

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR.
INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

MEJORAMIENTO DE LA ESTRUCTURA VIAL

Trabajo de Titulación para optar al Título
profesional de INGENIERO CONSTRUCTOR
LICENCIADO EN INGENIERÍA

Alumno:
Jalil Salomón Touma Ossandón

Profesor guía:
Renzo Mario Piazze Rubio



Editar con WPS Office

RESUMEN

En la presente tesis realizaremos el diseño del pavimento con el método Dispav - 5 con AASHTO 93, el cual es el método utilizado en Chile. para el correcto desarrollo se realizará un estudio de tránsito en el presente sector, con esto realizaremos la caracterización del flujo de vehículos pesados. Contaremos también con el estudio de suelos y especificaciones técnicas del proyecto. Para la finalización de esta etapa procederemos a una correcta comparación de los resultados que entregan estos métodos. También se procederá con el análisis de las principales diferencias de las dimensiones en las distintas capas de pavimento, donde concluiremos con el análisis de costos del pavimento del pavimento en donde mostraremos los 2 métodos de diseño. A través de esta comparación podremos obtener las diferencias principales que se encuentran entre los métodos, presentaremos el nivel de las capas granulares, no en la capa estructural de asfalto. Los costos asociados en ambos métodos las diferencias serán mínimas, por lo que tendremos un menor costo de ejecución para el método AASHTO 93.



INTRODUCCIÓN

El presente proyecto esta echo con la finalidad de definir el diseño del proyecto de obra de pavimentación, en la actualidad es común ver las metodologías mecanicistas ya que son las más adecuadas para detectar los comportamientos de los diferentes tipos de pavimentos, en otras generalidades de los casos las vías no estructurantes según la Ordenanza del Plan Regulador Metropolitano de Santiago las vías contempladas en el Plan (Metropolitanas, Troncales y Colectoras) Por el contrario se pueden diseñar con la metodología ASSSHTO.

Tenemos las exigencias de pavimentación están fijadas por el SERVIU Regional. Donde son fijados los requisitos indicados por los textos de ordenanza en pavimentación.

- Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

Si existen.

- Plan Maestro de Evaluación de Aguas Lluvias.
- Plan Regulador y Ordenanzas Locales.

Para el trazado de planta se verán los parámetros con sus respectivas intersecciones, obedeciendo las características físicas de la vía, se deberá cumplir con los requisitos y especificaciones del MINVU.

- Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Vialidad Urbana.
- Código de Normas y Especificaciones Técnicas.



CAPITULO 1: PRESENTACIÓN DEL PROYECTO



Editar con WPS Office

1.- PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.

- - Como objetivo principal buscamos proyectar la construcción de un pavimento flexible el cual se ubicará en la Avenida Circunvalación del sector Guacamayo en 1era etapa en función de las solicitudes del tráfico.

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

- Luego mostraremos los objetivos que deseamos al finalizar el estudio de este proyecto, que se dividirán en los objetivos generales y específicos.

1.1.1.- OBJETIVO GENERAL.

- Como objetivo general analizaremos el sector de aplicación y las cargas a las que está sometido el pavimento, Realizaremos una comparación entre los resultados entregados por software DISPAV – 5 y el método ASSHTO, en cuanto a espesores de las capas del pavimento, también estableceremos el método más económico el cual incluirá el análisis de costo del proyecto actual de pavimento rígido y estableceremos en qué condiciones de servicio (deformación) se puede encontrar el pavimento al final de su vida útil.



1.2.- PRESENTACIÓN CUALITATIVA DEL SECTOR INDUSTRIAL DEL NEGOCIO.

- El presente proyecto busca una alternativa al diseño del pavimento de "Avenida Circunvalación Sector Guacamayo" presenta diversas quejas a nivel de red vial urbana de vialidad. Su primera etapa está orientada al cálculo del pavimento asfáltico, el cual está diseñado a través del método mexicano Dispav-5 (Diseño estructural de pavimento asfáltico). Esto nace a través de la necesidad de la red vial. En la primera etapa diseñaremos la estructura del pavimento (Dispav-5) a través AASHTO 93 (Diseño estructural de pavimento flexible), esto se realizará a través de un estudio de suelos y las especificaciones técnicas del presente proyecto, para ello contaremos con operarios e ingenieros de excelente calidad.
- Analizaremos las diferencias en las dimensiones en las capas del pavimento para determinar los costos de los dos métodos de diseño. Por esta comparación resultaremos las diferencias de los métodos presentadas en las capas granulares, las diferencias en los costos entre ambos métodos son de menor grado, ganando por menor precio el método AASHTO 93.



1.3.- FODA

- El presente proyecto estaremos mostrando los análisis hechos, donde tomaremos en consideración diferentes aspectos como; las fortalezas del proyecto, las oportunidades que entrega, sus debilidades y amenazas. Esto ayudara a tener una mejor y amplia visión de la empresa para mejorar el enfoque que se quiere seguir en las etapas del proyecto. Dentro de las fortalezas destacaremos la actitud laboral de los trabajadores como podremos encontrar su activismo, su buena voluntad al momento de operar. Cabe destacar que las buenas oportunidades entregadas por los mercados van de la mano con la calidad y sus precios. En cuanto a las debilidades, hay precios no adecuados como en nuestros equipos u operadores, que necesitan productos del extranjero, lo que puede generar mayores costos, también el estudio de terreno es prioritario, ya que dentro de ello se puede considerar mayores costos por mala condiciones en el terreno y problemas climáticos. Las principales amenazas que podemos encontrar es la inconformidad de las personas que viajan por esta ruta y los habitantes cercanos, esto debido a posibles malas ejecuciones de los operarios o inconformidad de la terminación del pavimento, esto debido a materiales de mala calidad o construcciones mal terminadas.



1.4.- TAMAÑO DEL PROYECTO.

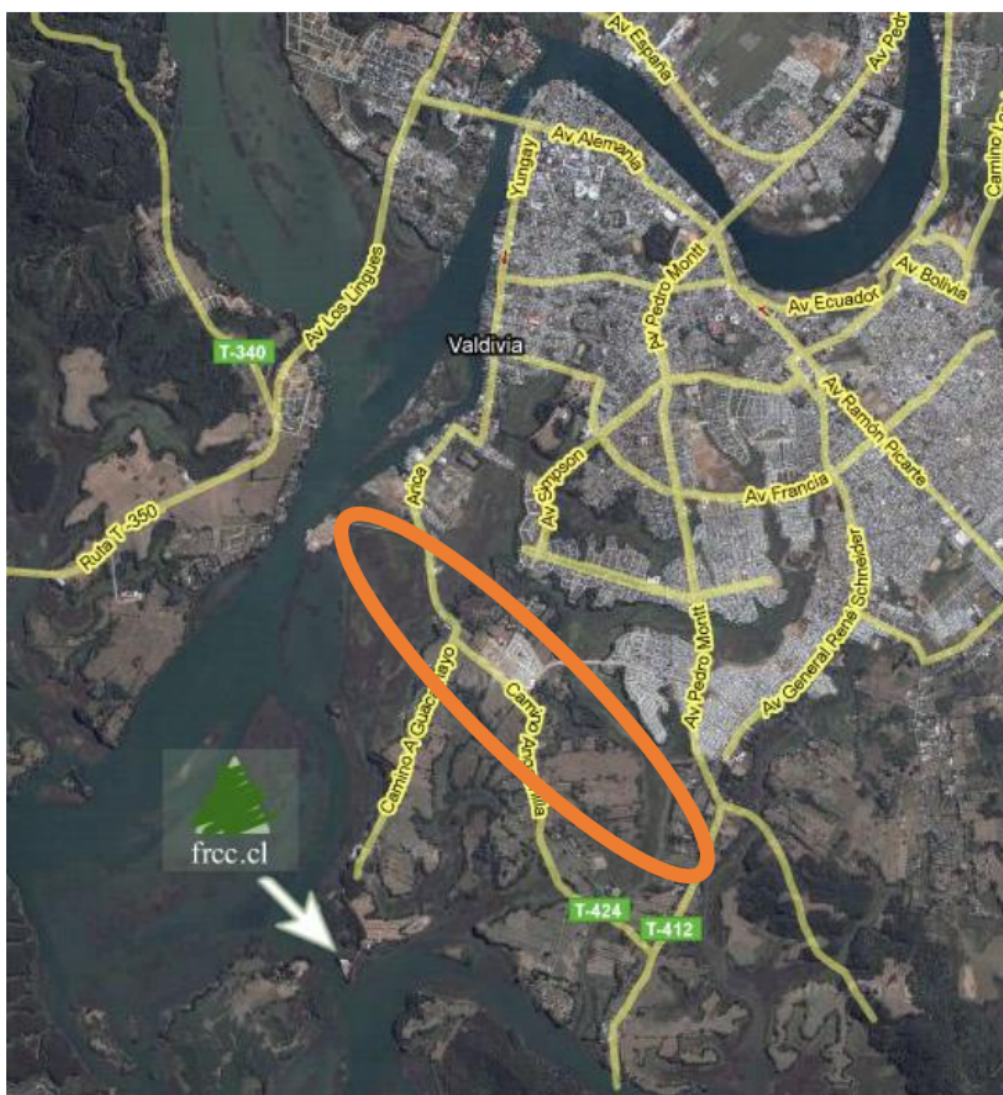
- El actual proyecto tiene como principal objetivo dar una solución a la red vial urbana de Valdivia (Tránsito de vehículos pesados), esto se hará a través de un pavimento flexible en la avenida Circunvalación del Sector Guacamayo. El actual proyecto se realizó con pavimento rígido de hormigón. El comienzo y finalidad del proyecto tendrá estos límites:
- Como inicio tendrá la intersección de Calle Arica Acceso a portuario corral y como finalidad la intersección Ruta T-424.
- La Etapa 1 del actual proyecto "Avenida Circunvalación Sur" Cuenta con un ponderado de 2000 Metros de lineales de pavimentos con una calzada doble de 7 metros de ancho (Cada una), un bandejón central de 5 Metros, con ensanches de curvas, pistas especiales de curva y una ciclovía de 2,2 Metros en su extensión.



1.5.- LOCALIZACIÓN.

- El emplazamiento del proyecto estará en la Avenida Circunvalación Sector Guacamayo, la primera etapa está en uno de los extremos de la ciudad de Valdivia (Región de los Ríos).





Emplazamiento de la obra Sector Guacamayo.

La zona corresponde al sector de Guacamayo, ubicada en la zona Sur-Oriente de la ciudad de Valdivia, este sector es extendido desde Huachocopihue hasta los ríos Guacamayo y Angachilla.

Guacamayo, Sector Collilo y Toro bayo son las zonas con más suelos urbanizables de la ciudad. La cual está limitada por humedades (echo común en Valdivia).

1.6.- SITUACIÓN CON PROYECTO V/S CON PROYECTO.



Editar con WPS Office

- Guacamayo presenta una cantidad de habitantes de 196 en su población rural (Según el censo 2002) con una densidad rural de 8,61 hab/há. Actualmente es el principal foco de inversión habitacional del MINVU. En esta zona hay varios proyectos inmobiliarios operativos, con varias empresas forestales, con un tránsito elevado de maquinarias pesadas por las vías no urbanizadas del sector, este problema ha sido constante porque los caminos que no soportan este tránsito provocando inconvenientes para estos caminos.
- Considerando estos aspectos sin el proyecto, vemos la necesidad para mejorar la red vial del sector, considerando que esta vía conecta el sector rural con la ciudad, con este proyecto buscamos una solución para un mejor descongestionamiento de la ciudad, así poder desviar el tránsito hacia Guacamayo para que vaya al sur de la ciudad para evitar que estos pasen por el centro de Valdivia, este proyecto busca solucionar de forma permanente y de calidad.

1.7.- ESTUDIO DE MERCADO.



- Este estudio busca solucionar la problemática de los caminos del sector de guacamayo donde se hará un estudio del terreno, la cantidad de habitantes en el sector poblacional, los problemas climáticos, el tránsito vehicular (Vehículos pesados) para obtener como finalidad un precio adecuado a la demanda presente del lugar donde se hará el proyecto. Al hacer el estudio de mercado hay que saber los diferentes aspectos que se pueden encontrar para determinar un precio adecuado.

1.7.1.- DETERMINACIÓN DE PRODUCTO O SERVICIO, INSUMOS Y SUBPRODUCTOS.

- Existe la necesidad de ejecutar un proyecto de diseño de pavimento en la avenida Circunvalación del sector Guacamayo, donde se calculará el pavimento asfáltico a través del método (DISPAV-5 y AASHTO) esto a través de un análisis de costo para ambos métodos. Para mejorar la circulación vial del sector, evitando congestionamiento vehicular en el centro de Valdivia, busca una mejor calidad del pavimento dando acceso al paso de vehículos más grandes y más peso, ya que ya lo ocupan este sector para dicho tránsito. Esto ayudara a una mejor calidad de vida para los sectores Cercanos, mejor circulación vehicular y protección contra accidentes de tránsito.

1.7.2.- ÁREA DE ESTUDIO.



- El presente estudio considera las siguientes etapas para el proyecto:
- Recopilación de datos: para poder acceder al diseño del proyecto debemos considerar una variedad de datos donde procederemos a la primera fase:

I.- Análisis y descripción del lugar del lugar del proyecto para conocer las características físicas y técnicas.

II.- Caracterización del flujo vehicular y obtención de parámetros del suelo.

- Base Teórica: Aquí se revisará la bibliografía, así contaremos con fundamentos teóricos prioritarios para un correcto diseño de pavimentación.
- Diseño: a partir de la información entregada de la avenida ayuda a determinar las obras que se hagan dentro de sus límites, según los métodos (DISPAV-5 y AASHTO) donde se podrá diseñar las capas de pavimentos.
- Análisis de resultado: En la presente etapa se procederá a una comparación de los datos obtenidos por ambos métodos (DISPAV-5 y AASHTO) relacionados directamente con las capas del pavimento. Donde finalmente se procederá con el análisis de costo para ambos métodos de diseño.



1.7.3.- ANÁLISIS DE LA DEMANDA (ACTUAL Y FUTURA) Y VARIABLES QUE LE AFECTAN.

- Para el análisis de la demanda se tiene como objetivo de prioridad encontrar las diferentes variables que determinaran la demanda del servicio que se dio a entregar, donde se cuantificaran las incidencias de las mismas, obteniendo flexibilidades en los precios. Para la realización del diseño estructural de la obra vial tendremos como objetivo principal optimizar el aspecto económico y constructivo; sin la necesidad de provocar un deterioro de la calidad de la obra a ejecutar.
- Se procederá a buscar cumplimiento del proyecto en los estándares que figuren con la calidad a un bajo costo. Una perfecta manera para determinar correctamente los costos de los dos métodos de diseños distintos es el análisis entregado por los métodos de diseño en los espesores de las distintas capas de pavimentos.
- Se hará un análisis comparativo entre los resultados entregados por DISPAV-5 y el método AASHTO 93.

I.- Espesores de Capa.

II.- Análisis de costo.



1.7.4.- ANÁLISIS DE LA OFERTA (ACTUAL Y FUTURA) Y VARIABLES QUE LE AFECTAN.

- Se revisará la información correspondiente al proyecto “Diseño de pavimento para avenida Circunvalación para sector Guacamayo” donde se analizará el precio y la calidad de la obra.
- Los resultados obtenidos del diseño estructural estarán echo a través de los dos métodos de diseños expresados a continuación en las siguientes tablas:

I.- Resultados DISPAV-5

Capa	Resultado (Cm)
Capa Rodadura	7
Capa Intermedia	10
Base	26
Total (Cm)	43

II.- Resultados AASHTO 93.

Capa	Resultado (Cm)
Capa Rodadura	7
Capa Intermedia	10
Base	20
Total (Cm)	37

- Para la correcta comparación de los resultados de ambos métodos de diseño, se tomó en cuenta la homogenización de estos resultados de acuerdo a los parámetros del tránsito equivalentes al diseño.
- Para este desarrollo se utilizará los factores equivalentes que ocupará el DISPAV-5 y para el cálculo del tránsito se ocupará el método AASHTO 93, Al no modificar los valores equivalentes del DISPAV-5 se optará por utilizar los cálculos de los dos métodos en función de los parámetros DISPAV-5



- En la presente tabla se procederá a mostrar las diferencias entre ambos métodos para las diferentes capas de pavimentos

III.- Diferencia entre los resultados DISPAV-5 y AAHTO 93.

	ASSHTO	DISPAV-5	Δ
Capa Rodadura	7	7	0
Capa Intermedia	10	10	0
Base	20	26	6
Total (Cm)	37	44	6

- La única diferencia presentada es en base granular con un $\Delta = 6$ cm. Con base granular DISPAV-5 la cual está relacionada con el módulo de rigidez de la carpeta asfáltica. Incluyendo el último parámetro de las dimensiones finales de las capas granulares adyacentes. Mayor sea el módulo de rigidez de la carpeta, menos centímetros se ocuparán en las capas granulares con la finalidad que las deformaciones no superen la máxima permitida.
- En cuanto a las dimensiones de las carpetas asfálticas en ambos métodos no presentaran diferencias, habrá que considerar que no conto con ensayos de laboratorios para determinar el módulo de rigidez de la carpeta.
- El método AASHTO A diferencia del DISPAV-5 no se caracterizará la carpeta asfáltica por el módulo de rigidez, se caracterizará a través de los coeficientes estructurales, no se guardará relación con el parámetro experimental que está influenciando con el tipo de asfalto que se ocupará (Estabilidad Marshall), al igual que la granulometría y la carpeta asfáltica.
- Los diseños ocupados para ambos métodos entregaran resultados para los espesores mínimos y máximos para cada capa de pavimento.
- Las deformaciones presentadas por el pavimento al término de su ciclo de vida, se espera que no supere los 1,2 cm. El método DISPAV-5 indica que para el diseño de un camino las deformaciones sean del orden de 1,2 cm.
- En este diseño la vida previsible resulta mayor al tránsito equivalente de proyecto, se indica también el diseño por deformación es el que controla el cálculo estructural de pavimento.



	Uida previsible	Tránsito proyecto
Deformación	31.8	30.7
Fatiga	29.0	18.5
La vida previsible es cercana o mayor que la vida de proyecto el diseño parece adecuado. La tolerancia es +/- 10% del tránsito de proyecto crítico.		

Diseño en DISPAV-5, vida previsible.

1.7.5.- DETERMINACIÓN DEL PRECIO.

- Para la determinación del precio se tomará el resumen del presupuesto de la obra .

RESUMEN	
DISPAV-5	\$ 1.177.519.403
AASHTO 93	\$ 1.162.424.685
Hormigón	\$ 1.764.336.337

- Como se muestra entre el diseño DISPAV-5 y AASHTO 93 tienen un menor costo que el diseño de hormigón. Esto se debe a que el asfalto tiene un precio más bajo que el hormigón, esto se puede ver porcentualmente.

Hormigón	
DISPAV-5	67%
AASHTO 93	66%

- No se aprecia una diferencia notoria entre ambos precios.
- Diferencia porcentual entre ambos diseños (DISPAV-5 y AASHTO 93).

	DISPAV-5	AASHTO 93	Δ
Presupuesto	\$ 1.177.519.403	\$ 1.162.424.685	1%



1.7.6.- SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN.

- Estudiaremos tres presupuestos, se realizará el análisis de precio para los diseños DISPAV-5, AASHTO 93 y el proyecto de hormigón, donde analizaremos los ítems relacionados al proyecto de pavimentación. Solo se harán análisis de los ítems relacionados entre los diseños y Se estudiarán los precios unitarios.



CAPITULO 2: INGENIERÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO



Editar con WPS Office

2.- INGENIARÍA BÁSICA Y CONCEPTUAL DEL PROYECTO.

2.1.- ESTUDIO TÉCNICO.

- El estudio técnico representa estará relacionado con el proceso, los recursos humanos, los equipos a implementar, las técnicas e instalaciones que se encargaran de ofrecer el servicio. Al igual que la estructura societaria y todo lo que sea relacionado con un servicio de calidad y eficiencia.

2.1.1.- DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE PROCESO.

- Se busca dar como solución en el presente proyecto uno de los problemas que tiene la red vial urbana de Valdivia con el tránsito de vehículos pesados, donde proyectaremos el diseño de pavimento flexible para la avenida circunvalación del sector Guacamayo. Este proyecto fue realizado al proyectar un pavimento rígido de hormigón a comienzos del 2014, se tendrá como límite de inicio y finalidad de las obras:

I.- Inicio: Intersección Calle Arica Acceso a Portuaria Corral

II.- Finalidad: Intersección ruta T-424

- La primera etapa de la Avenida Circunvalación Sur consta con un aproximado de 2000 metros lineales de pavimentación, una doble calzada de 7 metros de ancho cada una con una bandeja central de 5 metros (Ancho), ensanches en curvas con pistas especiales de viraje y una ciclovía de 2,2 metros en su extensión completa.



2.1.6.- SELECCIÓN DE EQUIPOS.

- Elegiremos los equipos que sean necesarios para la correcta ejecución de la obra considerando las diferentes actividades que se harán en el proyecto a los cuales veremos a continuación:

- Excavación de corte en terreno de cualquier naturaleza:

I.- Excavadora: Excavación

II.- Camión Tolva: Transporte

III.- Motoniveladora: Perfilado

IV.- Rodillo: Compactación sello de fundación

V.- D – 6: Botadero

- Formación y compactación de terraplenes:

I.- Excavadora: Excavación

II.- Camión Tolva: Transporte

III.- Cargador: Limpieza de Planta

IV.- Cargador: Carguío

V.- Camión tolva Esponjamiento: Transporte

VI.- Motoniveladora: Revoltura, ext. Y perfilado

VII.- Camión aljibe: Agua

VIII.- Rodillo: Compactación



- Remoción de material inadecuado

I.- Excavadora: Excavación

II.- Camión Tolva: Transporte

III.- D-6: Botadero

- Subbase Granular, CBR > 50%

I.- Excavadora: Excavación

II.- Camión Tolva: Transporte

III.- Planta Seleccionadora: Selección de material

IV.- Generador: Energía

V.- Cargador frontal Sobre tamaño: Limpieza planta

VI.- Camión tolva: Transporte

VII.- Motoniveladora: Revoltura y perfilado

VIII.- Camión aljibe: Agua

IX.- Rodillo: Compactación

- Hormigón HF5

I.- Vibradores: Equipo menor.



- Base Granular Chancada, CBR > 80%

I.- Excavadora: Excavación

II.- Camión Tolva: Transporte

III.- Planta Seleccionadora: Selección de material

IV.- Generador: Energía

V.- Cargador frontal: Limpieza planta y carguio

VI.- Camión tolva: Transporte

VII.- Motoniveladora: Revoltura y perfilado

VIII.- Camión aljibe: Agua

IX.- Rodillo: Compactación

- Concreto asfáltico de rodadura

I.- Planta asfáltica: Preparación

II.- Camión Tolva: Transporte

III.- Terminadora: Colocación

IV.- Pata de goma ^ pata de fierro: Compactación

V.- Cargador: Carguío

VI.- Barredora: Barrido

VII.- Generador: Energía

VIII.- Planta asfáltica: Transporte, instalación y desmov.



- **Concreto asfáltico de intermedia**

I.- Planta asfáltica: Preparación

II.- Camión Tolva: Transporte

III.- Terminadora: Colocación

IV.- Pata de goma ^ pata de fierro: Compactación

V.- Cargador: Carguío

VI.- Barredora: Barrido

VII.- Generador: Energía

VIII.- Planta asfáltica: Transporte, instalación y desmov.



2.2.- ASPECTOS TÉCNICOS Y GENERALES.

- Aquí veremos los aspectos técnicos generales, este proyecto de pavimentación originalmente está proyectado y ejecutándose en hormigón, se realizará el diseño en asfalto, el cual debe cumplir con las características de especificaciones técnicas y SERVIU:
- **Pavimento Asfaltico:**
 - Capa 1: Marshall 9000 Newton
 - Capa 2: Marshall 8000 Newton
 - Capa 3: Marshall 3000 Newton
 - Base Granular Chancada: $\text{CBR} \geq 80$
 - Sub-Base Granular $\text{CBR} \geq 40$
- Para poder soportar suelo, se procederá a poner una capa de 60 CM (Espesor) bajo la capa subrasante, con un CBR mayor al del diseño, para ello se excavará hasta cumplir el espesor mencionado.



- CBR de diseño utilizado en el proyecto:
- Especificaciones Técnicas, SERVIU:

EJE	CBR DE DISEÑO %
AC1	20
GAR	13
ARM	13

- Este eje es la primera etapa de la avenida de Circunvalación Sur correspondiente al EJE GAR (Ubicado en Guacamayo y Arica) y el EJE ARM (Ubicado en Arica y puerto las Mulatas) por lo cual se procederá a la utilización de un CBR el cual tendrá un diseño del 13%. En cuanto a los ejes secundarios y adyacentes al principal, también tendrán que adoptar este CBR de diseño.
- Este presente proyecto solo corresponderá a la primera etapa de esta construcción de la Avenida Circunvalación del Sur. Esta Avenida estará desde el inicio de la calle Arica hasta llegar al empalme de la Avenida Ramón Picarte.
- Como prioridad en el proyecto de Circunvalación se busca desviar el tránsito vehicular (Vehículos pesados y livianos) hacia la periferia de la ciudad, con la finalidad de generar una vialidad estructurante en la periferia de Valdivia.





Vialidad Ciudad de Valdivia

(Plan de desarrollo Comunal de Valdivia 2011 – 2014)

- En la imagen anterior pudimos observar la vialidad estructural de la ciudad de Valdivia. La línea roja corresponde a la Circunvalación Sur y a la Norte.
- En este proyecto buscamos la generación de un corredor exterior estructurante para unir el Norte y el Sur de Valdivia.



Editar con WPS Office

- Estos proyectos deben poder entregar a la ciudad los estándares de calidad y desarrollo los cuales son de prioridad para los estándares económicos y también al parque automotriz (debido a que al pasar los años siguen aumentando)



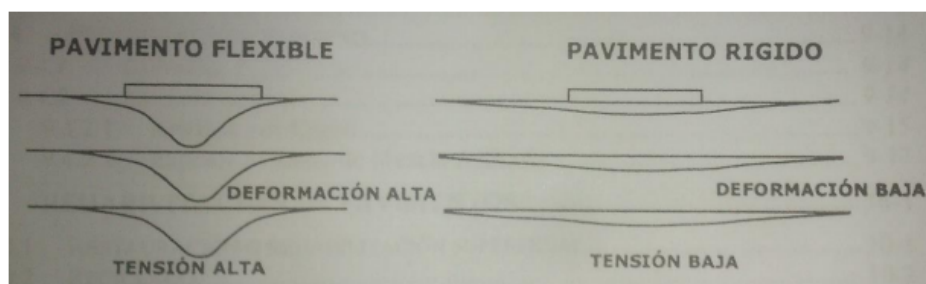
Propuesta de sistema de estructuración funcional
(Plan de desarrollo comunal de Valdivia 2011 – 2014)

2.2.1.- ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.



2.1.1.1.- PAVIMENTO.

- Entenderemos que por pavimento es el conjunto de capas superpuestas, de diferentes materiales y compactadas.
- Estas capas son apoyadas sobre las plataformas obtenidas por los movimientos de tierras y deben soportar cargas del tránsito por varios años sin deterioros que puedan afectar la seguridad, a la comodidad de los usuarios y a la comodidad del pavimento
- **Funciones de un pavimento.**
 - Que tenga una capa de rodadura cómoda y segura
 - Que pueda resistir las cargas de tránsito y que pueda transmitir la carga de la rueda a la subrasante sin que esta pueda sobrepasar la resistencia y la resistencia interna del pavimento.
 - Que no logre la penetración y acumulación de humedad interna y se pueda proteger contra las heladas y deshielo.
- **Los pavimentos los clasificaremos en rígidos y flexibles:**



Tipos de pavimentos



2.1.1.1.1.-PAVIMENTOS FLEXIBLES.

- Los pavimentos flexibles son los hechos por capas en la plataforma de la subrasante, donde incluyen como parte del pavimento la última capa de la subrasante hasta la superficie de la rodadura.
- Las características del sistema de estructuración serán las encargadas de las distribuciones de las cargas.
- El pavimento estará compuesto por capas, las cuales estarán dispuestas en un orden descendente según la capacidad de carga según da Dirección de Vialidad – Gauss S.A.
- **Estructura de un pavimento flexible (Dirección de Vialidad – Gauss S.A.)**
Consta con las siguientes capas:
 - Capa superficial: Conocida como capa de rodadura, esta capa entra en contacto con el tráfico y el medio ambiente, puede componerse por más de una capa asfáltica, en superficies de rodadura, estas no alcanzan a resistir las cargas externas, solo llegan a proteger las capas de protección inferiores, enmarcando los tratamientos superficiales simple, doble y triple (Las lechadas asfálticas y cape seal).
 - Base: Se compone por materia granular (Grava y Arena) y es la capa que se encuentra por debajo de la capa superficial.
 - Sub-Base: Está debajo de la capa base granular (Grava y Arena).

2.1.1.1.2.- MATERIALES ASFÁLTICOS.



- Son usados en obras de pavimentación y se puede clasificar en grupos por el código de normas y el MINVU 2008.

I.- Cementos Asfálticos.

II.- Emulsiones Asfálticas.

III.- Asfalto Cortados.

2.1.1.1.2.1.- CEMENTOS ASFÁLTICOS.

- Los materiales asfálticos, también llamados CA, y son asfaltos conseguidos por la destilación de petróleos, presentan características correspondientes para su uso en la construcción de pavimentos.
- Estos contienen una proporción baja de productos volátiles y también poseen propiedades características de aglomerantes.
- Son clasificados en (MC-V8, MOP 2014):
 - Cementos asfálticos por viscosidad absoluta:

I.- CA 24: Viscosidad Absoluta $\geq$ 2400 Poises

II.- CA 14: Viscosidad Absoluta $\geq$ 1400 Poises y $<$ 2400 Poises.

- Cementos asfálticos modificados con polímeros:

I.- CA 60-80: Penetración 25°C mínimo de 60

I.- CA 80-100: Penetración 25°C mínimo de 80



2.1.1.1.2.- MATERIALES ASFÁLTICOS

- Los pavimentos flexibles o también nombrados pavimentos y revestimientos asfálticos, son clasificados de acuerdo con la función que emplean en el pavimento de la calzada de acuerdo con el código de normas MINVU 2008:

- Riegos Asfálticos:

I.- Riego de imprimación.

II.- Riego de liga.

III.- Riego de neblina.

- Capas no estructurales:

I.- Lechadas asfálticas.

II.- Cape Seal.

III.- Micro aglomerados en frío.

- Capas estructurales:

I.- Mezclas asfálticas en caliente.

II.- Mezclas asfálticas en frío.



2.1.1.1.3.1.- CAPAS ESTRUCTURALES.

- En esta tesis analizaremos las mezclas asfálticas en caliente, debido a que son la que tienen mayor uso y son las utilizadas en el diseño de pavimentos asfálticos.

- **Mezclas Asfálticas en caliente**

- Es la combinación de cemento asfáltico (CA), áridos, aditivos, con la finalidad de que todas las partículas del árido terminen recubiertas por una película homogénea de cemento asfáltico.

- Esto sucede debido que se calienta el cemento asfáltico (CA) y los áridos.

- Esta puesta en obra es realizada con una temperatura superior a la del medio ambiente según el código de normas MINVU 2008.

- **Granulometría:**

- La granulometría de estos áridos está comprometida totalmente en los fijados de esta tabla:

- Bandas granulométricas para este tipo de mezcla asfáltica.



Granulometría	Denominación	Tamices [ASTM] % Que Pasa											
		1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº8	Nº16	Nº30	Nº50	Nº100	Nº200
Densa	IV - 10	-	-	-	100	80-100	55-75	35-50	-	18-29	13-23	10-16	4-10
	IV - 12	-	-	100	8-100	70-90	50-70	35-50	-	18-29	13-23	10-16	4-10
	IV - 20	-	100	80-100	-	60-80	48-65	35-50	-	19-30	13-23	7-15	0-8
Semidensa	IV - A - 12	-	-	100	80-95	70-85	43-58	28-42	-	13-24	10-17	6-12	4-10
	IV - A - 20	-	100	80-95	65-80	57-73	40-55	28-42	-	13-24	10-17	6-12	4-10
Gruesa	III - 10	-	-	-	100	75-100	35-55	20-35	-	10-22	6-16	4-12	2-10
	III - 12a	-	-	100	75-100	60-85	35-55	20-35	-	10-22	6-16	4-12	2-10
	III - 12b	-	-	100	75-100	60-85	30-50	20-35	-	5-20	3-12	2-10	0-4
	III - 20	-	100	75-100	-	45-70	30-50	20-35	-	5-20	3-12	2-10	0-4
Abierta	II - 5	-	-	-	-	100	40-85	5-20	-	-	-	-	0-4
	II - 10	-	-	-	100	70-100	20-40	5-20	-	-	-	-	0-4
	II - 12	-	-	100	70-100	45-75	20-40	5-20	-	-	-	-	0-4
	II - 20	-	100	70-100	-	35-60	15-35	5-20	-	-	-	-	0-4
	II - 25	100	70-100	50-80	-	25-50	10-30	5-20	-	-	-	-	0-4
Fina	V - 10	-	-	-	100	85-100	65-80	50-65	37-52	25-40	18-30	5-20	3-10
	V - 12	-	-	100	85-100	-	65-80	50-65	37-52	25-40	18-30	5-20	3-10

- **Asfalto:**
 - Para la preparación de una mezcla asfáltica en caliente los asfaltos deberán ser cementos asfálticos del tipo CA 24 ó CA 14 esto dependerá principalmente de la zona y el clima en que se desarrolle el proyecto.
 - Se emplearán cementos asfálticos los cuales serán modificados con polímeros tipo CA 60-80 ó CA 80-100, esto será posible si es que el proyecto lo especifica.
- Como requisitos para las mezclas asfálticas en caliente, serán las indicadas en la siguiente tabla:
 - Requisitos para las mezclas asfálticas en caliente. (MC-V5, MOP 2014).

Tipo de Mezcla Asfáltica	Estabilidad [N]	Fluencia [0,25 mm]		Huecos en la Mezcla [%]	
	Min.	Min.	Max.	Min.	Max.
Rodadura	9000	8	16	4	6
Intermedia	8000	8	16	3	8
Base Gruesa	6000	8	16	5	10
Superficie Fina	4000	8	16	3	8

- Bajo estos criterios no se permitirán las puestas en obra de las mezclas



asfálticas en caliente según el código de normas MINVU 2008.

- La temperatura ambiente en sombra sea menor a 5°C, este valor límite se podrá aumentar a 10°C solo si el espesor de la capa que se extenderá sea de 4 cm.
- Al producir precipitaciones atmosféricas o se encuentre hielo en la superficie.

2.1.1.1.3.1.- CAPAS ESTRUCTURALES.

- Para un diseño geométrico y estructural correcto de un pavimento es prioritario clasificar las vías urbanas, para saber correctamente las características que poseen y lograr un eficiente diseño de los elementos de un pavimento urbano.
- **Las vías urbanas se pueden clasificar a través del código de normas MINVU 2008 estas son:**
 - **Vía Expresa:** Tiene como función principal poner las conexiones intercomunales entre las diferentes áreas urbanas que están a nivel regional, permite desplazamientos a grandes distancias con una continuidad funcional mayor a 8 km.
 - Tiene una velocidad de diseño que oscila en los 80-100 Km/hrs y tiene un flujo vehicular mayor a 4000 Veh/Hrs, esto tomara como consideración ambos sentidos.
 - El flujo corresponderá a los vehículos y contará con la presencia de la locomoción colectiva y los vehículos de carga.
 - Como finalidad la distancia entre líneas oficiales y el ancho mínimo de sus calzadas no deberá ser menor a los 50 M y 21 M. No se contempla la presencia de ciclovías.
 - **Vía Colectora:** Tiene como función proporcionar un corredor de distribución entre la resistencia, centros de empleo y servicios.



- También tiene la función de repartidora y captora de la trama vial del nivel inferior.
- Funciona con una continuidad de 3 Km y con una velocidad de diseño que oscila entre los 40-50 Km/Hr.
- El flujo vehicular será mayor a los 1500 Veh/Hr, donde se considerarán ambos sentidos debido a que su flujo es mayormente de automóviles y se prohibirá en su calzada el estacionamiento de cualquier vehículo.
- Para las distancias de las líneas oficiales y su ancho mínimo de sus calzadas no podrán ser inferiores a los 30 M y 14 M Correspondientes. Se podrá contemplar una ciclovía.
- **Vía de Servicio:** Es la vía central de centros y subcentros urbanos que tendrá la función de permitir accesos a los servicios y comercios que se emplazan en sus márgenes.
- Tiene como función una continuidad mayor a un 1 Km y su velocidad de diseño está en los 30-40 Km/Hrs.
- Poseen un flujo vehicular aproximado de 600 Km/Hr. En el total de su calzada, mayormente de locomoción colectiva.
- La separación que están entre los paraderos de locomoción colectiva será mayor a los 300 M y permitirá en su calzada estacionamientos de los vehículos.
- Esta distancia será ente las líneas oficiales y ancho mínimo de sus calzadas. Esto será para uno y como doble sentido de tránsito, que no deberá ser inferior a 15 M y 17 M correspondientes. Es posible la presencia de una ciclovía.
- **Vía Local:** Establece las relaciones entre las vías troncales, colectoras, servicios y las de acceso de viviendas.



- Esta echa para los desplazamientos acorta distancias.
- No tendrá continuidad para los servicios de transportes y tendrá un diseño para una velocidad de 20-30 Km/Hrs.
- Tendrá un flujo de automóviles, vehículos con tracción animal y humana (Comúnmente locomoción colectiva).
- Posee un flujo vehicular con capacidad media o baja el cual permitirá en su calzada el estacionamiento de vehículos.
- Su distancia entre las líneas oficiales no será menor a los 11 M y tendrá un ancho mínimo de calzada inferior a los 6,5 M, que tratará de un solo sentido de tránsito menor a 7 M si posee doble sentido de tránsito. No será permisible la presencia de ciclovía.
- **Pasajes:** Estos estarán designados para la circulación de peatones y también para la circulación de vehículos.
- Tendrán una distancia entre líneas oficiales de 8 M como mínimo, presentara una franja pavimentada no menor a los 3,5 M y tendrán antejardines con un mínimo de 2 M de ancho.



2.1.1.3.- MÉTODOS DE DISEÑO.

2.1.1.3.1.- MÉTODO AASHTO.

- Este método de diseño estará en las ecuaciones de regresión derivadas de ensayos empíricos, que desarrollarán AASHTO Road Test.
 - Tendrá como finalidad disminuir el riesgo de deterioro prematuro bajo los ciertos niveles de servicio aceptados, esto incluirá un factor de confianza es este diseño por la dirección de vialidad Gauss S.A.
- Ecuación de diseño

$$\begin{aligned} \log_{10}(EE) = & Z_r \times S_0 + 9,36 \times \log_{10}(NE / 2,54 + 1) - 0,2 + \frac{\left(\frac{p_0 - p_t}{2,7}\right)}{0,4 + \frac{1094}{(NE/2,54 + 1)^{5,19}}} \\ & + 2,32 \times \log_{10}(M_r / 0,0069) - 8,07 \end{aligned}$$

- Datos:



- EE = Numero de aplicaciones de los ejes equivalentes de 80KN admisibles.
- Zr = Desviación normal standard.
- S0 = Error standard combinación de las predicciones de tránsito y su comportamiento.
- P0 = Índice de la serviacibilidad del diseño inicial.
- Pt = Índice de la serviacibilidad del diseño final.
- Mr = Modulo resiliente (MPa).
- NE = Número estructural, indica el espesor total requerido del pavimento.
- $NE = A1D1 + A2D2M2 + A3D3M3$.

- Donde:

- Ai = Coeficiente estructural de la iesima capa.
- Di = Espesor de la iesima capa (Cm).
- Mi = Coeficiente de drenaje de la iesima capa.

2.1.1.3.1.1.- CRITERIOS DE DISEÑO.

- **Módulo Resiliente.**
 - Este corresponderá al parámetro que será utilizado para representar las propiedades de los suelos en la subrasante del diseño de pavimentos asfálticos, esto será según el método de AASHTO.
 - Este se determinará mediante ensayo triaxial cíclico sobre la probeta sometida a la carga de duración que será definida.
 - Es complicado desarrollar ese ensayo, ya que se opta por determinar el módulo resiliente indirectamente, correlacionando el ensayo CBR (MOP 2014).



- **Módulos Elásticos**

- Tienen distintos métodos de diseño, suponiendo que los módulos elásticos de las capas son crecientes de la subrasante hasta la superficie.
- Estos análisis teóricos como prácticos se han demostrado que el módulo elástico de una capa no tratada no será independiente de la capa subyacente, esta hará que no dependa de la propiedad del material de esta capa (MOP 2014).
- Los principales factores que intervienen en el módulo elástico son: El módulo elástico de la capa subyacente, propiedades del suelo que conforman la capa, el espesor y el grado de confinamiento.

2.1.1.3.1.2.- PARÁMETROS DE ENTRADAS DE DISEÑO.

- **Transito.**

- En los diferentes tipos de via, hay una circulación grande de vehículos con dimensiones, pesos y ruedas diferentes; las cuales transmiten cargas muy diferentes y son distribuidas de formas no uniformes a la superficie pavimentada.
- Estos métodos de diseños conforman las variables, esto debido a que las cargas existentes en el pavimento sometido por el transito corresponde al factor principal que establecen las dimensiones y características que deberá tener un pavimento que soportará correctamente estas solicitudes en el periodo determinado (MOP 2014).

- **Factor de ejes equivalentes.**



- La AASHTO Road Test Tiene desarrollado un procedimiento que transforma los distintos tipos y pesos de los ejes que circularan por un camino a un eje patrón único existente.
- El factor de los ejes equivalentes corresponde al valor numérico expresado entre la perdida de servicio echa por la carga de un eje, por la originada por un eje standard, ya con el pavimento entregado (Manual de carreteras Vol N°3 2014).

Factor EEX = Números de eje de 80KN que causan determinada perdida de servicio
 Numero de eje de X pesos (KN) que causan la misma perdida de servicio

- **Tránsito medio diario anual (TMDA).**
 - Corresponde al indicador que define el total de vehículos que circulan en promedio de un año.
 - Para el diseño de pavimentos es de prioridad saber el tránsito de camiones y buses. El cual obtendremos a l restar el transito liviano al TMDA (MOP 2014).
- **Servicio**
 - Se definirá la capacidad de un pavimento para servir a usuarios del camino, que se medirá a través del Índice de servicio (Pt) a escala de 0 a 5.
 - Esta ecuación de diseño establece el estado inicial del pavimento (Pi), que dependerá de las posibilidades tecnológicas disponibles para construirlos y con el nivel de deterioro considerado para poder transitar (Pt) (Dirección de vialidad Gauss S.A.).
- **Se establece en el volumen 3 del manual de carreteras:**
 - Índice de servicio (MC V3, MOP 2014).



Índice de servicio Inicial (Pi)	4,2
Índice de servicio Final (Pf)	2,0

- **Confiabilidad R.**
 - Está representada por la probabilidad de que el pavimento pueda sobrevivir al periodo del diseño con el nivel de servicio que sea mayor o igual al nivel de servicio final.
 - Una selección de confiabilidad adecuada dependerá del nivel proyectado en el uso y sus consecuencias en la construcción inicial de pavimentos (Dirección de vialidad Gauss S.A.).
 - Confiabilidad (Dirección de vialidad Gauss S.A).



Confiabilidad (R%)	Desviación normal Standard Zr
50	-0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,851
85	-1,037
90	-1,282
95	-1,645
99	-3,090

- **Error standard combinado.**
- **Corresponde a las predicciones de tránsito y comportamientos, So, se indicará en la tabla a continuación:**
- **Error standard combinado (Dirección de vialidad Gauss S.A.).**

Pavimento	Error Standard combinado So	
	Rango	Recomendado
Rígido	0,30 – 0,40	0,35
Flexible	0,40 – 0,50	0,45

- **Coefficiente de drenaje.**
- En los pavimentos flexibles, el drenaje es el factor modificador (mi) en coeficientes estructurales de la capa (ai) el cual ha sido integrado en la ecuación del diseño.
- En la AASHTO, correspondiente a la calidad que tiene el drenaje estará en la función del tiempo que demorará la capa saturada (La base y la Sub-Base). En poder evacuar el 50% de agua.



- Sabiendo lo anterior, la calidad del drenaje tendrá como dependencia los siguientes factores: La permeabilidad de la base, la permeabilidad de la subrasante, la existencia o no existencia del sistema de drenaje y la distancia que se encontrará en los puntos de evaluación (Dirección de Vialidad Gauss S.A.).
- Calidad de drenaje en la base y subbase (Dirección de Vialidad Gauss S.A.)

Calidad del Drenaje	Tiempo de Evacuación
Excelente	2 h
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy Malo	No drena

- Coeficiente de Drenaje (Código de Normas Minvu 2008)

mi	Casos
1,0	Zonas 1 y 2
0,9 – 0,8	En casos especiales de cualquier zona, como suelos muy finos y presencia de napa en la zona de influencia de transmisión de cargas (0 a 1 (M)). Zona 3

- **Coeficientes Estructurales.**

- Para poder convertir el numero estructural del pavimento en espesores reales de capas, se empleará coeficientes estructurales.
- En cuanto a la guía de diseño AASHTO, recomienda la determinación del



coeficiente estructural de la capa en base al módulo resiliente (MOP 2014).

- Respecto a los coeficientes estructurales de bases y subbases granulares no tratadas se podrán estimar a partir en las siguientes correlaciones con el CBR (MOP 2014):

- Coeficiente estructural de bases granulares (a_2):

$$a_2 = 0,032 \text{ CBR}^{0,32}$$

- Coeficiente estructural de sub bases granulares (a_3):

$$a_3 = 0,058 \text{ CBR}^{0,19}$$

- Para las condiciones normales del diseño, se recomienda adoptar los coeficientes estructurales, los cuales se indicarán en la tabla.
- Coeficientes Estructurales para las capas de pavimentos (Dirección de Vialidad Gauss S.A).

CAPA	CARACTERÍSTICAS	COEFICIENTE ESTRUCTURAL
Sub base granular	CBR = 40%	0,12
Base granular	CBR = 80%	0,13
Base asfáltica graduación gruesa	6000 N	0,33
Base asfáltica graduación abierta		0,28
Grava-emulsión		0,30
Concreto asfáltico, capa intermedia	8000 N	0,41
Concreto asfáltico de superficie	9000 N	0,43
Mezclas drenantes		0,32
Micro aglomerado discontinuo en caliente		0,40
Mezcla SMA (Stone Mastic Asphalt)		0,43



- Verificación por Capas.

- Con la finalidad de determinar espesores de las capas de la estructura de pavimento, será necesario realizar la siguiente verificación:

$$e_{asf} \geq NE_1 / a_{asf}$$

$$e_{base} \geq (NE_2 - e_{asf} * a_{asf}) / a_{base}$$

$$e_{subbase} \geq (NE_3 - e_{base} * a_{base} - e_{asf} * a_{asf}) / a_{subbase}$$

- Donde:

I.- NE3: Número estructural calculado a partir del módulo resiliente de la Subrasante.

II.- NE2: Número estructural calculado a partir del módulo resiliente de la Subbase.

III.- NE1: Número estructural calculado a partir del módulo resiliente de la Base.

- La siguiente tabla mostrara los espesores mínimos que se deben tener en las distintas capas de la estructura del pavimento:
- Espesores mínimos (MC-V3 2014).

CAPA (*)	Espesor (mm)
Cada capa asfáltica individual, mín	50 (**)
Capa granular no tratada, mín	150

- (*) Las capas de rodadura de mezclas especiales (Drenantes, microaglomerados y SMA) no tendrán ninguna restricción en el espesor mínimo.
- (**) Para las capas con mezclas convencionales, dependiendo del clima y condiciones de la zona, el espesor podrá ser 10 mm menor al indicado en la Tabla.



2.1.1.3.2.- MÉTODO DISPAV - 5.

- El método de Dispav – 5 es un software que permite diseñar pavimentos de altas especificaciones al igual que los pavimentos normales.
- Su fundamento es teórico-Experimental, cuyo objetivo es emplear los conceptos y métodos de cálculo mecanicistas.
- **Los postulados básicos del método de diseño se confirmaron tras una larga investigación. Los postulados son los siguientes (Corro et al, 1999):**
- El diseño está basado en un planeamiento mecanicista para ambas formas principales de la falla de los pavimentos, este será un modelo rígido plástico y los criterios de capacidad de carga de Terzaghi, así se podrá estimar la deformación permanente a largo plazo de las capas de pavimento no tratadas con ligantes; el modelo elástico para determinar el comportamiento del camino estará basado en la falla de agrietamiento a fatiga de las capas ligadas con asfalto.
- Se desarrollará un enfoque probabilista para estimar los niveles de confianza apropiados, al igual que el cálculo analístico de los factores de daño por camión.
- El modelo tendrá por consideración la carga total, el tipo de eje, presión de llanta y profundidad en la cual se estimará el factor de daño relativo.
- Como finalidad, caracterizará los materiales del camino considerando su comportamiento real al largo plazo.
- El método actualizado incluirá modelos de deterioro para estimar deformaciones permanentes del pavimento en la falla y modelos para determinar el comportamiento por fatiga de las mezclas asfálticas, basados en la investigación realizada en el instituto.



- El desarrollo del método de diseño es el resultado de un extenso experimento realizado a escala natural, tanto en terreno como en laboratorio, y de estudios analíticos
- **Dispav – 5, permite elegir entre dos procedimientos de cálculo (Corro et al 1999).**

I.- Diseño de pavimento flexible: A partir del tránsito del proyecto concluido y las propiedades mecánicas de los materiales conocidos.

- Con esto se determinarán los espesores de capa requeridos para el tránsito proyectado.

II.- Determinación de la vida predecible por efecto de la deformación permanente y agrieta dura debido a la fatiga.

- **Diferenciaremos cuatro etapas en el proceso del diseño estructural por medio del método Dispav – 5:**

I.- Entrada de datos.

II.- Diseño por deformación.

III.- Revisión del diseño anterior para efectos de fatiga.

IV.- Si no se cumple con los criterios de la fatiga se podrá modificar el diseño.



2.1.1.3.2.1.- ENTRADA DE DATOS.

- El método de diseño Dispav – 5 Debe reconocer ciertos parámetros referentes del pavimento que se va a diseñar. Detallaremos estos parámetros, en orden pedido por el programa.

- **Tipo de carretera.**

- **Existen 2 tipos de diseño (Corro et al 1999):**

I.- Carreteras de altas especificaciones, tiene un alto nivel de servicio de la superficie de rodamiento en lo largo de toda la vida útil del pavimento.

- Se esperará conseguir al término de la vida del proyecto esté presente deformaciones del orden de 1,2 Cm, con agrietamientos ligeros o medios.

II.- Carreteras normales, en donde se esperará una deformación del orden de 2,5 Cm al término de su vida útil del proyecto, con agrietamientos medios y fuertes.

- Diferente de las carreteras de altas especificaciones requiere de mantenimientos rutinarios con mayor frecuencia.



- **Tránsito de proyecto.**

- **Se requieren de dos tránsitos de proyecto (Corro et al 1999):**

I.- Tránsito equivalente para diseño por fatiga de capas ligadas (Daño superficial).

II.- Tránsito equivalente para diseño por deformación permanente acumulada (Daño profundo).

- **Se dispone de 2 alternativas para ingresar el tránsito de proyecto en el software:**

- Si se conoce los tránsitos equivalentes, estos se pueden introducir directamente en el programa (Millones de ejes).
- Al no conocer los tránsitos equivalentes, el programa incluirá una subrutina con el cálculo de estos ejes equivalentes. Para esto se necesitará los siguientes datos:

I.- Tránsito diario promedio en el carril de proyecto (Número de vehículos).

II.- Tipos de vehículos %.

III.- Carga por eje.

IV.- Proporción de vehículos cargados y vacíos.

V.- Tasa de crecimiento anual de tránsito %.

VI.- Tiempo de diseño (años).

- **Capas Consideradas.**



- Dispav – 5 está desarrollado para el análisis máximo de 5 capas estructurales, las que puede ser (Corro et al 1990):

I.- Carpeta Asfáltica.

II.- Base granular, o estabilizado con asfalto.

III.- Subbase granular.

IV.- Subrasante.

V.- TERRACERÍA.

- Valores relativos de soporte críticos, VRSz
- El VRSz más bien conocido como “valores relativos de soporte crítico” se encarga de la capacidad de soporte del suelo CBR.
- Es conocida como la variable más importante del proyecto debido a que es representativo en las condiciones del camino.
- Este método establece los valores máximos y mínimos que se usaran, estos valores son:
- VRSz máximos para los niveles de tránsito (Corro et al 1999).

Capa	VRSmax
Base	120
Sub - base	30
Subrasante	20
Terracería	20

- VRSz mínimos para todos los niveles de tránsito (Corro et al 1999).

VRSz mínimos, para todos los niveles de tránsito



Material	VRSp mínimo permisible por proyecto, en por ciento
Base	70
Terracería	3

- Los valores máximos establecerán los valores razonables en los espesores de las capas, en cuanto a los valores mínimos se encargarán de limitar la calidad mínima de la base y terracería.
- **Módulos elásticos de las capas no estabilizadas**
 - Son necesarios para desarrollar el diseño por fatiga, porque se necesitan para encontrar las deformaciones unitarias críticas de tensión en la parte inferior de la carpeta.
 - Al no tener conocimiento de estos valores, el método los estimara en la ecuación siguiente (Corro et al 1999):

$$E = 130VRSz^{0,7}$$

- **Módulo de rigidez de la carpeta.**
 - El módulo de rigidez o también conocido como módulo dinámico (Kg/Cm2) de la carpeta asfáltica a utilizar es necesario saberlo para este método.
 - El valor debe representarse y elegirse con delicadeza porque caracteriza el comportamiento de la carpeta asfáltica en las condiciones de servicio en la vida útil del proyecto.
 - Al no saber este valor, tendremos como opción el programa que incluye una subrutina para lograr estimar el valor al comienzo de las características del



asfalto, temperatura, frecuencia de aplicación de carga y composición volumétrica.

- **Relaciones de Poisson.**

- Como sugerencia el método requerirá el conocimiento de todas las capas en la relación de poisson.
- Estos valores los suministrara el programa, en donde entregara los valores promedios para cada capa.
-

- **Nivel de confianza del proyecto.**

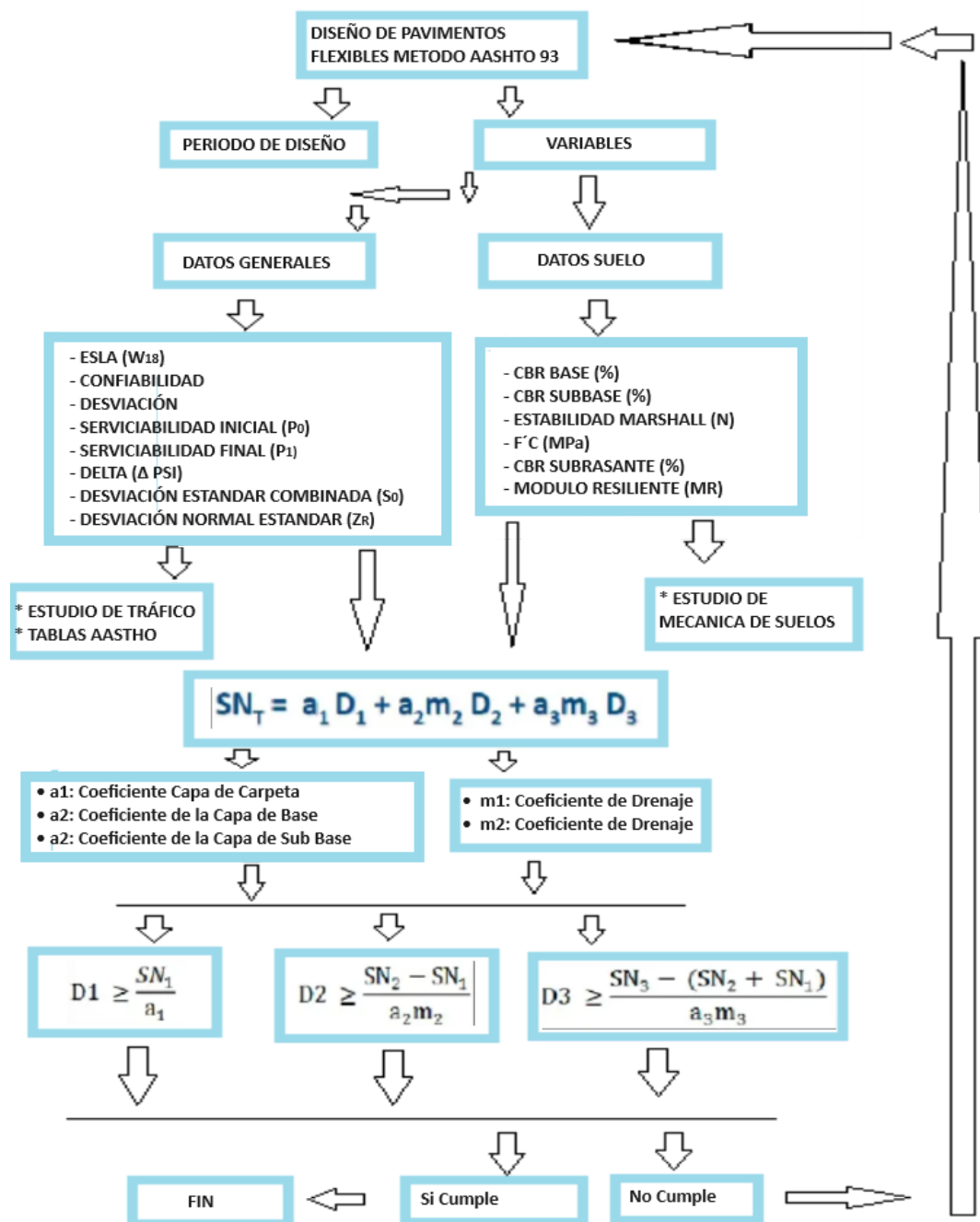
- Este método sugiere usar un nivel de confianza del %85, hay que considerar que el usuario puede modificar este valor para que se use en cualquiera como por ejemplo 50–99% (Corro et al 1999).



2.1.1.- DIAGRAMA DE BLOQUES.

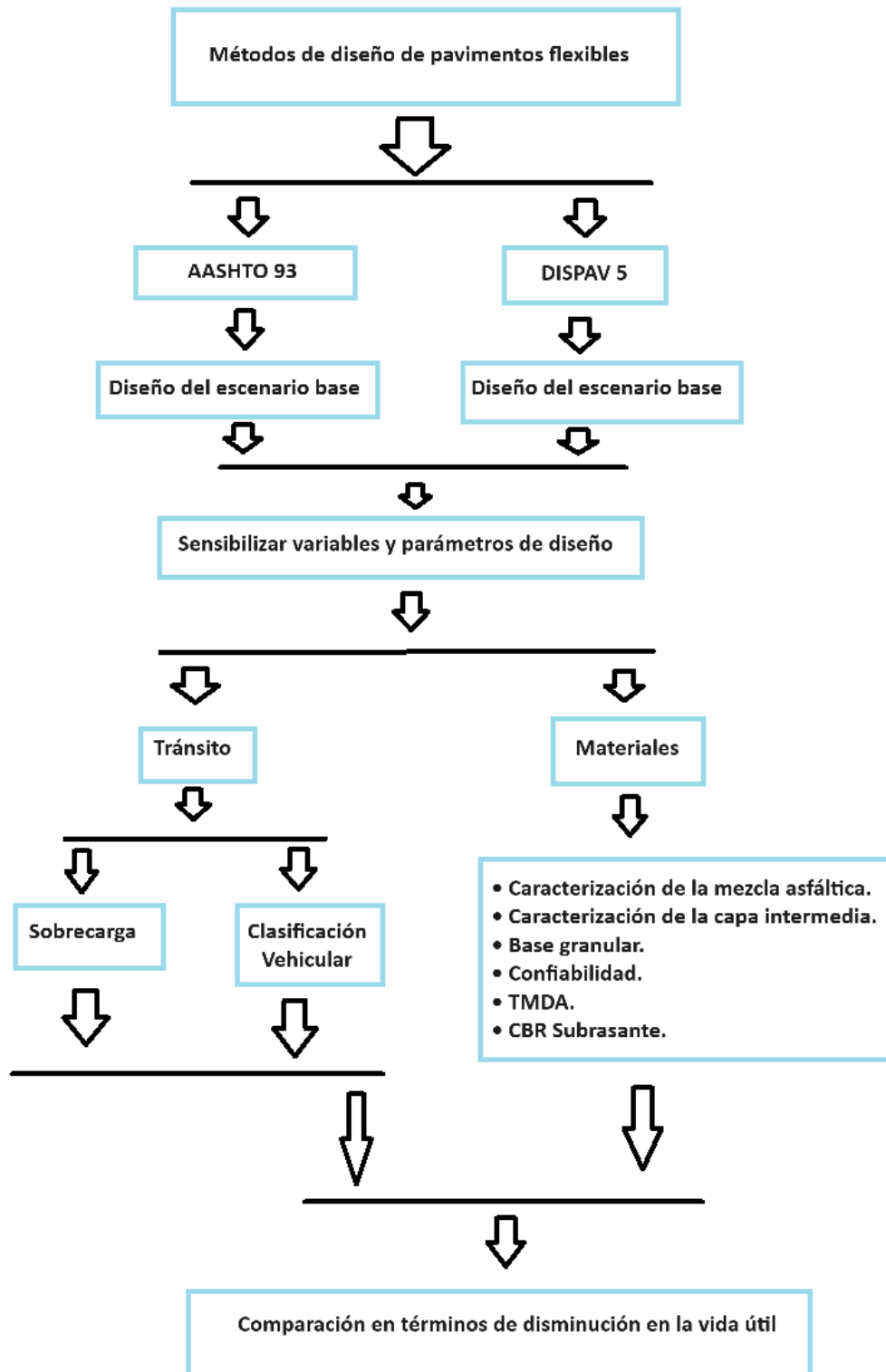
- Diagrama de flujo de diseño de pavimentos flexibles.
- METODO AASHTO 93.





2.1.1.- DIAGRAMA DE FLUJOS (FLOR SHETT).

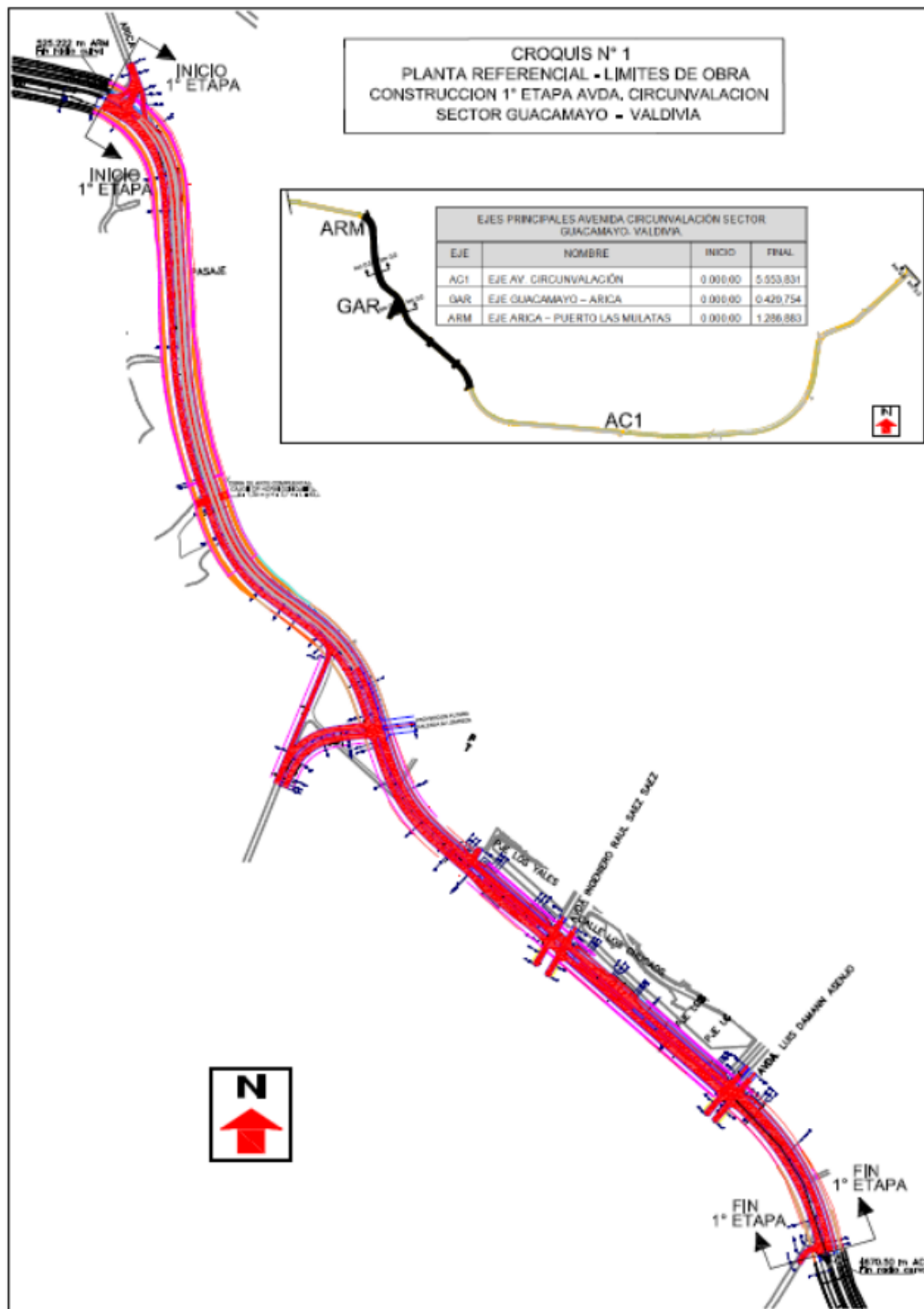




2.1.4.- DIAGRAMA DE LEY OUT.

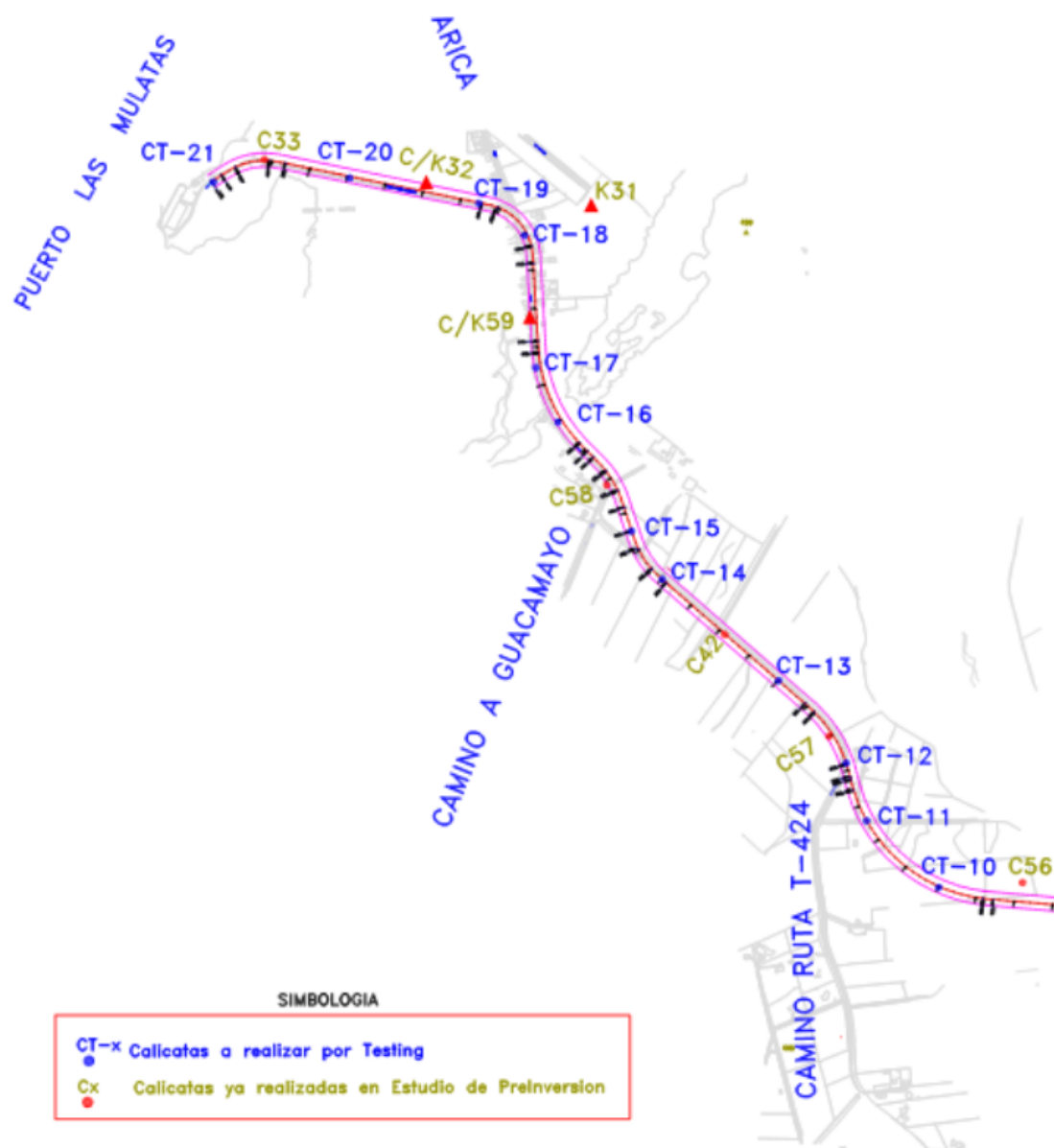


- Límites de la primera Etapa del Proyecto:



Croquis Ubicación Límites de Obra (SERVIU)

- Plano de ubicación de calicatas.



2.1.5.- BALANCE DE MASAS Y ENERGÍA.

2.1.5.1.- DISPAV - 5.

- En esta etapa se procederá al diseño de pavimento usando el método Dispav – 5.
- Se necesitará los parámetros de entrada para lograr la realización del diseño.
- Se utilizarán los siguientes datos del diseño:

2.1.5.1.1.- CARACTERIZACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR.

- Para poder lograr el diseño del pavimento asfáltico se necesitará conocer el tránsito que se someterá al camino.
- El flujo vehicular de la zona se caracterizará mediante un conteo de vehículos livianos y pesados que transitan por el sector.
- Para el conteo vehicular se programará durante 3 días diferentes, de 1 hora diaria.
- Para la identificación de vehículos se procederá a usar una norma mexicana (1995).
- Los tipos y cantidades de vehículos que circularan por el sector observado, se verá en la tabla a continuación:



- Conteo de vehículos livianos y pesados en el sector.

Tipo Vehículo	DIA 1 [Veh/Hr]	DIA 1 [Veh/Hr]	DIA 1 [Veh/Hr]	PROMEDIO[Veh/Hr]
Automóviles (A1)	149	184	174	169
Buses (B2) (Urbanos e Interurbanos)	51	52	52	52
Camión Simple (C2)	10	11	7	9
Camión Doble Puente (C3)	7	5	11	8
Remolque (C2-R3)	Valor entregado por empresa Forestal Calle - Calle			

- En cuanto al tránsito medio diario del vehículo pesado tipo Remolque (C2 – R3), el valor será entregado por la empresa forestal “Forestal Rio Calle Calle”.
- El tránsito de vehículos de este tipo es bastante grande durante el año.
- Los datos entregados por la empresa, en las 3 plantas pertenecientes al sector (Guacamayo – Mulatas – Arica) respecto al flujo vehicular anual promedio de los 7 años transcurridos ha alcanzado a los 50.252 vehículos de tipo remolque (C2 – R3).
- Este valor entregado corresponde a los camiones de tipo remolque que llegaron a las plantas y a los que salen de ella.
- Es importante conocer el tránsito que circula en el carril de diseño, considerando que el valor entregado se encargara de componer el 50% del cálculo del tránsito medio diario.
- En la tabla que mostraremos a continuación podremos observar el tránsito medio diario en el carril de diseño para cada vehículo que circulara por este sector.



- TMD del sector.

Tránsito Medio Diario Carril de Diseño		
A1	1014	69%
B2	328	21%
C2	37	3%
C3	31	2%
C2 – R3*	69	5%
	1479	100%

Este calor fue calculado a partir de los datos que fueron entregados por Forestal Rio Calle Calle.

- Con los actuales datos podremos calcular los ejes equivalentes a los que estará sometido el pavimento en su vida útil.
- Estos cálculos Dispav – 5 los realizaremos en automático, solo con ingresar los valores anteriores.

2.1.5.1.2.- SUELO DE FUNDACIÓN.

- De acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto priginal indicaran las siguientes CBR que se emplearan en el diseño estructural del pavimento:

I.- Subrasante: CBR 13%.

II.- Subbase: CBR 40%.

III- Base: CBR 80%.



- En nuestra tesis adoptaremos los valores excepto los del CBR de la subrasante, debido al método Dispav – 5 establecerá un CBR mínimo de la subrasante de 15%, por lo que este valor será el que se utilizará.
- Para tener más información al respecto a la mecánica de suelos, revisaremos el aparato final de anexos donde este se encuentra con más detalles de las características del suelo de fundación.

2.1.5.1.3.- MÓDULO DE RIGIDEZ DE LA CARPETA DE ASFALTO.

- Para una correcta caracterización en el módulo de rigidez de la carpeta de asfalto, lo primero que haremos será definir algunos elementos propios de una carpeta de asfalto al igual que el tipo de árido y asfalto que se empleará en la construcción de la carpeta asfáltica.
- Lo primero que se definirá es el tipo de árido que ocuparemos, en el cual propondremos para este proyecto las bandas granulométricas siguientes:
- Banda granulométrica que emplearemos.

	Banda Granulométrica
Rodadura	IV – A - 12
Intermedia	III 20

- En las especificaciones técnicas se indican que el proyecto original se debe utilizar las siguientes bandas granulométricas:

I.- Capas 1 y 2: Bandas IV – 10 o IV – 12.

II.- Capa 3: Bandas V–20.

- No se optarán por estas bandas de áridos debido a que sus características (banda densa) no nos otorgara las propiedades que se requieren para una carpeta de asfalto la cual estará sometida a un alto tráfico de vehículos



pesados.

- La carpeta de asfalto deberá ser apta para soportar las cargas extremas por el alto tráfico para evitar posibles deformaciones plásticas (ahuellamientos) en la carpeta asfáltica, las bandas granulométricas densas presentan problemas pues son más sensibles al ahuellamiento.
- Las mejor adoptadas en este sentido y más utilizadas en los proyectos de pavimentación en asfalto son las bandas IV – A – 12 para la carpeta de rodadura y III 20 para carpeta intermedia, sabiendo que estas son las que se utilizan para el cálculo del módulo de rigidez de la carpeta de asfalto.
- Ahora será necesario poder establecer el tipo de asfalto que se utilizará.
- En este presente proyecto se empleará un cemento asfáltico modificado con polímeros 60 – 80, este deberá cumplir las siguientes características mínimas:
- Características mínimas cemento asfáltico modificado con polímeros 60 – 80

ENSAYO	ESPECIFICACIONES	
	CA 60 - 80	CA 60 - 80
Penetración, 25°C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	60 - 80	60 - 80
Punto de Ablandamiento, °C	Min. 60	Min. 60
Ductilidad, 25°C, 5 Cm/Min, Cm	Min. 80	Min. 80
Ductilidad, 5°C, 5 Cm/Min, Cm	Min. 50	Min. 50
Recuperación Elástica, 13°C, 20 Cm, 1H, %	Min. 50	Min. 50
Índice de Penetración	Min. +2	Min. +2
Punto de Quiebre Fraass, °C	Máx. - 17	Máx. - 17
Punto de Inflamación, °C	Min. 235	Min. 235

- Conociendo el tipo de árido y asfaltos empleados en la fabricación de la mezcla asfáltica, empezaremos a proceder con la estimación del módulo de rigidez de la carpeta asfáltica en el cual se utilizó el software BANDS 2.0 de Shell para el cálculo teórico de este parámetro.



- BANDS 2.0 Requerirá de los datos para el cálculo del módulo de la carpeta, los datos que se utilizaron son lo que mostraremos a continuación:
- Datos para el cálculo del módulo de rigidez de la carpeta asfáltica.

	Rodadura IV – A - 12	Intermedia III 20
Volumen Agregado Mineral %	83,1	85,8
Volumen de Asfalto %	11,4	8,1
Volumen de Vacíos %	5,5	6,1
Temperatura de Operación °C	11,7	11,7
Punto de Ablandamiento (°C)*	68,4	68,4
Penetración a 25 °C (0,1 mm) *	66	66
Módulo de Elasticidad Mpa **	2490	3680

- Valores Típicos para Cemento Asfáltico Modificado 60 – 80.
 - Valores obtenidos teóricamente con BANDS 2.0.
- Los datos que se lograron obtener fueron gracias a los trabajos experimentales desarrollados por los autores del proyecto, para el diseño más eficiente será necesario poder realizar un trabajo en el laboratorio para obtener los diferentes parámetros.
 - Este aspecto se considera delicado debido a que el método del diseño se recomendara tener bastante cuidado en las elecciones de parámetros que emplearán para el cálculo del módulo de rigidez de la carpeta de asfalto.



2.1.5.1.4.- NIVEL DE CONFIANZA.

- Las características de la Avenida Circunvalación Sector Guacamayo (doble calzada, distancia de líneas oficiales, flujo vehicular, etc.) Podremos clasificarlos como una Vía Troncal, por ende, el nivel de confianza del proyecto se utilizará con un 75%, el más adecuado para esta vía.

2.1.5.1.5.- DISEÑO ESTRUCTURAL.

- Mostraremos los resultados del diseño estructural del pavimento que veremos por Dispav – 5.
- Se vera el tránsito de diseño calculado por el programa y los espesores finales de las diferentes capas del pavimento que se empleó.



El programa permite :

1. Diseñar de acuerdo con los lineamientos fijados.
2. Revisar diseños específicos que proponga el proyectista

Introduzca su opción, anotando el número y presionando intro: 1_

Diseño em Dispav – 5, Ingreso de datos.

- A continuación, se indicará el tipo de camino que se deseara diseñar, si el camino es de altas especificaciones donde sus deformaciones en la carpeta de rodada serán del orden 1,2 Cm; o caminos normales.

- Como opción elegida corresponde al camino de altas especificaciones debido a que es el que otorgara la mayor calidad.



El programa tiene dos opciones de diseño, según el tipo de camino.

1. Caminos de altas especificaciones, en los que se desea conservar un nivel de servicio alto al final de la vida de proyecto (1.2 cm de deformación en la rodada y agrietamiento ligero a medio).
2. Caminos normales en los que se permiten deformaciones del orden de 2.5 cm en la rodada y agrietamiento medio a fuerte, al final de la vida de proyecto.

Introduzca el número correspondiente al tipo de camino : 1_

Diseño en Dispav – 5, Solicitud de Tránsito de Diseño.

- Se ingresará el tránsito de proyecto, el cual debe ser ingresado directamente o bien calcularlo al comienzo del tránsito medio diario anual anteriormente echo

Se requiere conocer el tránsito en el carril de proyecto en millones de ejes estándar (ejes sencillos de 8.2 toneladas).

Tiene dos opciones :

1. Si conoce el tránsito de proyecto, introducirlo directamente.
2. Calcularlo a partir del tránsito mezclado.

Introduzca el número correspondiente a su elección : 2_

Diseño en Dispav – 5, Solicitud de Tránsito de diseño.

- Para un correcto cálculo de tránsito de diseño el software requerirá la indicación del tránsito medio diario anual, la tasa de crecimiento y la vida útil del proyecto.



Editar con WPS Office

- Estos datos se podrán determinar con lo anterior y se ingresara al software como se ve en la imagen.

```

Introduzca los siguientes datos :

TDPÁ en el carril de proyecto (en vehículos) : 1479

Tasa de crecimiento anual del tránsito (en %) : 4

Periodo de proyecto, en años : 20_

```

Diseño en Dispav – 5, Datos para Calculo del Tránsito de Diseño

- Sera deberá indicar el porcentaje de cada tipo de vehículo que circulará por el camino que se estará diseñando.

```

Se requiere conocer la composición del tránsito,
introduzca el porcentaje de cada tipo de vehículo.

Automovil          A : 69.0
Autobús            B2 : 21.0
                   B3 :
                   B4 :
Camión unitario     C2 : 3.0
                   C3 : 2.0
Camión remolque     C2-R2 :
                   C3-R2 :
                   C3-R3 : 5.0
                   C2-R3 : _

Tractocamión articulado
                   T2-S1 :
                   T2-S2 :
                   T3-S2 :
                   T3-S3 :

Tractocamión doblemente articulado
                   T2-S1-R2 :
                   T3-S1-R2 :
                   T3-S2-R2 :
                   T3-S2-R3 :
                   T3-S2-R4 :
                   T3-S3-S2 :

```

Diseño en Dspav – 5, Composición del Tránsito Porcentual.



- El software nos entregó el tránsito del proyecto para fatigar en la carpeta de asfalto y para la deformación en las capas granulares.

```
El tránsito de proyecto, en millones de ejes estándar, es :  
(a) Por fatiga en las capas estabilizadas :      18.5  
(b) Por deformación en capas no estabilizadas :  30.7  
  
¿Quiere imprimir los resultados (s/n)? _
```

Diseño en Dispav – 5. Resultado Cálculo Tránsito de Diseño.

- El Dispav – 5 Solicitará el ingreso del número de capas que habrá en el pavimento, el VRSz o CBR, los módulos de elasticidad y las capas de asfalto al igual que las capas granulares, el módulo de poisson y el nivel de confianza del proyecto.
- Hay que notar que el CBR ingresado para la subrasante es de 15% teniendo un porcentaje mayor al CBR de diseño el cual sería de 13%, esto es así debido a que el Dispav – 5 limitara el valor de CBR de la subrasante cumpla con lo mínimo establecido por Dispav – 5 de 15%.



- Para los sectores necesarios, deberán realizar el mejoramiento del suelo que incluya, el relleno en capas no mayores a 30 Cm y compactación debida, para alcanzar el CBR esperado.

DATOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO						
Camino de altas especificaciones. Nivel de confianza en el diseño : 75 %						
Capa	H	URS _z	E	U	Vida previsible	
	cm	%	kg/cm ²		Def	Fatiga
Carpeta	7.0		21900	0.35		> 150
Base asfáltica	10.0		36800	0.35		29.0
Base granular	26.0	80.0	2793	0.35	> 150	
Subrasante	60.0	15.0	865	0.45	31.8	
Terracería	Semi-inf	10.0	652	0.45	> 150	
		Vida previsible		Tránsito proyecto		
Deformación		31.8		30.7		
Fatiga		29.0		18.5		
La vida previsible es cercana o mayor que la vida de proyecto el diseño parece adecuado. La tolerancia es +/- 10% del tránsito de proyecto crítico.						
¿Quiere explorar otras alternativas? (s/n) _						

Diseño en Dispav – 5, Resultados.

- En resumen, los resultados del diseño estructural serán los que se mostrarán a continuación:
- Resultados Dispav – 5.

Capa Rodadura	7
Capa Intermedia	10
Base	26
Total (Cm)	43



2.1.5.1.5.- DISEÑO ESTRUCTURAL.

- En la actual etapa se desarrollará el diseño de la estructura del pavimento donde se usará el método de diseño AASHTO 93 con verificación por capas, en el que necesitaremos conocer los parámetros de entrada que se definirán.

2.1.5.2.1.- TRÁNSITO DE DISEÑO.

2.1.5.2.1.1.- CARACTERIZACIÓN DEL FLUJO VEHICULAR:

- Se procedió hacer uso del sistema de clasificación de vehículos pesados establecidos por la norma mexicana (1995).
- El procedimiento que se utilizó corresponde al mismo usado para el diseño en el Dispav - 5.
- Los resultados del flujo vehicular son los siguientes:
- Composición del tránsito.

Tránsito	TMD	%
Camión Doble Puente (C3)	31	2%
Remolque (C2 – R3)	69	5%
Buses (B2)	328	21%
Camión Simple (C2)	37	3%
Automóviles (A1)	1014	69%



2.1.5.2.1.2.- FACTOR EJES EQUIVALENTES.

- Aquí se optó por la utilización de los factores de ejes equivalentes que emplea el método de Dispav – 5 para lograr de esta manera la realización de comparación coherente entre ambos métodos de diseño.
- **Los factores de ejes equivalentes que usaran para cada tipo de vehículo pesado son:**
- **Factores Ejes Equivalentes.**

Tipo Camión	FEE
Camión Doble Puente (C2)	3,92
Remolque (C2 – R3)	7,41
Buses (B2) (Urbano e Interurbano)	2,73
Camión Simple (C1)	2,73



2.1.5.2.1.3.- CÁLCULO EJES EQUIVALENTES.

- Para calcular los ejes equivalentes se consideró los siguientes parámetros:

I.- Periodo de vida: 20 años.

II.- Tasa de crecimiento: 4%.

III.- Factor de pista: 1.

- Cálculo de Ejes Equivalentes.



Año	Camión Simple	Camión Doble Puente	Remolque	Buses	Total TMDA	EE	EE Acumulado
2015	13505	11315	25185	119720	169725	594680	594680
2016	14045	11768	26192	124509	176514	618467	1213147
2017	14607	12238	27240	129489	183575	643206	1856353
2018	15191	12728	28330	134669	190918	668934	2525287
2019	15799	13237	29463	140055	198554	695691	3220978
2020	16431	13766	30641	145658	206496	723519	3944497
2021	17088	14317	31867	151484	214756	752460	4696957
2022	17772	14890	33142	157543	223347	782558	5479515
2023	18483	15485	34467	163845	232280	813861	6293376
2024	19222	16105	35846	170399	241572	846415	7139791
2025	19991	17419	37280	177215	251234	880272	8020062
2026	20790	18116	38771	184303	261284	915482	8935544
2027	21622	18840	40322	191676	271735	952102	9887646
2028	22487	19594	41935	199343	282605	990186	10877832
2029	23386	19594	43612	207316	293909	1029793	11907625
2030	24322	20370	45357	215609	305665	1070985	12978610
2031	25295	21193	47171	224233	317892	1113824	14092434
2032	26306	22040	49058	233203	330607	1158377	15250812
2033	27359	22922	51020	242531	343832	1204712	15250812
2034	28453	23839	53061	252232	357585	1252901	17708425
						TOTAL EE	17.708.425

2.1.5.2.2.- SUELO DE FUNDACIÓN.

- Las especificaciones técnicas del proyecto original indicaran los CBR que se emplearan en el diseño estructural del pavimento:

I.- Subrasante: CBR 13%.

II.- Subbase: CBR 40%.

III.- Base: CBR 80%.

- El diseño a través AASHTO 93 con verificación por capas se adoptarán estos valores.



2.1.5.2.3.- NIVEL DE CONFIANZA.

- Considerando las características de la Avenida Circunvalación Sector Guacamayo (doble calzada, distancia entre líneas oficiales, flujo vehicular, etc.) lograremos clasificar como Vía Troncal, por eso el proyecto recomendado en torno al 75% para este tipo de vía.

2.1.5.2.4.- DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.

- Resultados AASHTO 93.



Memoria de Cálculo: Diseño Pavimento Asfáltico
Método AASHTO-93 Con Verificación por Capa

Proyecto: Avenida Circunvalación Sector Guacamayo 1° Etapa

1 Datos de Diseño:

1.1	Tránsito EE:	17.708.425	Periodo de Vida:	20 años
1.2	Suelo de Fundación CBR:	13%	MR:	91 Mpa

2 Datos de Proyecto

2.1	Nivel de Confiabilidad (R)	75%	0,674
2.2	Desviación Normal (So)	0,45	
2.3	Índice de Serviciabilidad Final (pf)	2,0	

3 Calculo del Numero Estructural Requerido

3.1	NE Requerido para estructura	9,69
3.2	NE Requerido Capa Asfáltica	6,84

4 Coeficiente Estructural

	ai	mi
4.1 Capa 1: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 9.000 N	0,43	1,0
4.2 Capa 2: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 8.000 N	0,41	1,0
4.3 Capa 3: Mezcla Asfáltica en Caliente. Estabilidad Marshall 6.000 N	0,33	1,0
4.4 Capa 4: Base Granular Estabilizada. CBR min. 80%	0,13	1,0
4.5 Capa 5: Subbase Granular. CBR min. 40%	0,12	1,0

5 Diseño Estructural del Pavimento

	Espesor [cm]	ai	mi	NEi
Capa 1	7	0,43	1	3,01
Capa 2	10	0,41	1	4,1
Capa 3	0	0,33	1	0
Capa 4	20	0,13	1	2,6
Capa 5	0	0,12	1	0
	37		NE Estructura	9,71
			NE Asfalto	7,11

2.1.5.3.- ANÁLISIS DE RESULTADOS.

- El desarrollo del diseño estructural de la obra vial, el objetivo principal será



optimizar el aspecto económico y constructivo sin que esto llegara a significar un desmedro de la calidad en la obra que se va a ejecutar.

- Teniendo como finalidad que el proyecto pueda cumplir con los estándares requeridos de calidad con un bajo costo monetario.
- La forma más adecuada de concretar la primera instancia de la diferencia en costos de dos métodos de diseño distintos será a través del estudio de los resultados entregados por ambos métodos en los espesores de distintas capas del pavimento se refiere.
- **Desarrollaremos un análisis comparativo en los resultados entregados por Dispav – 5 y el método AASHTO 93 en los 2 puntos importantes:**

I.- Espesores de capa.

II.- Análisis de costo.

2.1.5.3.1.- ANÁLISIS COMPARATIVO: ESPESORES DE CAPA.



Editar con WPS Office

- Los resultados que se lograron obtener del diseño estructural mediante los métodos de diseño anteriormente descritos se encontraran a continuación en las tablas siguientes:
- Resultados Dispav – 5.

Capa	Resultado (Cm)
Capa Rodadura	7
Capa Intermedia	10
Base	26
Total (Cm)	37

- Resultados AASHTO 93.

Capa	Resultado (Cm)
Capa Rodadura	7
Capa Intermedia	10
Base	20
Total (Cm)	37

- Para la correcta comparación de los resultados de ambos métodos de diseño se optará por la homogenización de los resultados bajo parámetros del tránsito equivalente de diseño.
- Para el correcto desarrollo de esto se tomarán los factores equivalentes que ocupa el Dispav – 5 en la rutina de diseño y esto se utilizara para el correcto cálculo del tránsito equivalente para el método AASHTO 93.
- Al no conseguir la modificación de los factores equivalentes que se usaran en el Dispav – 5 se optara por dejar el cálculo de ambos métodos en función de los parámetros entregados por el Dispav – 5.
- En la tabla que veremos a continuación, se podra apreciar la diferencia en



Cm en ambos métodos, en las distintas capas del pavimento:

- Diferencia de resultados entre Dispav – 5 y AASHTO 93.

	AASHTO	DISPAV - 5	Δ
Capa Rodadura	7	7	0
Capa Intermedia	10	10	0
Base	20	26	6
Total (Cm)	37	44	6

- Como podemos ver, la única diferencia que se presentará será el nivel de la base granular, con un $\Delta = 6$ Cm.
- La base granular en el método Dispav – 5 estará muy relacionada con el módulo de rigidez de la carpeta asfáltica, lo que incluirá el último parámetro en las dimensiones finales de las capas granulares adyacentes, sabiendo lo anterior a mayor sea el módulo de rigidez de la carpeta, habrá menos centímetros necesarios para las capas granulares para que finalmente las deformaciones no puedan ser mayores a las máximas que se permitan.
- En cuanto a las dimensiones que se encontraran en las carpetas asfálticas de los 2 métodos no mostraran ninguna diferencia. Por los que hay que tener presente que no se cuenta con ensayos de laboratorio que determinen de forma precisa el módulo de rigidez de la carpeta.
- El método AASHTO a diferencia del método Dispav – 5 no se caracterizará la carpeta asfáltica mediante el módulo de rigidez (parámetro teórico), sino que también a través de los coeficientes estructurales, estos tienen relación directa con la estabilidad Marshall el cual será un parámetro experimental que estará bajo la influencia del tipo de asfalto que se empleará además por la granulometría y dosificación a usar en la carpeta asfáltica.
- Para finalizar los diseños para ambos métodos de diseño entregaran resultados en los espesores mínimos y máximos para cada capa del pavimento.
- Las deformaciones presentadas en el pavimento al finalizar su ciclo de vida, se esperará que no sea mayor a los 1,2 Cm, esto se debe a que el método



Dispav – 5 indica que para el diseño de un camino de altas especificaciones de deformaciones serán del orden de 1,2 Cm.

- Esto nos garantizará que la vida previsible será mucho mayor al tránsito que esto equivale en el proyecto.
- Esto indica que al igual que el diseño por deformación será el que controla el cálculo estructural del pavimento.

	Vida previsible	Tránsito proyecto
Deformación	31.8	30.7
Fatiga	29.0	18.5

La vida previsible es cercana o mayor que la vida de proyecto el diseño parece adecuado. La tolerancia es +/- 10% del tránsito de proyecto crítico.



2.2.2.- PERSONAL, CARGOS Y PERFILES.

- Para el presente proyecto nos preocuparemos de elegir el personal adecuado para los equipos que se ocuparán en las diferentes etapas de la obra al igual que los trabajadores que estarán ocupados en la mano de obra tomando en cuenta las diferentes actividades del proyecto que serían los siguientes:

1) Excavación de corte en terreno de cualquier naturaleza:

- Se necesitarán operadores de máquina excavadora, camión tolva, motoniveladora, rodillo y D – 6.
- Para la mano de obra ocuparemos jornales.

2) Formación y compactación de terraplenes:

- Se necesitarán operadores de máquina excavadora, camión tolva, cargador, camión tolva esponjamiento, motoniveladora, camión aljibe y rodillo.
- Para la mano de obra se necesitarán estaqueros.

3) Remoción de material inadecuado.

- Se necesitarán operadores de máquina excavadora, camión tolva y botadero.
- Para la mano de obra se utilizarán jornales.

4) Subbase Granular, CBR > 50%.



- Se necesitarán operadores de máquina excavadora, camión tolva, planta seleccionadora, generador, cargador frontal sobre tamaño, cargador frontal, camión tolva, motoniveladora, camión aljibe y rodillo.
- Para la mano de obra se ocuparán estaqueros.

5) Hormigón HF5.

- Se necesitarán operadores de máquina de vibradores.
- Para la mano de obra se ocuparán maestros y jornales.

6) Base Granular Chancada, CBR > 80%.

- Se necesitarán operadores de máquina excavadora, camión tolva, planta seleccionadora, generador, cargador frontal, camión tolva, motoniveladora, camión aljibe y rodillo.
- Para la mano de obra se ocuparán estaqueros.

7) Concreto asfáltico de rodadura.

- Se necesitarán operadores de máquina planta asfáltica, camión tolva, terminadora, pata de goma, pata de fierro, cargador, barredora, generador, planta asfáltica.
- Para la mano de obra se ocupará capataz, maestro, operador y jornales.

8) Concreto asfáltico de intermedia.

- Se necesitarán operadores de máquina planta asfáltica, camión tolva,



terminadora, pata de goma, pata de fierro, cargador, barredora, generador, planta asfáltica.

- Para la mano de obra se ocupará capataz, maestro, operador y jornales.

2.2.2.1.- PROGRAMAS DE TRABAJOS, TURNOS Y GASTOS EN PERSONAL.

- Para una programación adecuada deberemos cerciorarnos de que los trabajadores cumplan con las jornadas laborales, verificaremos que respeten las 8 horas laborales diarias.
- Deberán trabajar 5 días por semana los cuales serían de lunes a viernes teniendo de descanso 2 días a la semana sábado y domingo.

ITEM	EXCAVACIÓN DE CORTE EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA			
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT	C.UNIT.
Excavación	Jornales	24.414,98 HD HD	70,00	348,79

ITEM	FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES			
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT	C.UNI T
Revoltura, ext. perfilado	Estaqueros	26.954,13 HD	88,00	675,0 0

ITEM	REMOCIÓN DE MATERIAL INADECUADO			
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT	C.UNI T
Excavación	Jornales	224.414,98 HD	200,00	122,0 0



ITEM	SUBBASE GRANULAR, CBR > 50%			
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT	C.UNIT
Revoltura y perfilado	Estaqueros	26.954,13 HD	75,00	359,39

ITEM	HORMIGÓN HF5			
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT	C.UNIT
Mano de obra	Maestros	33.510,44 HD	0,70	47.872,0
	Jornales	24.414,98 HD	0,70	34.879,00

ITEM	BASE GRANULAR CHANCADA, CBR > 80%			
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT	C.UNIT
Revoltura y perfilado	Estaqueros	26.954,13 HD	120	675

ITEM	CONCRETO ASFÁLTICO DE RODADURA			
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT	C.UNIT
Colocación	Capataz	1.600.000,00 mes	1.000,00	1.600,00
	Maestros	550.000,00 mes	600,00	917,00
Operación	Operador	1.600.000,00 mes	1000,00	1.600,00
Operación	Jornales	340.00,00 mes	400,00	850,00

ITEM	CONCRETO ASFÁLTICO DE INTERMEDIA			
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT	C.UNIT
Colocación	Capataz	1.600.000,00 mes	1.000,00	1.600,00
	Maestros	550.000,00 mes	600,00	917,00
Operación	Operador	1.600.000,00 mes	1000,00	1.600,00
Operación	Jornales	340.00,00 mes	400,00	850,00



2.2.3.- MARCO LEGAL.

- Es aplicable por el SERVIU para la concreta aprobación de proyectos y las fiscalizaciones de las obras de pavimento que corresponden a la Ley N° 8946 de pavimentación Comunal. Decreto Supremo N°411, Decreto Supremo 236.
- Estos instrumentos se contemplarán de acuerdo al marco jurídico que otorgan dictámenes, resoluciones, instructivos y circulares que provienen de la propia institución.
- Las especificaciones particulares del proyecto serán las definiciones que tomarán los criterios de aceptación y rechazo, mientras no atenten con los mínimos que el estado del arte considera como adecuados, privilegiando aquellas que serán sustentables (Ambiental, social y económica).
- Otras exigencias legales serán las aplicables por SERVIU, según se establezcan en los proyectos y las obras contratadas o cuando se formen parte de exigencias obligatorias para las constructoras e inmobiliarias.
- Aquí se estudiarán las posibles restricciones de carácter legal que se podrán negar en el funcionamiento del proyecto o logrando una ejecución no recomendable, es decir, serán las limitaciones en lo respectivo a su ubicación y el uso de su producto.



2.2.4.- IMPACTO AMBIENTAL.

- Se sabe qué hace muchos años que los impactos ambientales son un motivo de investigación preocupante debido a que estos se han generado por las obras de construcción de carreteras, ya que por su intensidad, gran magnitud y larga permanencia en los ecosistemas.
- Los impactos más estudiados los nombraremos a continuación:
 - Aprovechamiento de bancos de material.

I.- Disminución de la calidad del aire.

II.- Incremento de ruido laboral y ambiental.

III.- Disminución en la calidad del suelo e incremento en la erodabilidad.

IV.- Modificación de la calidad del agua de los acuíferos.

V.- Afectaciones a la salud.

VI.- Modificación de microclima.

VII.- Modificación de la topografía.

VIII.- Modificación del patrón de drenaje superficial.

IX.- Eliminación de la cubierta vegetal.



- Operación de la planta de asfalto.

I.- Disminución de la calidad del aire.

- Tendido del concreto asfáltico.

I.- Elevación de la temperatura local.

II.- Modificación del patrón de drenaje del agua superficial.

III.- Disminución en la recarga de acuíferos.

IV.- Disminución de las poblaciones faunísticas en la zona (abundancia).

V.-Contaminación de suelo.

VI.-Crecimiento de la mancha urbana.

- Manejo y almacenamiento de combustibles para maquinaria y equipos.

I.- Contaminación de suelo.

- Durante todas las actividades de conservación como son renivelación, riego de sello, sobre carpetas, bacheo y reciclado.

I.- Deterioro de la calidad del aire.

II.- Aumento de los niveles de ruido.

III.-Alteración de las actividades de la comunidad.

III.- Daño a la salud.



2.3.- DISEÑO DE LA PLANTA.

- El estado de esfuerzo y deformación de las capas de la estructura de pavimento, que influye en su comportamiento, según los métodos analíticos.
- Para el correcto cálculo de los esfuerzos y deformaciones se emplearán programas. Para esto se introducirán carga, la presión de contacto, propiedades mecánicas de los materiales y espesor de las capas del pavimento con la finalidad de obtener los estados de esfuerzos y deformación.
- Se compararán con aquellos que admite el pavimento para la vida útil proyectada y en un procedimiento de ensayo y error. Se dimensionarán las capas que conformarán la estructura de pavimento.
- Se busca aplicar teorías multicapa elástica para el correcto análisis del comportamiento y establecer los materiales y espesores necesarios.



2.4.- DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

- Se conocerán los planos respecto al lugar que se escogió el proyecto a desarrollar, también una descripción referente a las instalaciones y cotizaciones de los equipos.

2.4.1.- COTIZACIONES.

- Toda obra deberá incluir por lo menos un presupuesto estimativo. En general se realizó el análisis de precios para el diseño hecho en Dispav – 5 y en AASHTO 93 del proyecto de hormigón.
- Se analizarán los ítems que estarán relacionados al proyecto de pavimento.
- Lo primero que veremos serán los costos unitarios para las diferentes partidas del proyecto de pavimentación.
- Acá veremos en detalle el análisis de costos unitarios.



- Costo unitario de la excavación de corte en el terreno de cualquier naturaleza.

ITEM:	EXCAVACIÓN DE CORTE EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA			
			UNIDAD:	m^3
ACTIVIDAD	TIPO MAQUINARIA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT.	C.UNIT .
Excavación	Excavadora	14.500,00 Hr	15,00	966,67
Transporte	Camión Tolva	15.000,00 M3 Km	6,00	2500,00
Esponjamiento		1.049,00	0,35	367,00
Perfilado	Motoniveladora	39.730,12 Hr	320,00	124,00
Contaminación sello de fundación	Rodillo	19.075,33 Hr	320,00	60,00
Botadero	D-6	45.200,00 Hr	300,00	151,00
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND.U NIT	C.UNIT T.
Excavación	Jornales	24.414,98 HD	70,00	348,79
ACTIVIDAD	MATERIALES	VALOR UNITARIO	REND.U NIT	C.UNIT .
Botadero	Derechos	100,00	1,35	135,00
VALOR TOTAL COSTO DIRECTO				4.652,45
VALOR UTILIDAD		15%		697,87
VALOR G. GENERALES		25%		1.163,



				11
VALOR TOTAL GASTOS GENERALES		40%		1.860,98
PRECIO UNITARIO NETO				6.513,43
PRECIO UNITARIO ADOPTADO				6.513,43

- Costo unitario formación y compactación de terraplenes.

ITEM:	FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES			
			UNIDAD:	m^3
ACTIVIDAD	TIPO MAQUINARIA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT.	C.UNIT .
Excavación	Excavación	44.904,66 Hr	120,00	374,00
Alimentación Planta	Camión Tolva	29.426,68 Hr	40,00	736,00
Selección	Planta y Maquina	28.919,27 Hr	120,00	241,00
Limp. Planta	Cargador	38.621,80 Hr	120,00	322,00
	Sobre tamaño	1.673,00	0,30	501,90
Carguío	Cargador	37.500,00 Mes	50,00	750,00
Transporte	Camión tolva	42.000,00 M3 Km	7,15	5.874,13
	Esponjamiento	3.757,90	0,35	1.315,27
Revoltura, ext. Y perfilado	Motoniveladora	39.730,12 Hr	100,00	397,00
Agua	Camión aljibe	12.000,00 Hr	50,00	240,00
Compactación	Rodillo	14.500,00 Hr	50,00	290,00
ACTIVIDAD	MANO DE	VALOR	REND.U	C.UNIT



	OBRA	UNITARIO	NIT	T.
Revoltura, ext. y perfilado	Estaqueros	26.954,13 HD	88,00	306,30
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND.U NIT	C.UNIT T.
Derechos		500,00 M3	1,35	675,00
		5.573,17		
VALOR TOTAL COSTO DIRECTO				12.022,59
VALOR UTILIDAD		15%		1.803,39
VALOR G. GENERALES		25%		3.005,65
VALOR TOTAL GASTOS GENERALES		40%		4.809,04
PRECIO UNITARIO NETO				16.831,62
PRECIO UNITARIO ADOPTADO				16.831,62

- Costo unitario remoción de material inadecuado.

ITEM:	REMOCIÓN DE MATERIAL INADECUADO			
			UNIDAD:	m^3
ACTIVIDAD	TIPO MAQUINARIA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT.	C.UNIT .
Excavación	Excavadora	14.500,00 Hr	15,00	966,67
Transporte	Camión Tolva	15.000,00 M3 Km	6,00	2500,00
Esponjamiento		1.293,00	0,50	647,00
Botadero	D-6	45.200,00 Hr	200,00	226,00
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND.U NIT	C.UNIT T.
Excavación	Jornales 1,00	24.414,98 HD	200,00	122,00
ACTIVIDAD	MATERIALES	VALOR UNITARIO	REND.U NIT	C.UNIT .
Botadero	Derechos	100,00	1,50	150,00
VALOR TOTAL COSTO DIRECTO				4.611,67
VALOR UTILIDAD		15%		691,75
VALOR G. GENERALES		25%		1.152,92
VALOR TOTAL GASTOS GENERALES		40%		1.844,67



PRECIO UNITARIO NETO				6.456,33
PRECIO UNITARIO ADOPTADO				6.456,33

- Costo unitario subbase granular CBR > 50%.

ITEM:	FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES			
			UNIDAD:	m^3
ACTIVIDAD	TIPO MAQUINARIA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT.	C.UNIT
Excavación	Excavación	44.904,66 Hr	100,00	449,00
Alimentación Planta	Camión Tolva	210,19 m3/kM	3,00	630,57
Selección de material	Planta Seleccionadora	28.919,27 Hr	90,00	321,00
Energía	Generador	16.000,00 Hr	90,00	177,78
Limpieza planta	Cargador fronta	38.621,80 Hr	90,00	429,00
	Sobre tamaño	2.007,35	0,60	1.204,41
Carguío	Cargador frontal	38.621,80 Hr	120,00	322,00
Transporte	Camión tolva	210,19 M3km	5,00	1.051,00
Esponjamiento		4.584,76	0,35	1.605,00
Revoltura y perfilado	Motoniveladora	39.730,12 Hr	30,00	1.324,00
Agua	Camión aljibe	2.200.000,00 MES	2.250,00	978,00
Compactación	Rodillo	19.075,33 Hr	60,00	318,00
ACTIVIDAD	MANO DE	VALOR	REND.U	C.UNIT



	OBRA	UNITARIO	NIT	T.
R Revoltura y perfilado	Estaqueros	26.954,13 HD	75,00	359,39
VALOR TOTAL COSTO DIRECTO				9.169,15
VALOR UTILIDAD		15%		1.375,37
VALOR G. GENERALES		25%		2.292,29
VALOR TOTAL GASTOS GENERALES		40%		3.667,66
PRECIO UNITARIO NETO				12.836,81
PRECIO UNITARIO ADOPTADO				12.836,81

- Costo unitario hormigón HF5.

ITEM:	HORMIGÓN HF5			
			UNIDAD :	m^3
ACTIVIDAD	TIPO MAQUINARIA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT.	C.UNIT.
Equipo menor	Vibradores	400.000,00 Mes	15,00	966,67
ACTIVIDAD	TIPO MAQUINARIA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT.	C.UNIT.
Mano de obra	Maestros	33.510,44 HD	0,50	647,00
	Jornales	24.414,98 HD	200,00	226,00
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND.U NIT	C.UNIT T.
Suministro	HF5	7.000,00 M3	1,05	7.350,00
Suministro	Moldaje	870,00 m3	1,50	1.305,00
	Tricurin	10,00 LT	5,00	50,00
VALOR TOTAL COSTO DIRECTO				95.456,00
VALOR UTILIDAD		15%		14.318,40
VALOR G. GENERALES		25%		23.864,00
VALOR TOTAL GASTOS GENERALES		40%		38.182,40



PRECIO UNITARIO NETO				133.63 8,40
PRECIO UNITARIO ADOPTADO				133.63 8,40

- Costo unitario base granular chancada CBR > 80%.

ITEM:	BASE GRANULAR CHANCADA, CBR > 80%			
			UNIDAD:	m^3
ACTIVIDAD	TIPO MAQUINARIA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT.	C.UNIT .
Excavación	Excavación	33.427,00 Hr	60,00	557
Alimentación Planta	Camión Tolva	210,19 Hr	3,00	631
Chancado de material	Planta Seleccionadora	55.395,56 Hr	60,00	923
Energía	Generador	36.768,14 Hr	50,00	735
Limpieza planta	Cargador frontal	38.621,80 Hr	80,00	483
Carguío	Cargador frontal	38.621,80 Hr	120,00	322
Transporte	Camión tolva	210,19 M3km	5,00	1.051
Esponjamiento		4.701,88	0,35	1.646
Revoltura y perfilado	Motoniveladora	39.730,12 Hr	20,00	1.987
Agua	Camión aljibe	29.426,68 mes	20,00	1.471
Compactación	Rodillo	19.075,33 Hr	60,00	318
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND.U NIT	C.UNIT T.
R Revoltura y perfilado	Estaqueros	26.954,13 HD	120	675
VALOR TOTAL COSTO DIRECTO				10.798
VALOR UTILIDAD		15%		1.620
VALOR G. GENERALES		25%		2.700
VALOR TOTAL GASTOS		40%		4.319



GENERALES				
PRECIO UNITARIO NETO				15.118
PRECIO UNITARIO ADOPTADO				15.118

- Costo unitario concreto asfáltico de rodadura.

ITEM:	CONCRETO ASFÁLTICO DE RODADURA			
			UNIDAD:	m^3
ACTIVIDAD	TIPO MAQUINARIA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT.	C.UNIT .
Preparación	Planta asfáltica	8.000.000,00 mes	2.000,00	4.000,00
Transporte	Camión Tolva	210,19 m3/km	22,50	4.729,00
Colocación	Terminadora	4.000.000,00 Mes	2.000,00	2.000,00
Compactación	Pata de goma	2.800.000,00 Mes	1.000,00	2.800,00
	Pata de fierro	2.800.000,00 Mes	2.000,00	1.400,00
Carguío	Cargador	4.800.000,00 Mes	2.000,00	2.400,00
Barrido	Barredora	2.500.000,00 Mes	2.000,00	1.250,00
Energía	Generador	2.600.000,00 hra	2.000,00	1.300,00
	Generador	2.600.000,00 hra	2.000,00	1.300,00
Transporte	Planta asfáltica	22.600.000,00 gl	16.113,00	1.402,59
Instalación y desmov.	Planta asfáltica	22.000.000,00 gl	16.113,00	1.365,00
ACTIVIDAD	MANO DE	VALOR	REND.U	C.UNIT



	OBRA	UNITARIO	NIT	T.
Colocación	Capataz	1.600.000,00 mes	1.000,00	1.600, 00
	Maestro	550.000,00 mes	600,00	917,00
Operación	Operador	1.600.000,00 mes	1.000,00	1.600, 00
Operación	Jornales	340.000,00 mes	400,00	850,00
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND.U NIT	C.UNIT T.
Suministro	CA - 60/80	4.900,00 Ton	0,14	686,00
Suministro	Áridos	100,00 m3	1,45	145,00
Combustible	Petróleo	15,00 LT	38,00	570,00
Sobreconsumo		30.314,59	0,05	1.515, 73
VALOR TOTAL COSTO DIRECTO				31.830 ,32
VALOR UTILIDAD		15%		4.774, 55
VALOR G. GENERALES		25%		7.957, 58
VALOR TOTAL GASTOS GENERALES		40%		12.732 ,13
PRECIO UNITARIO NETO				44.562 ,45
PRECIO UNITARIO ADOPTADO				44.562 ,45



- Costo unitario concreto asfáltico de intermedia

ITEM:	CONCRETO ASFÁLTICO DE INTERMEDIA			
			UNIDAD:	m^3
ACTIVIDAD	TIPO MAQUINARIA	VALOR UNITARIO	REND. UNIT.	C.UNIT .
Preparación	Planta asfáltica	8.000.000,00 mes	2.000,00	4.000,00
Transporte	Camión Tolva	210,19 m3/km	22,50	4.729,00
Colocación	Terminadora	4.000.000,00 Mes	2.000,00	2.000,00
Compactación	Pata de goma	2.800.000,00 Mes	1.000,00	2.800,00
	Pata de fierro	2.800.000,00 Mes	2.000,00	1.400,00
Carguío	Cargador	4.800.000,00 Mes	2.000,00	2.400,00
Barrido	Barredora	2.500.000,00 Mes	2.000,00	1.250,00
Energía	Generador	2.600.000,00 hra	2.000,00	1.300,00
	Generador	2.600.000,00 hra	2.000,00	1.300,00
Transporte	Planta asfáltica	22.600.000,00 gl	16.113,00	1.402,59
Instalación y desmov.	Planta asfáltica	22.000.000,00 gl	16.113,00	1.365,00
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND.U NIT	C.UNIT T.
Colocación	Capataz	1.600.000,00 mes	1.000,00	1.600,00
	Maestro	550.000,00	600,00	917,00



		mes		
Operación	Operador	1.600.000,00 mes	1.000,00	1.600, 00
Operación	Jornales	340.000,00 mes	400,00	850,00
ACTIVIDAD	MANO DE OBRA	VALOR UNITARIO	REND.U NIT	C.UNIT T.
Suministro	CA - 60/80	7.000,00 Ton	0,14	980,00
Suministro	Áridos	145,00 m3	1,45	210,00
Combustible	Petróleo	22,00 LT	38,00	836,00
Sobreconsumo		30.939,59	0,05	1.546, 98
VALOR TOTAL COSTO DIRECTO				32.486 ,57
VALOR UTILIDAD		15%		4.872, 99
VALOR G. GENERALES		25%		8.121, 64
VALOR TOTAL GASTOS GENERALES		40%		12.994 ,63
PRECIO UNITARIO NETO				45.481 ,20
PRECIO UNITARIO ADOPTADO				45.481 ,20

2.4.2.- CÁLCULOS OBTENIDOS.

- En esta parte mostraremos el presupuesto estimado para el diseño en Dispav – 5 y AASHTO93 y también el proyecto original de hormigón.
- Presupuesto estimativo Dispav – 5.



1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	UNID AD	CANTI DAD	PU (\$)	TOTAL (\$)
1.1	Excavación de cortes en TCN	m3	17868	6.513	116.374.284
1.2	Remoción y reemplazo de material inadecuado	m3	3573,6	6.456	23.071.162
1.3	Formación y compactación de terraplén	m3	25510	16.831	429.358.810
1.4	Relleno estructural	m3	1800	20.239	36.430.200
1.5	Preparación de la subrasante	m2	27300	963	26.289.900
2	CAPAS GRANULARES				
2.1	Subbase granular CBR $\geq$ 40 %	m3		14.805	0
2.2	Subbase granular CBR $\geq$ 50 %	m3		13.970	0
2.3	Base granular Chancada CBR $\geq$ 80 %	m3	7098	15.118	107.307.564
3	REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS				
3.1	Pavimento calzado HCV	m3		133.638	0
3.2	Aceras de hormigón normales	m2	8580	12.386	106.271.880
3.3	Hormigón pigmentado para ciclovía	m2	4290	15.691	67.314.390
3.4	Sellado de juntas y grietas	m2		2.074	0
3.5	Imprimación Bituminosa	m2	27300	1.205	32.896.500
3.6	Capa Asfáltica Intermedia	m3	2730	45.481	124.163.130
3.7	Riego de Liga	m2	27300	241	6.579.300
3.8	Capa Asfáltica Rodadura	m3	1911	44.562	85.157.982
4	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD				
4.1	Demarcación del pavimento, línea de eje continua	ml	585	1.697	992.745
4.2	Demarcación del pavimento, línea de	ml	5850	1.697	9.927.450



	eje segmentada				
4.3	Demarcación del pavimento, líneas símbolos y leyendas	m2	273	19.72 2	5.384.106
					1.177.519 .40

- Presupuesto estimativo Hormigón.

1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	UNID AD	CANTI DAD	PU (\$)	TOTAL (\$)
1.1	Excavación de cortes en TCN	m3	17292	6.513	112.622.7 96
1.2	Remoción y reemplazo de material inadecuado	m3	3458,4	6.456	22.327.43 0
1.3	Formación y compactación de terraplén	m3	28516	16.83 1	479.952.7 96
1.4	Preparación de la subrasante	m2	27300	963	26.289.90 0
2	CAPAS GRANULARES				
2.1	Subbase granular CBR $\geq$ 40 %	m3		14.80 5	0
2.2	Subbase granular CBR $\geq$ 50 %	m3		13.97 0	0
2.3	Base granular Chancada CBR $\geq$ 80 %	m3	5460	15.11 8	82.544.28 0
3	REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS				
3.1	Pavimento calzado HCV	m3		133.6 38	0
3.2	Aceras de hormigón normales	m2	8580	12.38 6	106.271.8 80
3.3	Hormigón pigmentado para ciclovía	m2	4290	15.69 1	67.314.39 0
3.4	Sellado de juntas y grietas	m2		2.074	0
3.5	Imprimación Bituminosa	m2	27300	1.205	32.896.50 0
3.6	Capa Asfáltica Intermedia	m3	2730	45.48 1	124.163.1 30
3.7	Riego de Liga	m2	27300	241	6.579.300
3.8	Capa Asfáltica Rodadura	m3	1911	44.56 2	85.157.98 2
4	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD				
4.1	Demarcación del pavimento, línea de eje continua	ml	585	1.697	992.745
4.2	Demarcación del pavimento, línea de eje segmentada	ml	5850	1.697	9.927.450
4.3	Demarcación del pavimento, líneas	m2	273	19.72	5.384.106



	símbolos y leyendas			2	
					1.162.424.68

- Presupuesto estimativo Hormigón

1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	UNID AD	CANTI DAD	PU (\$)	TOTAL (\$)
1.1	Excavación de cortes en TCN	m3	19500	6.513	127.003.500
1.2	Remoción y reemplazo de material inadecuado	m3	3900	6.456	25.178.400
1.3	Formación y compactación de terraplén	m3	18490	16.831	311.205.190
1.4	Preparación de la subrasante	m2	27300	963	26.289.900
2	CAPAS GRANULARES				
2.1	Subbase granular CBR $\geq$ 40 %	m3		14.805	0
2.2	Subbase granular CBR $\geq$ 50 %	m3	10920	13.970	152.552.400
2.3	Base granular Chancada CBR $\geq$ 80 %	m3		15.118	
3	REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS				
3.1	Pavimento calzado HCV	m3	6552	133.638	875.596.176
3.2	Aceras de hormigón normales	m2	8580	12.386	106.271.880
3.3	Hormigón pigmentado para ciclovía	m2	4290	15.691	67.314.390
3.4	Sellado de juntas y grietas	m2	27300	2.074	56.620.200
3.5	Imprimación Bituminosa	m2		1.205	
3.6	Capa Asfáltica Intermedia	m3		45.481	
3.7	Riego de Liga	m2		241	
3.8	Capa Asfáltica Rodadura	m3		44.562	
4	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD				
4.1	Demarcación del pavimento, línea de eje continua	ml	585	1.697	992.745
4.2	Demarcación del pavimento, línea de eje segmentada	ml	5850	1.697	9.927.450
4.3	Demarcación del pavimento, líneas símbolos y leyendas	m2	273	19.722	5.384.106
					1.764.336.33





Editar con WPS Office

2.4.3.- INFORMES TÉCNICOS.

- Para finalizar los presupuestos para cada diseño se puede ver en la siguiente tabla:
- Resumen presupuesto.

RESUMEN	
Dispav - 5	1.177.519.403
AASHTO 93	1.162.424.685
Hormigón	1.764.336.337

- Logramos ver que para el diseño de Dispav – 5 al igual que en el diseño AASHTO tendrán un costo menor al diseño de hormigón.
- Esto es debido al asfalto ya que es un material más barato que el hormigón, por ende, los costos para este diseño en asfalto serán menores.
- Para la tabla siguiente se podrá ver el costo de los diseños en asfalto con respecto al diseño en hormigón, esto se verá así:
- Diferencia porcentual entre el diseño en asfalto y el diseño en hormigón.

	Hormigón
Dispav - 5	67%
AASHTO 93	66%

- Los diseños realizados en asfalto no se podrá apreciar la diferencia entre ambos métodos.
- En tabla que veremos a continuación podremos observar la diferencia porcentual entre ambos métodos de diseño.



- Diferencia porcentual entre diseño Dispav – 5 y el diseño en AASHTO 93.
-

	Dispav - 5	AASHTO 93	Δ
Presupuesto	1.177.519.403	1.162.424.685	1%



CONCLUSIONES.

Se ve que el desarrollo elaborado en ambos métodos de diseño es correcto convirtiéndolos en buenas elecciones para la aplicación en los caminos proyectados. Para la correcta aplicación en pavimentos flexibles y rígidos. El proyecto queda firme para continuar con la elaboración de diferentes diseños de estructuras tales como sería el costo económico que difiere en ambos métodos.

En cuanto a lo revisado en la ubicación de la obra, se consideró la calidad del suelo, que se encontró en buenas condiciones para operar. Esta zona tiene un clima húmedo, por lo que se consideró tratar el terreno antes de la preparación correspondiente de la subrasante y pavimentación. Por los estudios hechos se consideró que es un terreno de alto flujo de tránsito vehicular pesado, por lo cual los caminos tienen grandes deterioros proveniente de esto las características de calidad del proyecto cumplen con esta necesidad entregando a los caminos un diseño de pavimentación seguro y gran soporte de tráfico en su vida útil.

Para ambos métodos utilizados en el proyecto pudimos distinguir su nivel de base granular, donde el método AASHTO 93 conto con un espesor menor en la capa granular a diferencia del método DISPAV – 5.

Por lo que se vio en el análisis de costo, queda claro que no hay mayor diferencia entre los dos métodos, la cual representa un aproximado de 1% siendo mayor el método DSPAV – 5. esto se debe a que el CBR de la subrasante es mayor al del diseño. Sabiendo esto el diseño DISPAV – 5 no tendra mayor costos que el diseño del AASHTO 93.

Cabe destacar que el DISPAV – 5 cuenta con análisis a fatiga de las capas de asfalto y con análisis de deformación de las capas no tratadas. Considerando esto contamos con una confiabilidad y un análisis bien desarrollado en la estructura de pavimentación que se diseñó. Mencionado lo anterior el método AASHTO 93 se considera menos complejo y más rápido de ejecutar, facilitando el trabajó



operacional del proyectista.



Editar con WPS Office