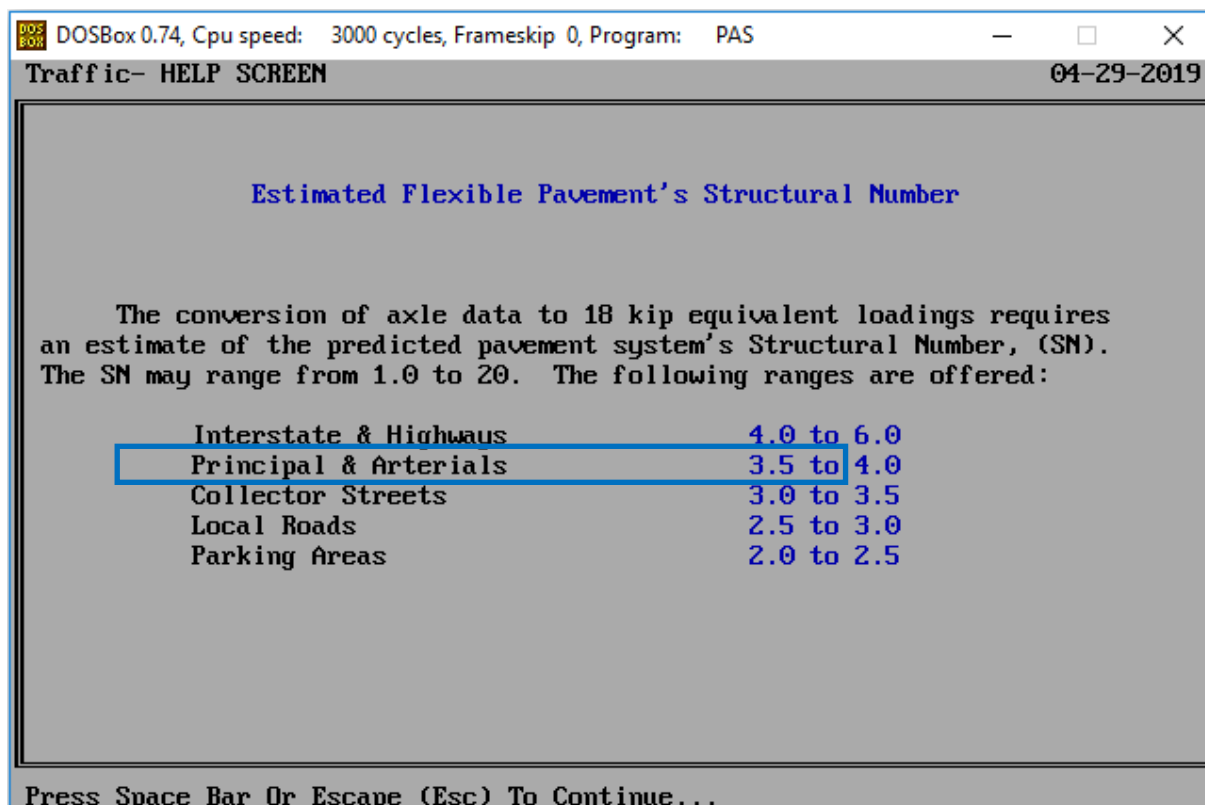




Con el cálculo de cada tipo de eje realizado, se ingresa al programa y se selecciona la opción "Traffic" en la cual se cargan los datos previamente obtenidos, ingresando a la opción "Pavement & Traffic Factor".

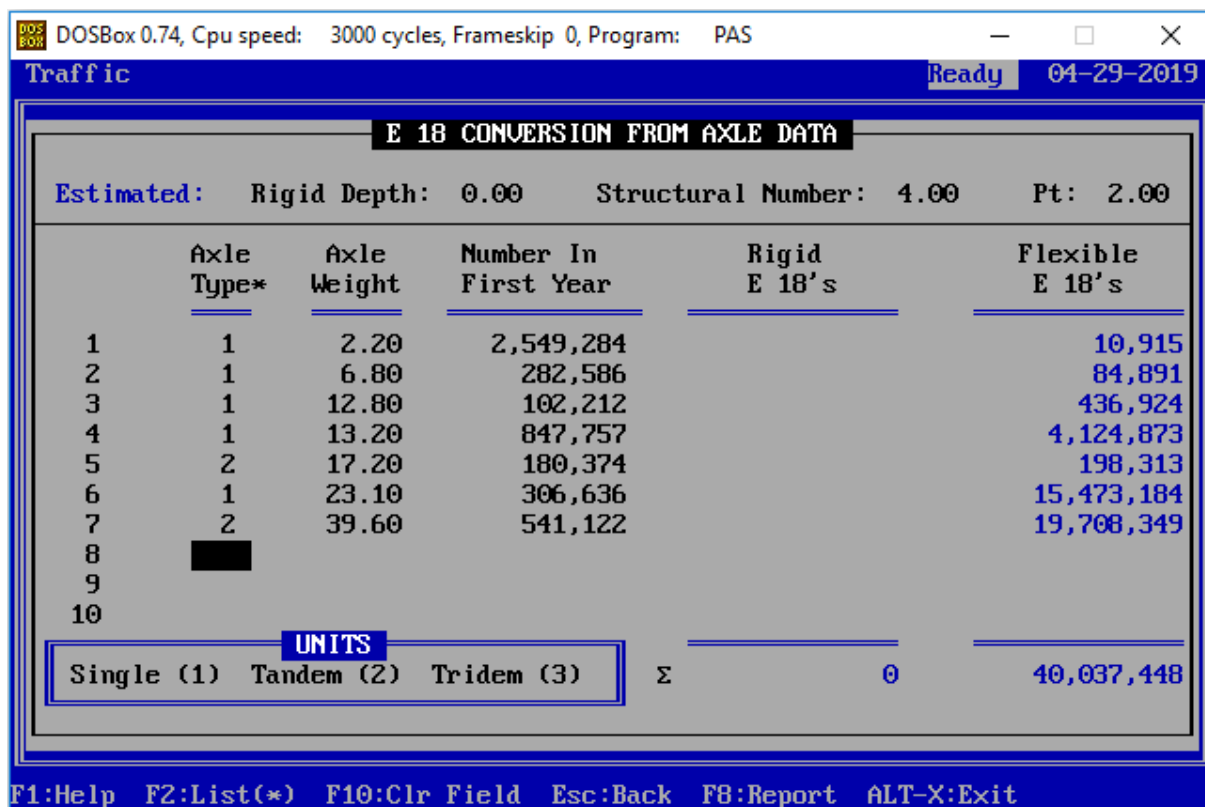
Se debe estimar un posible número estructural inicial para que el programa funcione. Los restantes datos fueron suministrados por la cátedra como la vida útil, la tasa de crecimiento, etc.



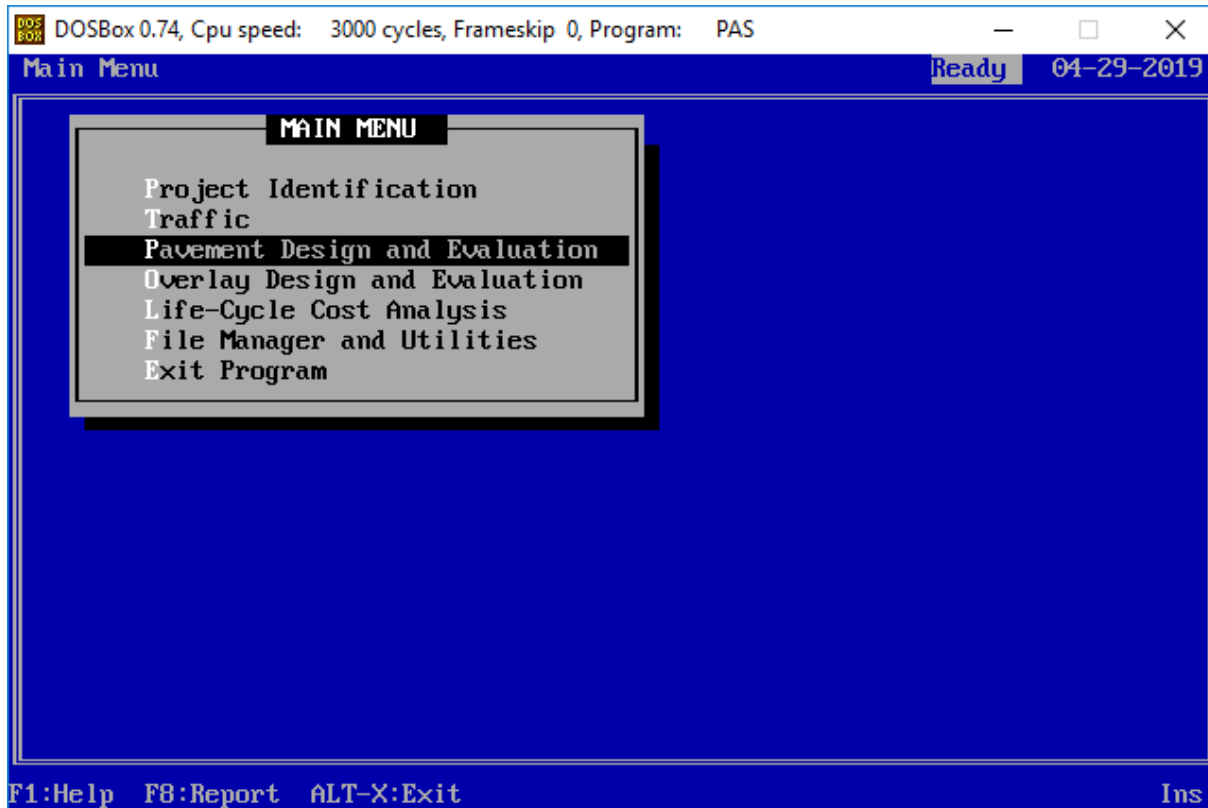


La serviciabilidad final fue estimada en base al tipo de vía que requiere el ejercicio.

Posteriormente, seleccionamos la opción "E 18 Determination by Axle data" para introducir los datos del tránsito.

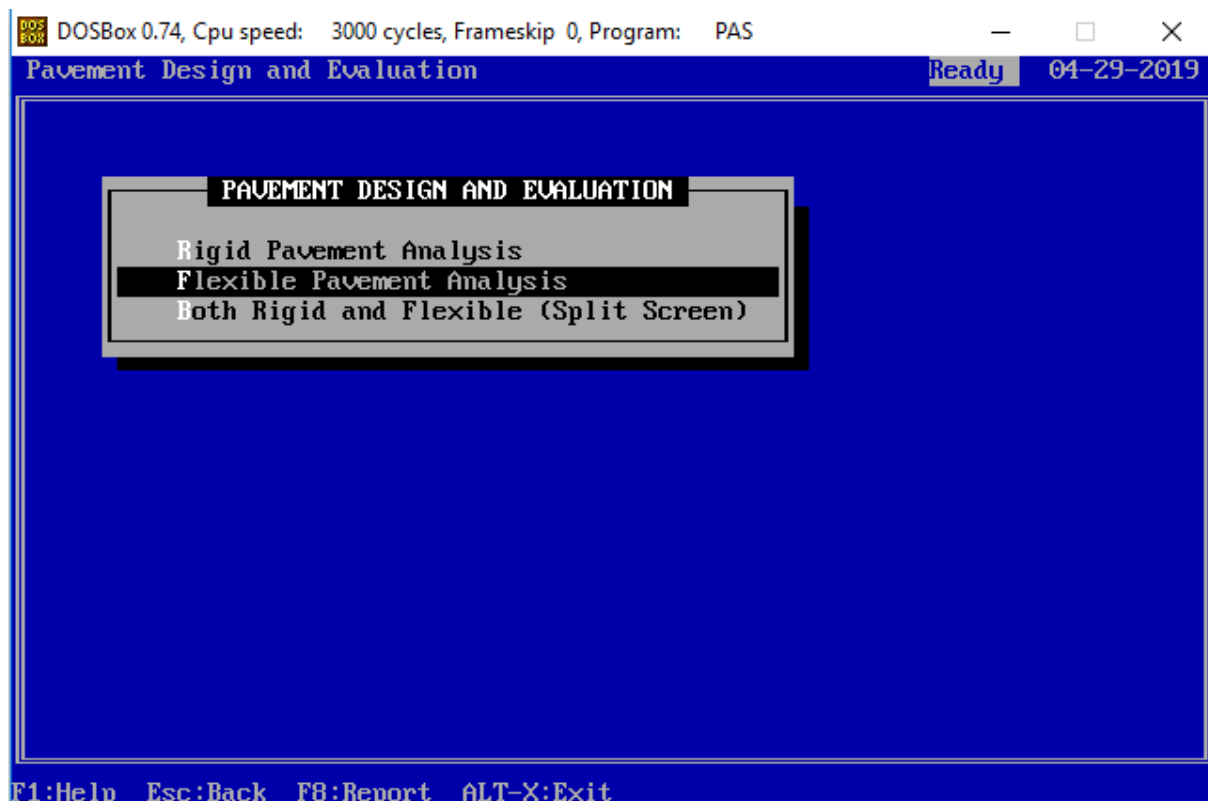


En el programa se introduce el tipo de eje, cuánto pesa cada uno, y el número de ejes en el primer año, dato calculado con planilla Excel. Con esto, el programa determina la cantidad de ejes equivalentes para cada tipo de eje, y luego hace una sumatoria total.



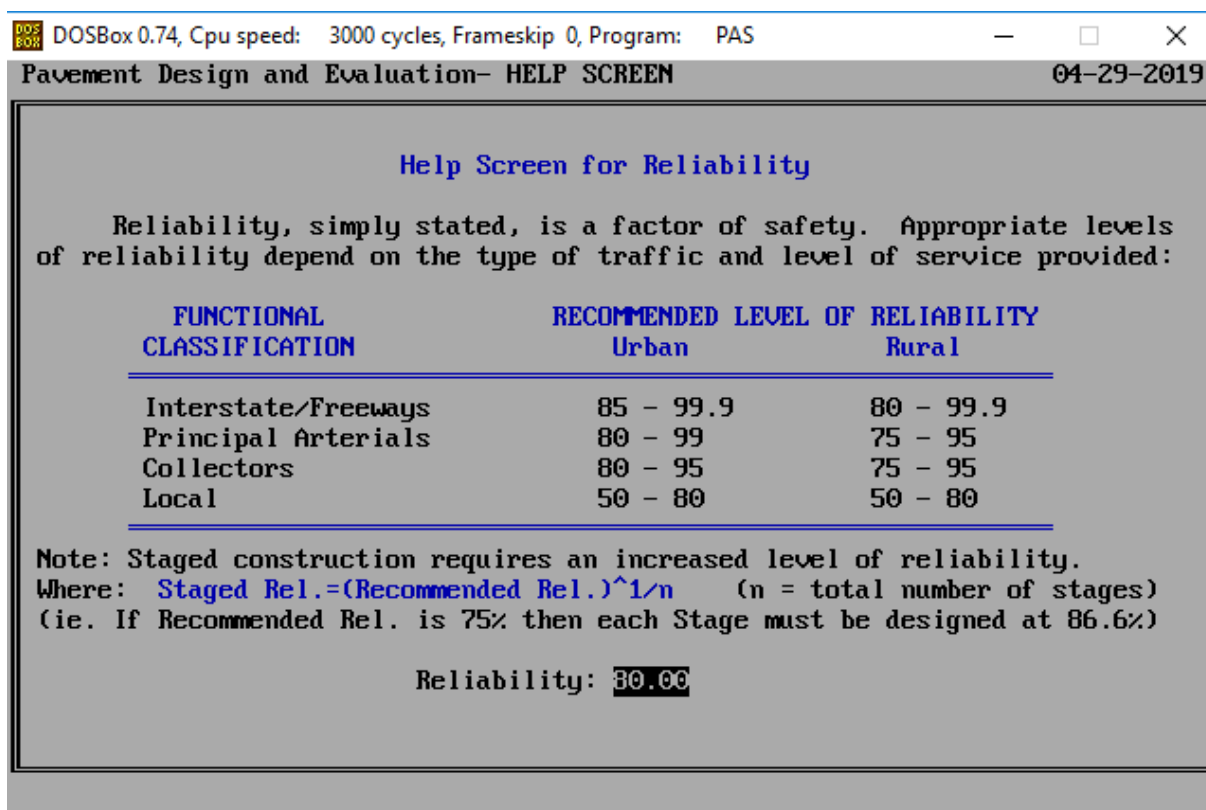
Con estos datos obtenidos, continuamos el estudio, pues el programa los almacena para su posterior utilización. Regresamos a la pantalla principal y elegimos la opción "Pavement Design and Evaluation".

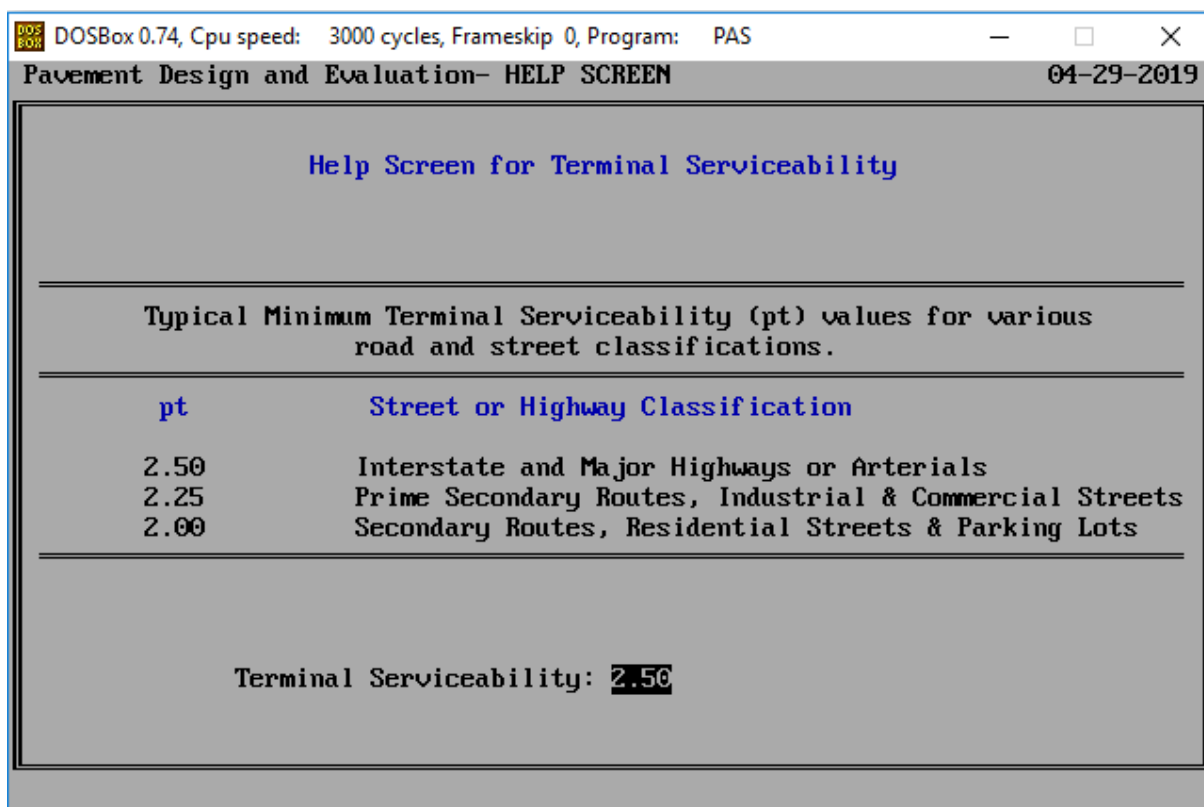
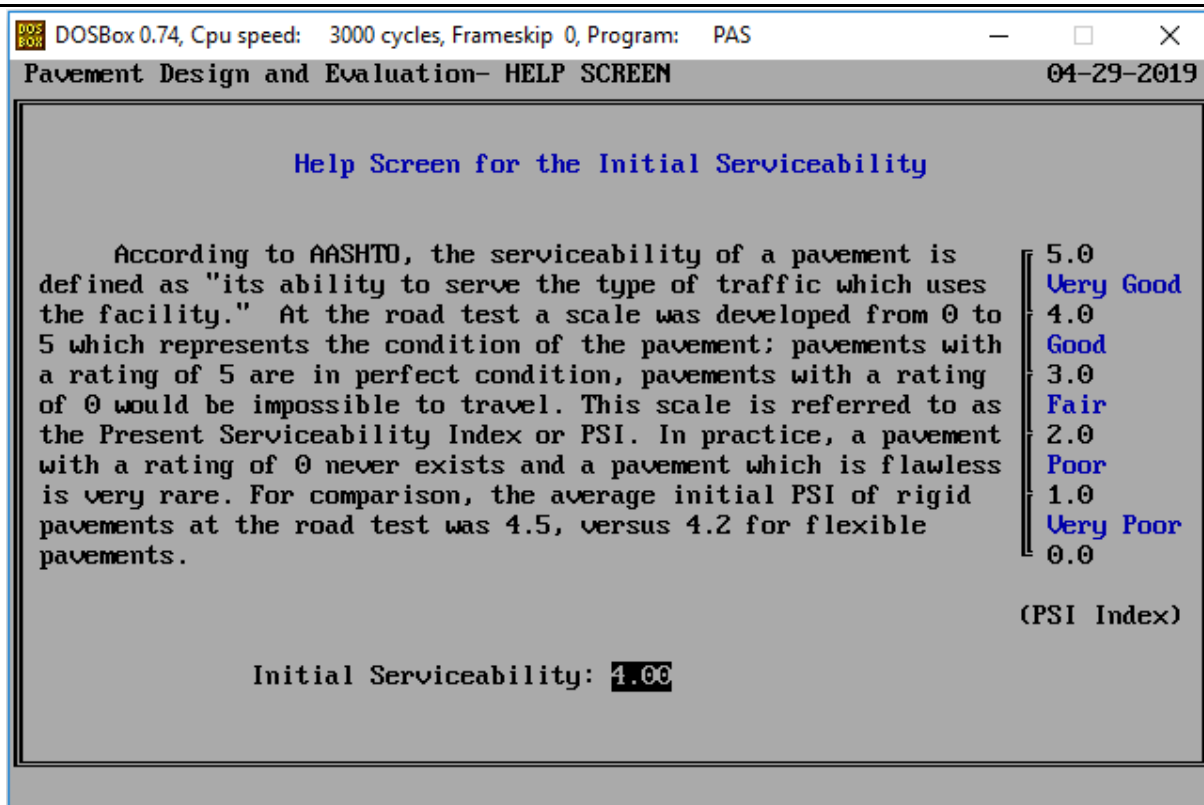
Dentro de esta opción, se desplegará un nuevo menú, y elegiremos la opción "Flexible Pavement Analysis"



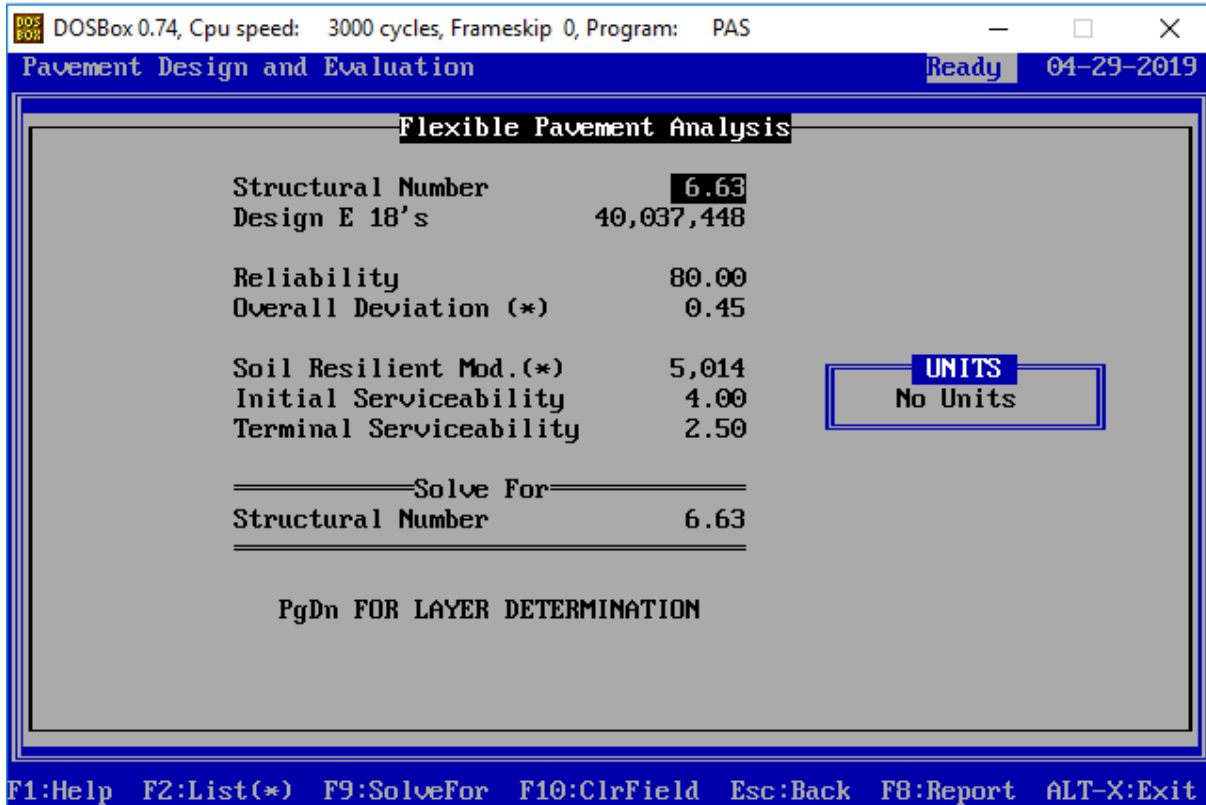
En esta opción introducimos los restantes parametros de diseño que necesita el programa. La confiabilidad que se estimo igual a 0,80 por el tipo de carretera a construir (urbana importante), el desvío estandar que se eligió de 0,45 por ser una construcción nueva, el módulo resiliente igual a 5014 Psi, que el programa permite calcularlo en base al valor soporte que tenemos como dato, igual a 4, serviciabilidad inicial y final, dependiendo del estado inicial y del tipo de la categoría de ruta, respectivamente, se tomaron valores iguales a 4 y 2,50.

Con la tecla F1, dentro de cada opción, el programa nos muestra una ayuda acerca de la información que se tiene que suministrar y también de valores aproximados para su utilización.



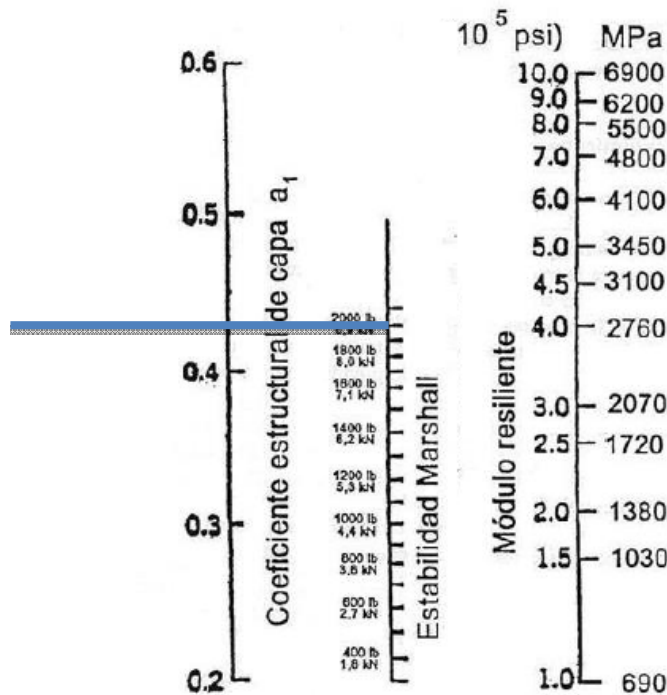


Con todos los datos necesarios introducidos, apretamos F9 para el cálculo del número estructural necesario para el paquete en diseño.

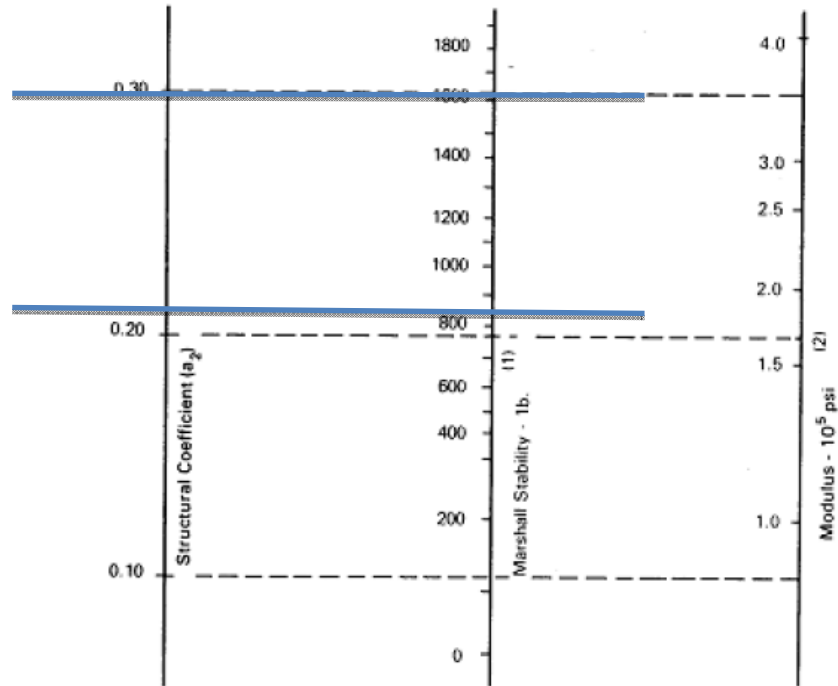


Este número, será el valor total para todo el paquete, por eso necesitamos discriminar que número estructural tendrá cada una de las capas que elegiremos para el proyecto. Para esto, debemos adoptar un espesor y un coeficiente estructural de aporte para cada capa, que en la sumatoria total, nos indicará si el número estructural alcanza el calculado previamente. La determinación se realiza:

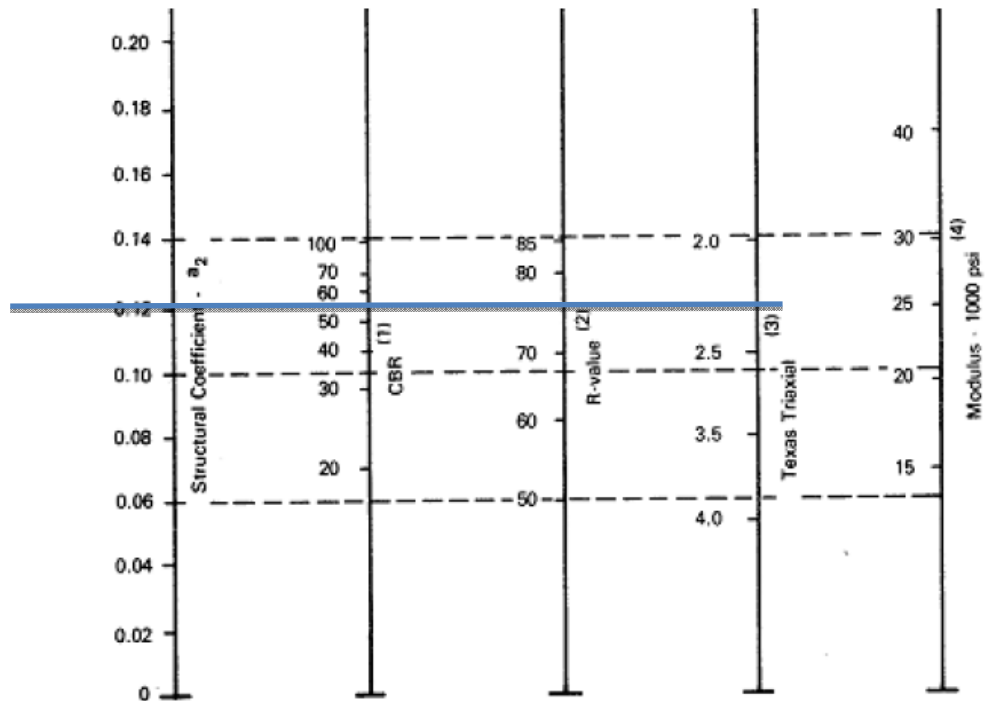
COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE CAPAS ASFALTICAS



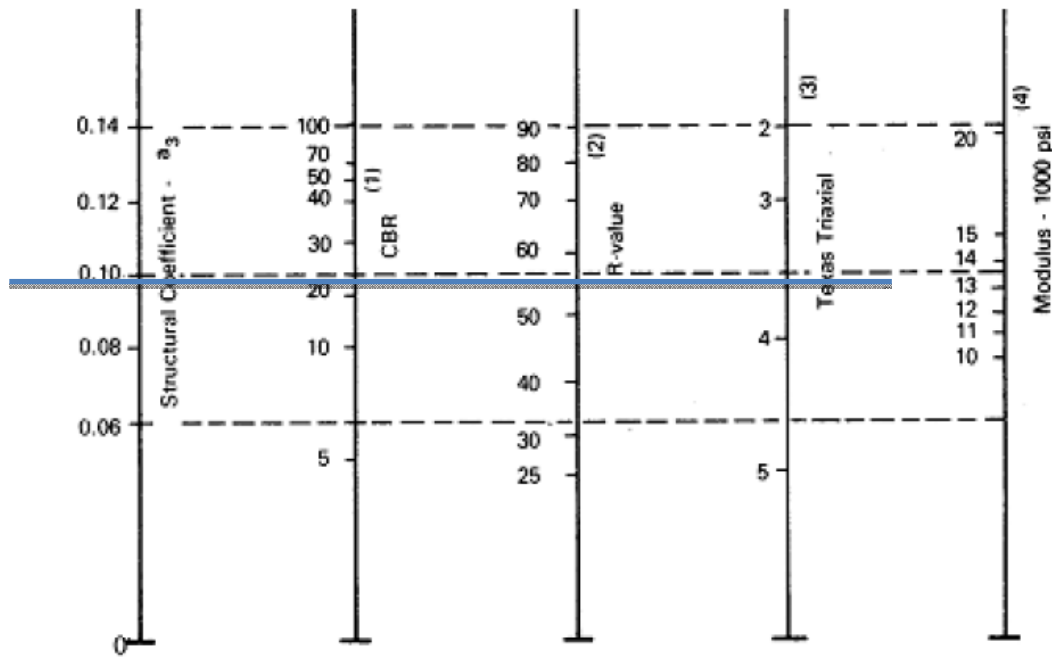
COEFICIENTE ESTRUCT. PARA BASE TRATADA CON ASFALTO



COEFICIENTE ESTRUCTURAL PARA BASE GRANULAR

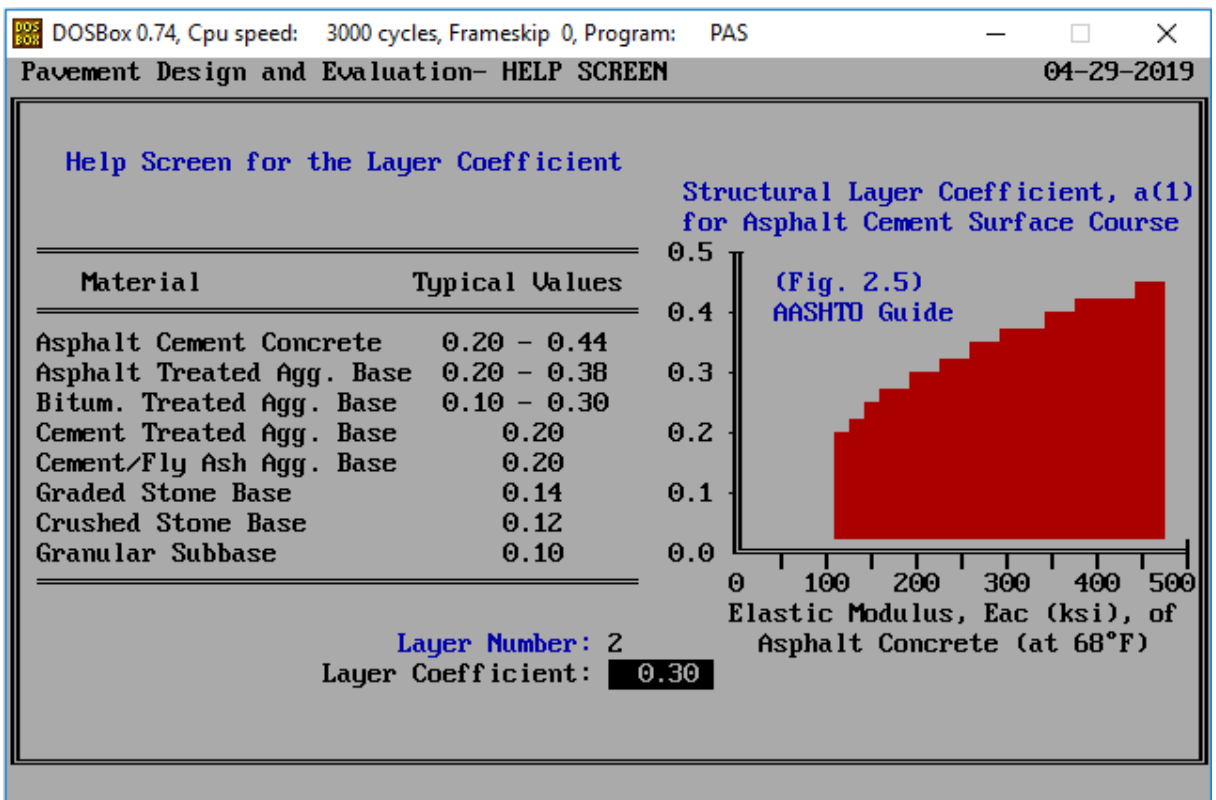
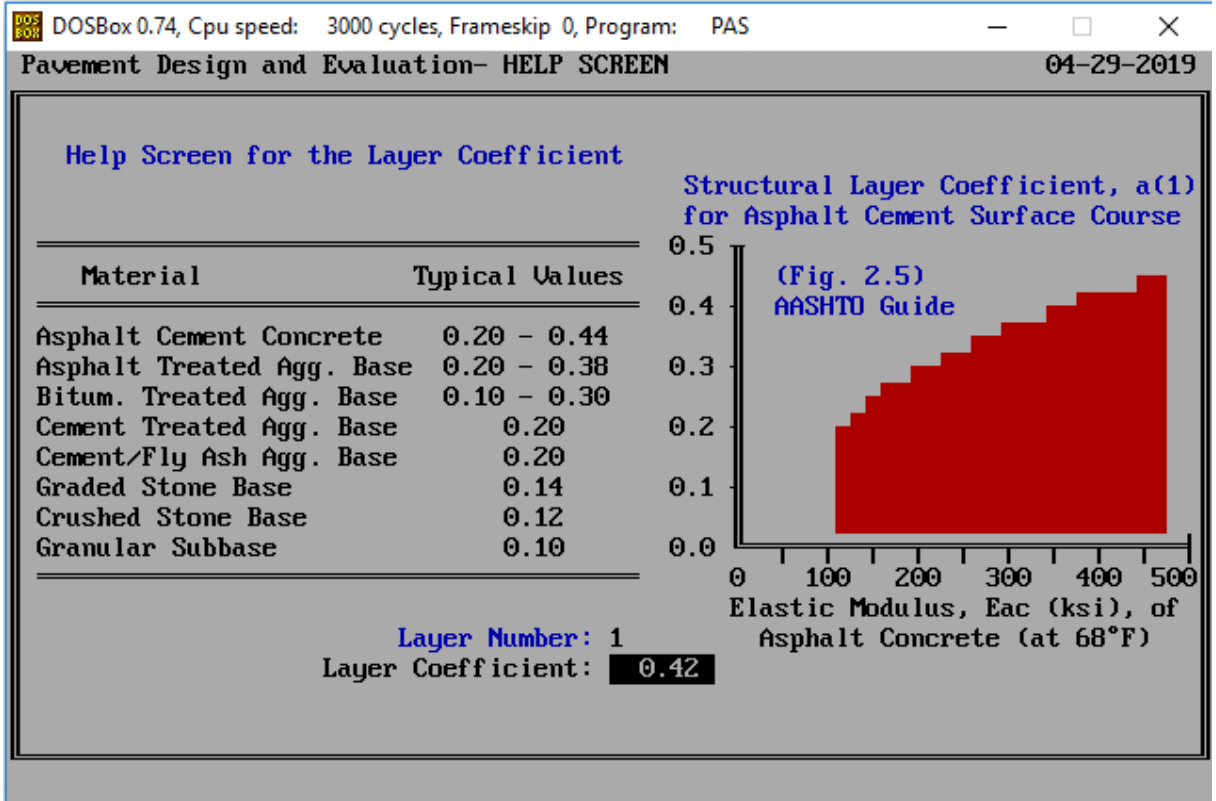


COEFICIENTE ESTRUCTURAL PARA SUBBASE GRANULAR



Propiedades de los materiales:

Material	Mr Mpa (psi)	ai
Concreto asfáltico	2760 (400000)	0,42
Base tratada con asfalto 1	1600 (350000)	0,30
Base tratada con asfalto 2	850 (190000)	0,22
Base piedra partida	173 (25000)	0,12
Sub-base granular	97 (14000)	0,10



DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: PAS
 Pavement Design and Evaluation- HELP SCREEN 04-29-2019

Help Screen for the Layer Coefficient

Material	Typical Values
Asphalt Cement Concrete	0.20 - 0.44
Asphalt Treated Agg. Base	0.20 - 0.38
Bitum. Treated Agg. Base	0.10 - 0.30
Cement Treated Agg. Base	0.20
Cement/Fly Ash Agg. Base	0.20
Graded Stone Base	0.14
Crushed Stone Base	0.12
Granular Subbase	0.10

Layer Number: 3
 Layer Coefficient: **0.22**

Structural Layer Coefficient, a(1)
 for Asphalt Cement Surface Course

(Fig. 2.5)
 AASHTO Guide

Elastic Modulus, Eac (ksi), of
 Asphalt Concrete (at 68°F)

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: PAS
 Pavement Design and Evaluation- HELP SCREEN 04-29-2019

Help Screen for the Layer Coefficient

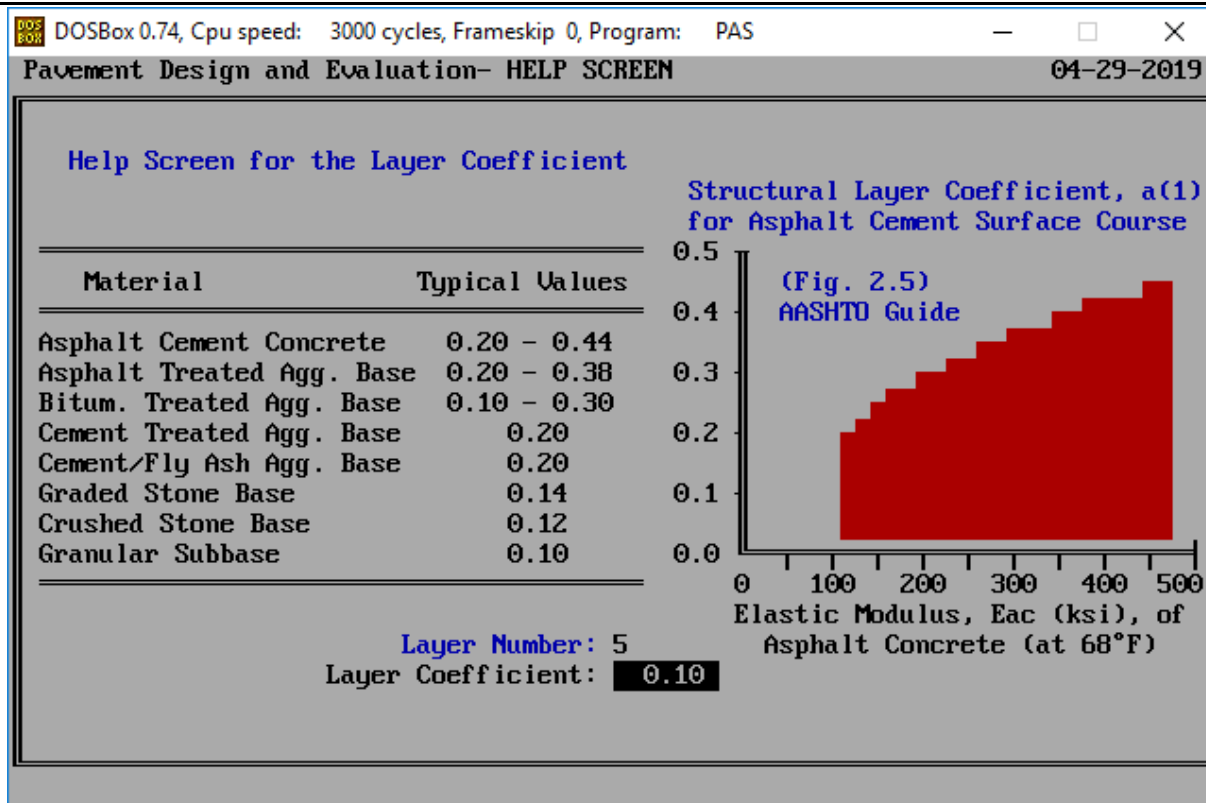
Material	Typical Values
Asphalt Cement Concrete	0.20 - 0.44
Asphalt Treated Agg. Base	0.20 - 0.38
Bitum. Treated Agg. Base	0.10 - 0.30
Cement Treated Agg. Base	0.20
Cement/Fly Ash Agg. Base	0.20
Graded Stone Base	0.14
Crushed Stone Base	0.12
Granular Subbase	0.10

Layer Number: 4
 Layer Coefficient: **0.12**

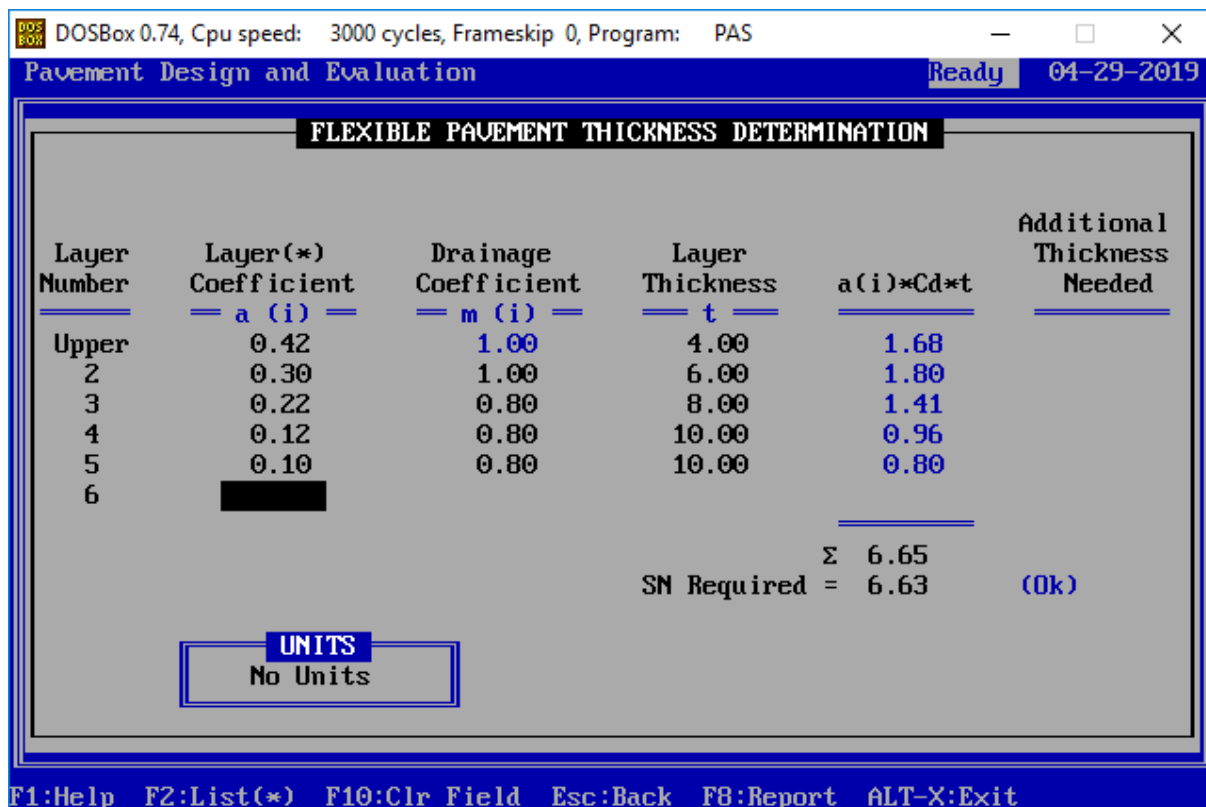
Structural Layer Coefficient, a(1)
 for Asphalt Cement Surface Course

(Fig. 2.5)
 AASHTO Guide

Elastic Modulus, Eac (ksi), of
 Asphalt Concrete (at 68°F)



El paquete estructural resultante quedara compuesto de la siguiente manera:



Ahora debemos realizar la primera verificación del paquete estructural propuesto, que consiste en analizar si las capas adoptadas cumplen con un espesor mínimo, propuesto por la guía AASHTO 93.

CRITERIO DE ESPESOR MINIMO EN FUNCION DE ESALS

Número de ESALs	Concreto asfáltico	Base granular
Menos de 50000	2,5 cm	10 cm
50000-150000	5,0 cm	10 cm
150000-500000	6,5 cm	10 cm
500000-2000000	7,5 cm	15 cm
2000000-7000000	9,0 cm	15 cm
Más de 7000000	10,0 cm	15 cm

Los espesores adoptados cumplen con los espesores mínimos requeridos.

Se decidió elegir que la mezcla tenga una Estabilidad de 800 kg. En función del número de ejes equivalentes se elige el espesor de la carpeta asfáltica y de la base.

VERIFICACIÓN

Consiste en el análisis de protección de capas. Se debe analizar cada capa, suponiendo que la inmediata inferior fuera la subrasante. El programa permite realizar esta verificación, cambiando el valor soporte de la subrasante por el de la capa que se quiere evaluar.

Teniendo en cuenta que el coeficiente de drenaje es 0.80:

Para la Base asfáltica de 600kg promedio, VSR = 80 %

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: PAS

Ready

Help Screen for the Resilient Modulus

Empirical relationships have been developed between the CBR (California Bearing Ratio) value (using dynamic compaction), the R-value, and the in-situ resilient modulus of the soil.

CBR Value: 80.0 or R-Value:

Resilient Modulus, psi: 38,971 Resilient Modulus, psi:

Subgrade Resilient Modulus: 38,971 psi

The correlations used in this program were developed under NCHRP Project 128, "Evaluation of AASHTO Interim Guide for the Design of Pavement Structures." This study found a non-linear relationship between resilient modulus and CBR or R-Value. Although equation 1.5.1 of the AASHTO Guide suggests a relationship of $1500 * CBR$ for the resilient modulus of the subgrade, this correlation is only valid for fine-grained soils with low CBR values. Other studies (Indiana, Ohio) have shown a correlations as low as $800 * CBR$, and ranging from 750 to 3,000 times the CBR value. This range agrees with the correlation established in NCHRP Project 128.

F1:Help F2:List(*) F9:SolveFor F10:ClrField Esc:Back F8:Report ALT-X:E

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: PAS

04-29-2019

Flexible Pavement Analysis

Structural Number	3.22	
Design E 18's	40,037,448	
Reliability	80.00	
Overall Deviation (*)	0.45	
Soil Resilient Mod.(*)	38,971	
Initial Serviceability	4.00	
Terminal Serviceability	2.50	

UNITS
No Units

Press F9 to SolveFor

PgDn FOR LAYER DETERMINATION

F1:Help F2:List(*) F9:SolveFor F10:ClrField Esc:Back F8:Report ALT-X:Exit

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: PAS

Pavement Design and Evaluation Ready 04-29-2019

FLEXIBLE PAVEMENT THICKNESS DETERMINATION

Layer Number	Layer(*) Coefficient = a (i) =	Drainage Coefficient = m (i) =	Layer Thickness = t =	a(i)*Cd*t	Additional Thickness Needed
Upper	0.42	1.00	4.00	1.68	
2	0.30	1.00	6.00	1.80	
3	0.22	0.80			-1.49
4	0.12	0.80			
5	0.10	0.80			
6					
				Σ 3.48	
				SN Required = 3.22	(Ok)

UNITS
 Inches

F1:Help F2:List(*) F10:Clr Field Esc:Back F8:Report ALT-X:Exit

Para la Base realizada con estabilizado granular VSR =55%

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: PAS

Ready

Help Screen for the Resilient Modulus

Empirical relationships have been developed between the CBR (California Bearing Ratio) value (using dynamic compaction), the R-value, and the in-situ resilient modulus of the soil.

CBR Value: 55.0 R-Value:
 _____ or _____
 Resilient Modulus, psi: 30,155 Resilient Modulus, psi: _____
Subgrade Resilient Modulus: 30,155 psi

The correlations used in this program were developed under NCHRP Project 128, "Evaluation of AASHTO Interim Guide for the Design of Pavement Structures." This study found a non-linear relationship between resilient modulus and CBR or R-Value. Although equation 1.5.1 of the AASHTO Guide suggests a relationship of 1500 * CBR for the resilient modulus of the subgrade, this correlation is only valid for fine-grained soils with low CBR values. Other studies (Indiana, Ohio) have shown a correlations as low as 800 * CBR, and ranging from 750 to 3,000 times the CBR value. This range agrees with the correlation established in NCHRP Project 128.

F1:Help F2:List(*) F9:SolveFor F10:ClrField Esc:Back F8:Report ALT-X:Exit

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: PAS
 Pavement Design and Evaluation 04-29-2019

Flexible Pavement Analysis

Structural Number	3.56	
Design E 18's	40,037,448	
Reliability	80.00	
Overall Deviation (*)	0.45	
Soil Resilient Mod. (*)	30,155	UNITS No Units
Initial Serviceability	4.00	
Terminal Serviceability	2.50	

==== Solve For =====

Structural Number	3.56
-------------------	------

PgDn FOR LAYER DETERMINATION

F1:Help F2:List(*) F9:SolveFor F10:ClrField Esc:Back F8:Report ALT-X:Exit

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: PAS
 Pavement Design and Evaluation Ready 04-29-2019

FLEXIBLE PAVEMENT THICKNESS DETERMINATION

Layer Number	Layer(*) Coefficient = a (i) =	Drainage Coefficient = m (i) =	Layer Thickness = t =	a(i)*Cd*t	Additional Thickness Needed
Upper	0.42	1.00	4.00	1.68	
2	0.30	1.00	6.00	1.80	
3	0.22	0.80	1.00	0.18	
4	0.12	0.80	████████		-0.95
5	0.10	0.80			
6					
				Σ 3.66	
				SN Required = 3.56	(Ok)

UNITS
Inches

F1:Help F2:List(*) F10:Clr Field Esc:Back F8:Report ALT-X:Exit

Para la Subbase realizada con estabilizado granular VSR = 20 %

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: PAS

Ready

Help Screen for the Resilient Modulus

Empirical relationships have been developed between the CBR (California Bearing Ratio) value (using dynamic compaction), the R-value, and the in-situ resilient modulus of the soil.

CBR Value: 20.0 or R-Value: _____

Resilient Modulus, psi: 15,089 Resilient Modulus, psi: _____

Subgrade Resilient Modulus: 15,089 psi

The correlations used in this program were developed under NCHRP Project 128, "Evaluation of AASHTO Interim Guide for the Design of Pavement Structures." This study found a non-linear relationship between resilient modulus and CBR or R-Value. Although equation 1.5.1 of the AASHTO Guide suggests a relationship of $1500 * CBR$ for the resilient modulus of the subgrade, this correlation is only valid for fine-grained soils with low CBR values. Other studies (Indiana, Ohio) have shown a correlations as low as $800 * CBR$, and ranging from 750 to 3,000 times the CBR value. This range agrees with the correlation established in NCHRP Project 128.

F1:Help F2:List(*) F9:SolveFor F10:ClrField Esc:Back F8:Report ALT-X:Exit

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: PAS

Pavement Design and Evaluation Ready 04-29-2019

Flexible Pavement Analysis

Structural Number	<u>4.64</u>
Design E 18's	40,037,448
Reliability	80.00
Overall Deviation (*)	0.45
Soil Resilient Mod.(*)	15,089
Initial Serviceability	4.00
Terminal Serviceability	2.50

UNITS
No Units

—————Solve For—————
Structural Number 4.64

PgDn FOR LAYER DETERMINATION

F1:Help F2:List(*) F9:SolveFor F10:ClrField Esc:Back F8:Report ALT-X:Exit

DOS FOR DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: PAS

Pavement Design and Evaluation Ready 04-29-2019

FLEXIBLE PAVEMENT THICKNESS DETERMINATION

Layer Number	Layer (*) Coefficient <u>a (i)</u>	Drainage Coefficient <u>m (i)</u>	Layer Thickness <u>t</u>	a(i)*Cd*t	Additional Thickness Needed
Upper	0.42	1.00	4.00	1.68	
2	0.30	1.00	6.00	1.80	
3	0.22	0.80	8.00	1.41	
4	0.12	0.80			-2.60
5	0.10	0.80			
6					
				Σ 4.89	
				SN Required = 4.64	(Ok)

UNITS
Inches

F1:Help F2:List(*) F10:Clr Field Esc:Back F8:Report ALT-X:Exit

- Paquete estructural obtenido:

