



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS TÉCNICO, LOGÍSTICO Y ECONÓMICO PARA LA REPOSICIÓN Y
CONSTRUCCIÓN DEL CAMINO DE CIRCUNVALACIÓN A LA ISLA MOCHA**

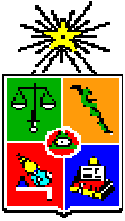
**MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

VADIN SERGUEI FUENTES PAZ

**PROFESOR GUIA:
FRANCISCO GHISOLFO OLMEDO**

**MIEMBROS DE LA COMISION:
JULIO TORREJÓN OLMOS
WILLIAM WRAGG LARCO**

**SANTIAGO DE CHILE
ENERO 2009**



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS TÉCNICO, LOGÍSTICO Y ECONÓMICO PARA LA REPOSICIÓN Y
CONSTRUCCIÓN DEL CAMINO DE CIRCUNVALACIÓN A LA ISLA MOCHA**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

VADIN SERGUEI FUENTES PAZ

**PROFESOR GUIA:
FRANCISCO GHISOLFO OLMEDO**

**MIEMBROS DE LA COMISION:
JULIO TORREJÓN OLMOS
WILLIAM WRAGG LARCO**

**SANTIAGO DE CHILE
ENERO 2009**

A la memoria de mi padre

A mi madre

A mi mujer y mis hijos

TABLA DE CONTENIDOS

| | | |
|-------------|---|-----------|
| I. | INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1.1 | ANTECEDENTES | 10 |
| 1.2 | MORFOLOGÍA | 12 |
| 1.3 | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 15 |
| 1.3.1 | Tramo 1- Reposición y mejoramiento del camino existente | 15 |
| 1.3.2 | Tramo 2 - Construcción de camino nuevo | 16 |
| 1.4 | DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO | 16 |
| 1.5 | DISEÑO GEOMÉTRICO | 19 |
| 1.6 | OBJETIVOS PRINCIPALES | 19 |
| 1.7 | OBJETIVOS SECUNDARIOS | 20 |
| II. | MARCO TEÓRICO | 21 |
| 2.1 | ASPECTOS GENERALES SOBRE PAVIMENTOS | 21 |
| 2.2 | ESTRUCTURA DE CAPAS PARA PAVIMENTOS | 22 |
| 2.2.1 | Subrasante | 22 |
| 2.2.2 | 2 Capas granulares | 22 |
| 2.2.3 | Revestimientos | 23 |
| 2.3 | ASPECTOS GENERALES SOBRE ÁRIDOS | 23 |
| 2.3.1 | Origen y formación de los áridos | 24 |
| 2.3.2 | Características físicas | 24 |
| 2.3.3 | Fuentes de áridos | 25 |
| 2.3.4 | Clasificación de áridos | 25 |
| 2.4 | ASPECTOS GENERALES SOBRE ASFALTOS | 26 |
| 2.5 | DISEÑO DE PAVIMENTOS | 27 |
| III. | ESTUDIO DE EMPRÉSTITOS | 28 |
| 3.1 | EXPLORACIÓN Y ANÁLISIS DE EMPRÉSTITOS LOCALES | 28 |
| 3.1.1 | Exploración visual | 28 |
| 3.1.2 | Toma de muestras | 30 |
| 3.1.3 | Resultados | 31 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 3.2 | CATASTRO DE CANTERAS EN ZONA CONTINENTAL | 32 |
| 3.2.1 | Canteras disponibles | 33 |
| 3.2.2 | Selección de canteras | 34 |
| IV. | PROPOSICIÓN DE ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURAS FACTIBLES | 43 |
| 4.1 | SUELOS DE SUBRASANTE | 43 |
| 4.2 | PROPOSICIÓN DE ALTERNATIVAS | 43 |
| 4.2.1 | Tratamiento superficial doble (D.T.S.) - Lechada Asfáltica Convencional | 45 |
| 4.2.2 | Pavimento de adoquín prefabricado | 51 |
| V. | 5 ANÁLISIS DEL PROBLEMA | 54 |
| 5.1 | LOGÍSTICA PREVIA | 54 |
| 5.1.1 | Cantidades de obra | 54 |
| 5.1.2 | Selección del modo de transporte | 61 |
| 5.1.3 | Puntos factibles de embarque | 61 |
| 5.1.4 | Caracterización y selección de la ruta | 64 |
| 5.1.5 | Proposición de materiales a utilizar | 68 |
| 5.1.6 | Estimación y selección de maquinaria | 72 |
| 5.2 | ANÁLISIS DE COSTOS - ETAPA DE CONSTRUCCIÓN | 80 |
| 5.2.1 | Costo de materiales e insumos | 87 |
| 5.2.2 | Costo de equipos | 87 |
| 5.2.3 | Costo de mano de obra | 87 |
| 5.3 | ANÁLISIS DE COSTOS - ETAPA DE SERVICIO | 93 |
| 5.4 | ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS | 94 |
| 5.5 | METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN | 94 |
| VI. | CONCLUSIONES | 97 |
| 6.1 | BIBLIOGRAFÍA | 100 |
| VII. | ANEXOS | 102 |
| 7.1 | Anexo A – Fotografías | 102 |
| 7.2 | Anexo B – Planos del proyecto | 121 |
| 7.3 | Anexo C – Fichas técnicas | 122 |
| 7.4 | Anexo D – Documentos e informes del proyecto | 143 |

Índice de Tablas, Figuras y Fotografías

Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla T - 1: Características de la carpeta existente..... | 18 |
| Tabla T - 2: Cubicación estimada de empréstitos locales..... | 30 |
| Tabla T - 3: Estratigrafía del pozo E1..... | 35 |
| Tabla T - 4: Estratigrafía del pozo E3..... | 36 |
| Tabla T - 5: Estratigrafía del pozo E4..... | 37 |
| Tabla T - 6: Estratigrafía del pozo E5..... | 38 |
| Tabla T - 7: Cubicación General por Ejes del Proyecto | 55 |
| Tabla T - 8: Cubicación para Soleras y Solerillas | 56 |
| Tabla T - 9: Cubicación Terraplén Solución Asfáltica | 56 |
| Tabla T - 10: Cubicación Terraplén Solución Adoquín Sub Base arena/cemento e=23cm | 57 |
| Tabla T - 11: Cubicación para alternativas de pavimentos : D.T.S. (Tratamiento Superficial Doble) | 58 |
| Tabla T - 12: Cubicación para alternativas de pavimentos: Adoquín Prefabricado | 59 |
| Tabla T - 13: Resumen Consumo Arena Local según Alternativa | 60 |
| Tabla T - 14: Cálculo del Ciclo de la Barcaza y Rendimientos de Transporte Ruta 1 .. | 66 |
| Tabla T - 15: Cálculo del Ciclo de la Barcaza y Rendimientos de Transporte Ruta 2 .. | 67 |
| Tabla T - 16: Cantidad total de materiales a transportar (por alternativas)..... | 70 |
| Tabla T - 17: Cantidad total de fletes marítimos (materiales) | 71 |
| Tabla T - 18: Cálculo de la Producción Horaria del Equipo de Excavación | 73 |
| Tabla T - 19: Cálculo de la Flota de Vehículos de Carga..... | 74 |
| Tabla T - 20: Rendimientos de Maquinaria Movimiento Tierras (registro promedio histórico autor)..... | 75 |
| Tabla T - 21: Proposición de Maquinaria (por alternativas) | 76 |
| Tabla T - 22: Características físicas de la maquinaria propuesta | 77 |
| Tabla T - 23: Cantidad total de fletes marítimos (maquinarias) | 78 |
| Tabla T - 24: Plazos para Transporte Marítimo..... | 81 |

| | |
|--|----|
| Tabla T - 25: Costos Uso y Estiba (Puerto Coronel) | 82 |
| Tabla T - 26: Costo por tonelada transportada a la Isla desde Coronel..... | 83 |
| Tabla T - 27: Estimación de gastos generales por alternativas (12 meses) | 84 |
| Tabla T - 28: Estimación costo de mano de obra..... | 88 |
| Tabla T - 29: Valor de la M/O a considerar en el estudio..... | 90 |
| Tabla T - 30: Valor de cuadrillas a utilizar en el estudio..... | 92 |
| Tabla T - 31: Resumen de presupuesto por alternativas | 95 |
| Tabla T - 32: Matriz de comparación..... | 96 |

Figuras

| | |
|---|----|
| Figura F - 1: Ubicación geográfica de Isla Mocha (Fuente: Rutas de Chile - Copec) ... | 10 |
| Figura F - 2: Plano Geológico de Chile, hoja 2/3 | 13 |
| Figura F - 3: Ubicación esquemática de empréstitos factibles..... | 29 |
| Figura F - 4: Puntos factibles de embarque | 62 |

Fotografías A

| | |
|---|-----|
| Fotografía A - 1: Vista aérea Isla Mocha | 102 |
| Fotografía A - 2: Desembocadura Río Tirúa | 103 |
| Fotografía A - 3: Transporte interno – Vehículos tracción animal | 104 |
| Fotografía A - 4: Transporte interno – Vehículos motorizados | 105 |
| Fotografía A - 5: Dm 0.00-Dm 10.000 Carpeta uniforme | 106 |
| Fotografía A - 6: Dm 0.00-Dm 10.000 Carpeta uniforme | 107 |
| Fotografía A - 7: Dm 10.000 - Dm 16.700 Carpeta en reducción | 108 |
| Fotografía A - 8: Dm 10.000-Dm 16.700 Huella de camino | 109 |
| Fotografía A - 9: Dm 16.700-Dm 20.000 Huella en playa | 110 |
| Fotografía A - 10: Dm 16.700-20.000 Huella en playa | 111 |
| Fotografía A - 11: Dm 20.000-Dm 26.600 Camino con cercanía al mar | 112 |
| Fotografía A - 12: Dm 20.000-Dm 26.600 Camino con cercanía al mar | 113 |

Fotografías B

| | |
|---|-----|
| Fotografía B - 1: Embarcadero Mocul – Pto. Saavedra | 114 |
| Fotografía B - 2: Embarcadero Nehueltué - Pto. Saavedra | 115 |
| Fotografía B - 3: Embarcadero Pto. Saavedra | 116 |
| Fotografía B - 4: Embarcadero Tirúa | 117 |
| Fotografía B - 5: Desembocadura Río Tirúa | 118 |
| Fotografía B - 6: Caleta de Llico | 119 |
| Fotografía B - 7: Puerto Coronel | 120 |

RESUMEN

La Dirección Regional de Vialidad (VIII Región) dependiente del Ministerio de Obras Públicas, consciente de la importancia de dotar a la isla Mocha de un camino de circunvalación, encarga un estudio que permita reponer y mejorar 16 Km. de camino existente y construir 10 Km. de camino faltante.

El proyecto plantea la problemática ligada a la nula existencia de áridos en la isla, la distancia (35 Km.) al continente y la existencia de condiciones climáticas adversas.

En este contexto, esta memoria selecciona y evalúa distintas alternativas de pavimentos factibles para los objetivos planteados, por la Dirección de Vialidad, de manera de obtener una solución técnica y económica que permita apoyar la toma de decisión final.

Dado que, hasta hoy no ha sido posible el desarrollo de una metodología que permita, mediante un análisis de costo – beneficio, medir los beneficios asociados a los proyectos de pavimentación, se propone evaluar escogiendo la alternativa técnicamente factible que entregue una solución de mínimo costo al problema planteado.

De esta manera, se presenta una matriz de evaluación para la toma de decisión, considerando los costos asociados a la construcción de cada alternativa de pavimento factible y su posterior valor de conservación.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La Isla Mocha, se encuentra ubicada en el Océano Pacífico, a 35 kilómetros al Oeste de la desembocadura del río Tirúa, en las coordenadas $38^{\circ} 22' 37''$ S y $73^{\circ} 54' 48''$ W. (ver figura F-1).



Figura F - 1: Ubicación geográfica de Isla Mocha (Fuente: Rutas de Chile - Copec)

Posee una superficie aproximada de 5.260 Há., de las cuales 2.182 Há. corresponden a la Reserva Nacional de Isla Mocha, administrada por la Corporación Nacional forestal (CONAF), tiene una población de 584 habitantes (Censo 2002) y una distribución territorial dividida en 32 parcelas, enumeradas correlativamente desde el lado norte, sector en donde se concentra la mayor densidad de población (ver Anexo B, Plano PL-1).

En este contexto, posee algunos servicios básicos tales como:

- Delegación Municipal de la Comuna de Lebu (dependencia política administrativa de la isla)
- Retén de Carabineros
- Muelle - Faro (Armada de Chile)
- Registro Civil
- Oficina de CONAF
- Posta Rural
- Escuela Básica
- Parroquia Católica
- Iglesia Evangélica
- Almacenes y Provisiones
- Servicio de hospedaje y Pensión
- Aeródromo Fiscal (Dirección de Aeronáutica)
- Aeródromo Particular
- Telefonía Celular (Movistar) en algunas zonas

No cuenta con servicios sanitarios (agua potable y alcantarillado) ni electricidad. El agua es extraída en forma particular mediante pozos y vertientes debiendo ser clorada para su uso; la electricidad es obtenida utilizando pequeños generadores eólicos, paneles solares y diesel.

El acceso, se realiza principalmente por vía aérea (ver Anexo A, fotografía A-1) desde la localidad de Tirúa y en menor medida por vía marítima, en lanchas pesqueras, desde las ciudades de Coronel y Tirúa. Este último medio es minoritariamente empleado, dado que, embarcar en Coronel requiere una travesía larga en mar abierto y hacerlo desde Tirúa implica una dependencia de las condiciones geográficas y ambientales de la desembocadura del río (ver Anexo A, fotografía A-2).

El transporte al interior de la isla es realizado principalmente por medio de carretas con tracción animal, existiendo en forma minoritaria algunos vehículos (Aprox. 35 unidades) y motocicletas (Aprox. 8 unidades) (ver Anexo A, fotografías A-3 y A-4).

1.2 MORFOLOGÍA

Señalada como el primer epicentro de la serie telúrica que hundió gran parte del litoral sureño a raíz de los terremotos de mayo de 1960, la isla se sitúa en el margen occidental de la Placa Sudamericana, formando parte del Bloque Mocha frente a Temuco, el cual estaría limitado por las fracturas Mocha al Norte, Valdivia al Sur y la fosa chilena al Oeste.

Corresponde a la parte más alta de un cordón montañoso desarrollado en la plataforma continental, con orientación N-NW con una superficie de 53 Km² (longitudinal 13 Km. y ancho 5.5 Km.).

A lo largo de sus costas se presentan areniscas y pelitas tufíticas marinas de edad Eoceno a Mioceno, plegadas y falladas. Estas se expresan en formas discontinuas y deformadas en gran parte de las playas siendo más notorias en el margen noroccidental (Monte Los Natres).

La geología de la Provincia de Arauco, se puede apreciar en la figura F-2, (reproducida de la hoja 2/3 del Mapa Geológico de Chile escala 1:1.000.000).

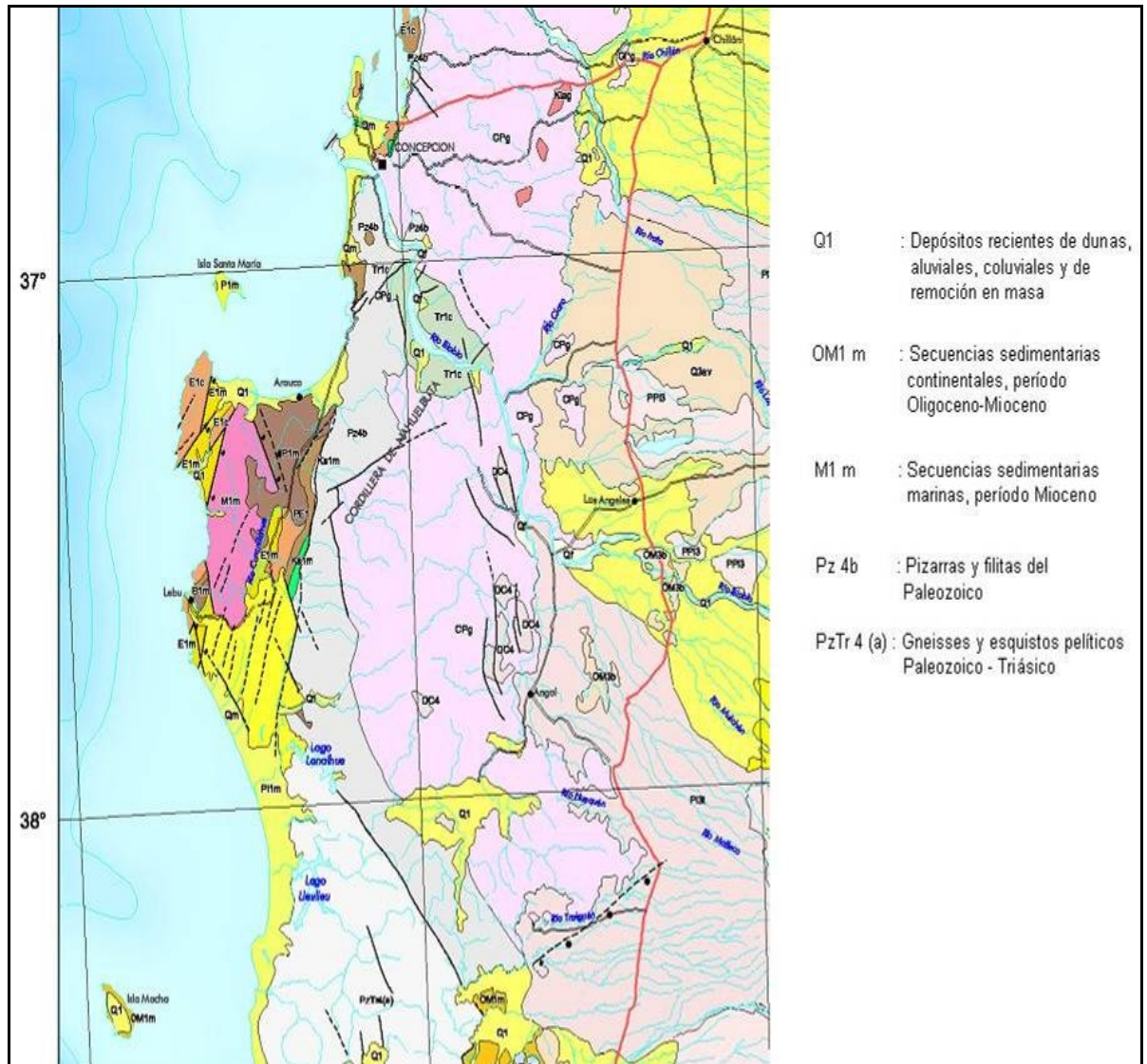


Figura F - 2: Plano Geológico de Chile, hoja 2/3

Aquí es posible observar que el núcleo rocoso de la isla Mocha se encuentra conformado por rocas sedimentarias continentales y marinas del tipo areniscas y lutitas (amarillo en la figura F-2), dispuestas en niveles aterrazados emergidos, de edad Oligoceno-Mioceno en el período Terciario.

En el continente, la península de Arauco, está conformada también por rocas sedimentarias, (blanquecino en la figura) contrastando con las rocas muy antiguas

de la Cordillera de la Costa. Esta discordancia indica la existencia de una gran falla geológica de traza prácticamente rectilínea que se prolonga hacia el norte con la falla San Vicente, poniendo en contacto rocas metamórficas muy antiguas (pizarras) y sedimentarias más recientes (areniscas).

Morfológicamente, el territorio de la Isla, se puede organizar en dos zonas principales definidas como Zona Central y Franja Costera.

La primera de estas zonas se encuentra caracterizada por laderas abruptas hacia el nororiente de la isla y pendientes suaves en el margen suroccidental, interferida por esteros de orientación NE-SW que limitan cordones de cerros con alturas variables entre 300 y 390 msnm, siendo Cerro Ramírez la máxima altura. En esta zona se ubica el bosque nativo, similar al bosque hidrófilo Valdiviano, no obstante, con notoria ausencia del género *Nothofagus* característico del continente, que cubre enteramente el núcleo rocoso.

La segunda zona posee un ancho variable entre 0.2 y 2 Km. y su altura no sobrepasa los 50 msnm. Se caracteriza por presentar una superficie en forma de terraza en la cual se pueden distinguir dos sub-unidades:

Terraza Nororiental: Ubicada entre el Cerro Los Chinos por el Norte y Caleta Derrumbe por el Sur, se encuentra bajo la cota de 50 hasta los 38 msnm, con ancho variable entre 1 a 2 Km., conformada principalmente por terrazas de depósitos marinos. Se presenta disectada por cursos fluviales juveniles y en algunos sectores, cubierta por dunas y depósitos de remoción en masa tipo Slump. Entre los 38 y 25 msnm incorpora cultivos agrícolas, perdiendo su morfología superficial original. Entre los 25 y 0 msnm presenta un desarrollo de cordones litorales arenosos comunes, compuestos por arenas amarillas gruesas a medianas, con clastos correspondientes a fragmentos calcáreos marinos mayores a 2 mm. En el sector denominado Cerro Los Chinos se han encontrado al menos 9 m de espesor de arenas.

Terraza Suroccidental: Se desarrolla bajo la cota de los 25 msnm, con ancho variable entre 0.2 a 2 Km. y está conformada por campos de dunas. Estos campos de dunas se encuentran compuestos por areniscas finas a medias, calcáreas, amarillas y en algunos perfiles se ha reconocido al menos un nivel de paleosuelo, entre arenas, que señala un período previo de reactivación de las dunas. Se encuentran clasificadas como longitudinales de 1 Km. o más de largo y 3 m de altura promedio, ancho variable menor a 0.1 Km. y con ejes rectos con dirección NW-SE y NE-SW. Por sobre este sistema se imponen hacia la costa, campos de dunas de tipo longitudinal similares a las anteriores pero de orientación N-S, de formas no diferenciadas.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el año 1976, la Empresa Nacional de Petróleos (ENAP) en el contexto de un proyecto de exploración y captación de gas natural construye un aeródromo y un camino alrededor de la isla.

En el año 2007, la Dirección Regional de Vialidad (DRV) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la Octava Región, mediante Resolución D.R.V. VIII N° 0229 del 08 de octubre de ese año, contrata al consultor Ghisolfo Ingeniería de Consulta S.A., un estudio cuyo objetivo es lograr la reposición y mejoramiento de 16 Km. del camino existente y la construcción de 10 Km. de camino faltante para completar la circunvalación a la Isla.

El consultor inicia el estudio, el cual para una mejor caracterización es dividido en dos tramos principales, los cuales se describen a continuación:

1.3.1 Tramo 1- Reposición y mejoramiento del camino existente

Este tramo, corresponde al mejoramiento de los 16 Km. de camino existente, el cual se encuentra estructurado mediante una plataforma de 6 m de ancho y una carpeta de rodado, compuesta por material granular y conchillas con ancho variable entre 4 y

5 m desarrollado en el lado oriental de la isla, entre Punta El Saco y Faro Mocha. Se incluyen además, en este tramo, el camino de acceso al Aeródromo Fiscal y el camino de acceso al Embarcadero (ver Anexo B, Plano PL-2).

Este tramo, en general, se encuentra en buenas condiciones de conservación pero con deficiencias en el sistema de saneamiento.

1.3.2 Tramo 2 - Construcción de camino nuevo

Comprende el tramo de camino a construir, el que se desarrolla en la parte occidental de la isla por aproximadamente 10 Km., teniendo como referencia el límite de los terrenos pertenecientes a la Reserva Forestal Isla Mocha.

El 70% de este tramo se desarrolla en zonas planas, sin embargo el 30% restante se encuentra en un sector con fuertes pendientes y dunas.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

Para la determinación de los parámetros de la calzada existente el consultor Ghisolfo Ingeniería de Consulta S.A. realiza un recorrido del trazado registrando en todo momento la traza mediante un instrumento GPS (Garmin GPS map 60CS) anclado al vehículo (carreta de tracción animal), siguiendo siempre la trayectoria del eje del camino o huella existente. En forma simultánea se ejecuta un balizado cada 500 m para el camino y de igual forma uno para las obras de arte existentes, indicando además en este último caso la Dm correspondiente.

Los resultados de esta actividad se indican en el Anexo D, tablas D-1, D-2 y D-3, tomadas del informe preliminar del consultor.

Durante el recorrido se contabilizaron 49 obras de arte, de diversos diámetros y materialidad (tubos de metal corrugado, tubos de hormigón simple, tubos de acero y

madera). En general, el estado de conservación observado es precario y en algunos casos el deterioro es extremo.

Según el informe preliminar de mecánica de suelos (confeccionado por el consultor), la napa de agua a lo largo del trazado del proyecto, se encuentra asociada al drenaje vertical de las precipitaciones y escurre en forma superficial a la roca impermeable. Se indica además que en los sectores bajos, próximos a la playa, el nivel de esta napa es muy superficial con influencia de mareas y en aquellos sectores más altos, la napa no debería interferir con el proyecto del camino, aunque sí deberá considerarse la evacuación expedita de aguas lluvias desde la faja misma del camino.

La carpeta de camino existente es de arena local, presentando adición natural de conchuelas en algunas zonas. Si bien esta característica ha permitido que se logre una muy buena trabazón mecánica, la falta de cohesión de las partículas, ha resultado en una superficie de rodadura deformada.

En relación al saneamiento de la plataforma se pueden distinguir cuatro tramos, según las características de la carpeta y del trazado existente. El detalle se presenta en la tabla T-1.

Tabla T - 1: Características de la carpeta existente

| Dm _{inicial} [m] | Dm _{final} [m] | Características | Estado de conservación | Trazado | Observaciones |
|--------------------------------|------------------------------|--|------------------------|--|---|
| 0 | 10.000,00 | - Carpeta de ancho uniforme. - Se observa drenaje natural deficiente. - En un sector urbano la cota es menor que zonas vecinas | Regular a malo | Zona oriental alejado de la playa | Ver Anexo A (fotografías N° A-5 y N° A-6) |
| 10.000,0 | 16.700,0 | - Carpeta reducida sólo a una huella. - Fuertes pendientes longitudinales (Dm 12.000). - Se observa erosión por escurrimiento de aguas lluvias. - No se observan obras de drenaje asociadas al camino | Precario | Zona interior de cuestas para terminar en la playa | Ver Anexo A (fotografías N° A-7 y N° A-8) |
| 16.700,0 | 20.000,0 | - No existe camino | Malo | Zona de playa | Ver Anexo A (fotografías N° A-9 y N° A-10) |
| 20,000.0 | 26,600.0 | - Carpeta de ancho uniforme. | Regular a malo | Zona Sur oriental con cercanía al mar | Ver Anexo A (fotografías N° A-11 y N° A-12) |

1.5 DISEÑO GEOMÉTRICO

La geometría del proyecto es definida por el consultor Ghisolfo Ingeniería de Consulta S.A. y consta de un Eje principal y tres ejes secundarios definidos como Eje 1, Eje 2 y Eje 5 (ver anexo B, Plano PL- 3).

El eje principal posee una longitud de 25.667,497 m y completa la circunvalación a la isla. La Dm inicial y final se ubica en el acceso al Aeródromo Fiscal.

El Eje 1 tiene una longitud de 280.380 m y corresponde al trayecto denominado Acceso al Aeródromo Fiscal. La Dm inicial se ubica en la Dm 0.00 del Eje principal y la Dm final, en el acceso al recinto del Terminal de Pasajeros.

El Eje 2, con una longitud de 312.905 m, corresponde al trayecto denominado Acceso al Embarcadero. La Dm inicial se ubica en la Dm 7.462 del eje principal y la Dm final, en el recinto Embarcadero.

Por último el Eje 5 posee una longitud de 1.274 m y corresponde al trayecto que permite el acceso al sector denominado Punta de las Islas. La Dm inicial se ubica aproximadamente en la Dm 20.500 del eje principal y la Dm final, en el recinto Punta de las Islas.

1.6 OBJETIVOS PRINCIPALES

Este trabajo toma como válido el diseño geométrico definido por Ghisolfo Ingeniería de Consulta y aprobado por el MOP, definiendo alternativas de pavimento para su posterior evaluación técnica y económica, considerando disponibilidad de materiales, metodología de construcción con énfasis especial en la logística asociada para su materialización y el sistema de conservación requerido por cada una de ellas.

Se analizan alternativas de pavimentos esperando, obtener como resultado:

- La solución técnica y económica más viable de manera de hacer factible el proyecto, permitiendo a las aproximadamente 580 personas de la isla contar con una infraestructura de transporte que mejore sus condiciones de vida.
- Entregar una matriz de comparación, para la toma de decisión en relación a la materialidad del camino a ejecutar.

1.7 OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Entregar un resultado que se enmarque como un aporte adicional al estudio de ingeniería solicitado por el MOP.
- Definir la logística de ejecución más viable dada la geografía en que se enmarca el proyecto.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE PAVIMENTOS

Se entiende por pavimento el conjunto de capas constituida por uno o más materiales seleccionados, colocados sobre el terreno natural o nivelado, que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento.

En el diseño de un pavimento se determina el tipo y la calidad de los materiales a utilizar en base a una serie de criterios entre los cuales están los técnicos, económicos y los del estado del arte. De esta forma el dimensionamiento de la estructura del pavimento permite que se establezcan las características de los materiales y los espesores de manera tal que este mantenga un índice de servicio aceptable durante su vida útil estimada.

Dependiendo de su estructura, es posible distinguir básicamente dos tipos de pavimentos: rígidos y flexibles. La principal diferencia entre ellos, es la forma en cómo se distribuyen las cargas.

Los pavimentos rígidos, poseen un gran módulo de elasticidad, cuya estructura principal corresponde a una losa de hormigón simple o armado (capa rígida), apoyada en forma directa sobre una sub-base. De esta forma la carga se distribuye sobre una gran superficie.

Los pavimentos flexibles son estructuras formadas por una serie de capas en donde, la distribución de la carga está determinada por las características propias del sistema de capas.

2.2 ESTRUCTURA DE CAPAS PARA PAVIMENTOS

En general, en un pavimento se pueden distinguir tres capas principales: subrasante, capas granulares y el revestimiento.

2.2.1 Subrasante

La subrasante corresponde a la estructura de la plataforma del camino, encargada de recibir las capas superiores (sub-bases, bases y carpetas de rodadura o cualquier otra especificada en el proyecto). La metodología de ejecución en lo medular corresponde a trabajos de compactación y perfilado del material a colocar y su control se rige por el capítulo 5.209 del Volumen N° 5 del Manual de Carreteras. Los materiales a utilizar, serán los indicados en el proyecto o bien los propuestos por el contratista que ejecute las obras.

2.2.2 2 Capas granulares

Las capas granulares son la estructura del pavimento ubicada por sobre la subrasante. Existen distintos tipos de capas granulares entre las que podemos mencionar las siguientes:

- Sub-bases granulares
- Bases granulares
- Carpetas granulares de rodadura
- Bases y granulares tratados con cemento
- Bases abiertas ligadas con cemento
- Bases abiertas ligadas con asfalto

La metodología de ejecución y los materiales a utilizar para cada una de ellas, se rige según lo indicado en el capítulo 5.300 del Volumen N° 5 del Manual de Carreteras.

2.2.3 Revestimientos

El revestimiento o capa de rodadura de un pavimento corresponde a la superficie expuesta del pavimento. Los tipos de revestimientos y pavimentos de mayor utilización son los siguientes:

- Imprimación
- Riego de liga
- Riego neblina
- Sellos bituminosos
- Lechada asfáltica y micro aglomerados en frío
- Tratamientos superficiales
- Mezclas asfálticas en caliente
- Mezclas asfálticas en frío
- Pavimentos de hormigón

Tanto el procedimiento de trabajo así como los materiales a utilizar para revestimientos se rigen por las indicaciones del capítulo 5.400 del Volumen N° 5 del manual de carreteras.

2.3 ASPECTOS GENERALES SOBRE ÁRIDOS

A lo largo de la historia de la humanidad, diversas combinaciones de áridos han sido utilizadas para la construcción de variadas obras de ingeniería tales como, caminos, puentes, defensas, edificaciones, etc. Este proceso, a la fecha, se ha diversificado en gran medida para poder satisfacer la creciente demanda de la humanidad. A lo largo de este proceso, se ha logrado además, cierto conocimiento técnico que ha permitido algún grado de normalización de los procesos de extracción y su utilización en las obras. De este modo, arenas y gravas deben seleccionarse y procesarse cumpliendo con especificaciones técnicas asociadas a cada aplicación.

2.3.1 Origen y formación de los áridos

El origen de los áridos, se encuentra en la degradación y disgregación la roca basal existente en la corteza terrestre, por lo tanto las características del material granular estarán asociadas con el tipo de roca madre. Las rocas son formaciones de uno o varios tipos de minerales que han evolucionado a lo largo del tiempo geológico y dependiendo de su formación geológica se les clasifican en:

- Rocas Ígneas (formadas por cristalización y enfriamiento del magma)
- Rocas Sedimentarias (formadas por endurecimiento o litificación de sedimentos acumulados en diferentes medios y a través de procesos diversos)
- Rocas Metamórficas (formadas a partir de rocas ígneas o sedimentarias por re-cristalización en el estado sólido)

En general, sobre la roca sólida se encuentran capas de rocas sueltas producto principalmente de la degradación de la roca sólida por procesos como deshielos, heladas, cambios de radiación solar, acción bioquímica y otros que provocan la destrucción de la roca sólida. El proceso posterior es la fundación del suelo por esta roca suelta o su transporte hacia otros lugares por agentes climáticos.

2.3.2 Características físicas

Existen muchas características físicas asociadas a los áridos, con múltiples interacciones entre ellas y que dependen principalmente del tipo de roca de la cuál proceden, de su forma de transporte y depositación. De estas, las de mayor interés se indican a continuación:

- Distribución granulométrica
- Dureza
- Forma del grano (redondeado, con cantos vivos, etc.)
- Rugosidad y cantidad de superficies de fractura

- Constancia volumétrica (sin granos con capacidad de expandir o contraer en el tiempo)
- Pureza (en relación a contaminación con sustancias orgánicas, arcillosas, etc.)
- Resistencia al desgaste
- Resistencia a sollicitaciones de presión, choque y abrasión
- Resistencia a la abrasión
- Resistencia al calor (para el caso de mezclas con asfalto)
- Afinidad con el bitumen
- Resistencia a la disgregación producida por el medio ambiente (heladas y sales de deshielo)
- Aspecto y claridad

2.3.3 Fuentes de áridos

Podemos distinguir principalmente aquellas fuentes de tipo renovables y las no renovables. Las primeras se encuentran caracterizadas por una renovación periódica de material producto del transporte natural, entre los que se destacan el acarreo por escurrimiento o flujos de agua, el avance de glaciares, la acción del viento y por gravedad o sismos. El segundo caso corresponde a la explotación de canteras, yacimientos sedimentarios y yacimientos residuales.

La existencia de áridos en la naturaleza no es condición suficiente para considerar su explotación aunque exista la factibilidad técnica y económica para realizarla. Es importante considerar los efectos que provocará la intervención en el ambiente (impacto ambiental).

2.3.4 Clasificación de áridos

En general se clasifican por el modo de extracción y por el modo de uso o aplicación. Según el modo de extracción se distinguen: la extracción artesanal y la explotación industrializada.

Según el modo de aplicación se observan aquellos utilizados en aplicación directa o producto final y los usados como materia prima.

2.4 ASPECTOS GENERALES SOBRE ASFALTOS

El asfalto corresponde al residuo resultante de la refinación del petróleo durante el proceso de destilación. Este residuo es la materia prima para producir tres tipos de productos: cemento asfáltico, emulsión asfáltica y asfalto cortado.

Los cementos asfálticos se diferencian principalmente por el grado de penetración que presentan (60/80, 80/100, etc).

Las emulsiones asfálticas, se caracterizan según la orientación de sus átomos (aniónicas o catiónicas) y el tipo de quiebre (lento o rápido) que presentan (CRS-2, CSS-1, etc).

Los asfaltos cortados, se caracterizan por el tipo de curado que presenta; lento, medio y rápido (MC-30, RC-250, etc).

Según la aplicación del asfalto se puede diferenciar entre dos grupos principales, denominando al primero de ellos Mezclas asfálticas (en frío o calientes) y en este caso el asfalto aporta estructura al pavimento. El segundo grupo se ubican los Tratamientos asfálticos y aquí el asfalto es utilizado como material superficial para riegos y sellos (riegos de imprimación, tratamientos superficiales, lechadas y micro pavimentos, etc.).

Mención adicional se debe hacer a la aplicación de pequeñas cantidades de asfalto en las denominadas Bases granulares tratadas.

2.5 DISEÑO DE PAVIMENTOS

El objetivo principal del diseño de un pavimento es reducir tensiones, deformaciones y deflexiones críticas a niveles aceptables. Dentro de ese contexto, el proyectista debe además considerar el uso y destino final de la estructura en cuestión.

Existen diferentes metodologías para el diseño de pavimentos, diferenciándose en aquellos destinados a pavimentos rígidos y los definidos para pavimentos flexibles.

Entre los métodos principales de diseño para pavimentos rígidos están los denominados Métodos empíricos y los métodos semiteóricos. En general para pavimentos rígidos se usa el método AASHTO (acogido por el Volumen N° 2 del Manual de Carreteras), el Métodos de las Secciones normalizadas y el Método de Brokaw. Para pavimentos flexibles se recoge la metodología AASHTO entre otros.

III. ESTUDIO DE EMPRÉSTITOS

3.1 EXPLORACIÓN Y ANÁLISIS DE EMPRÉSTITOS LOCALES

3.1.1 Exploración visual

Se realiza visita de exploración a la zona del proyecto (Isla Mocha) con el objeto de obtener información en relación a la posible existencia de áridos y la factibilidad técnica para su utilización en el proyecto.

Se define una pauta de trabajo para esta actividad la que es resumida en los siguientes puntos:

- Exploración visual general de la isla
- Ubicación de zonas factibles de aportar material granular
- Cubicación en terreno de empréstitos factibles
- Toma de muestras
- Una primera inspección visual alrededor de la isla permite determinar la existencia de tres materiales de interés los cuales son caracterizados a continuación:
- Rocas sedimentarias (areniscas) y metamórficas; observadas principalmente en la zona, denominada monte Los Natres, cercana a la Dm 12.000. Este material se descarta por su aspecto visual y poca dureza.
- Campos de dunas de mezcla arena y conchilla (material calcáreo); estos depósitos se ubican cercanos a la Dm 10.000, Dm 11.500 y Dm 12.600.
- Campos de dunas de arena fina; depósitos ubicados en la Dm 0.000 del eje principal y la Dm 0.000 del eje 5.
- De estos tres materiales, se consideran por lo tanto factibles de utilizar en el proyecto sólo la arena fina y la mezcla arena-conchilla.
- El total del material factible de utilizar, se encuentra distribuido en cinco zonas diferentes de la isla. Estos puntos de interés serán denominados, en lo que

sigue, como empréstito E1, E2, E3, E4 y E5. La ubicación aproximada de cada uno de ellos se indica en la figura F-3.



Figura F - 3: Ubicación esquemática de empréstitos factibles

Se procede a realizar una toma de muestra y una cubicación estimada, in situ, utilizando huincha metálica de 50m, para cada uno de los empréstitos factibles. El resultado de esta actividad se presenta en la tabla T-2.

Tabla T - 2: Cubicación estimada de empréstitos locales

| Empréstito | Sector | Dm [Km.] | Volumen útil [m ³] | Observaciones |
|------------|----------------------|--------------|---------------------------------------|-------------------|
| E1 | Eje Principal /Eje 1 | 0.000 | 65.104 | arena fina |
| E2 | Eje Principal | 10.000 | 2.646 | Arena – conchilla |
| E3 | Eje Principal | 11.500 | 11.520 | Arena – conchilla |
| E4 | Eje Principal | 12.600 | 9.000 | Arena – conchilla |
| E5 | Eje 5 | 0.000 | 11.489 | arena fina |

En esta tabla se puede observar que el volumen total disponible corresponde aproximadamente a 100.000 m³, correspondiendo el mayor volumen al empréstito definido como arena fina (E1+E5), el que aporta aproximadamente el 65% del volumen total, siendo el empréstito arena - conchilla (E2+E3+E4) responsable de aportar el 35% restante.

Es importante destacar, la exploración realizada a la punta norte de la isla para evaluar un posible empréstito, observando que esa depositación corresponde principalmente a material arcilloso, con una duna muy superficial y al parecer es un lugar de reproducción de aves, por lo que esta opción fue descartada.

3.1.2 Toma de muestras

El proceso de toma de muestras así como los ensayos e informes de laboratorio fueron encargados a la empresa MF - Ingeniería de Fundaciones Ltda.

La exploración de suelos y la toma de muestras, se ejecutó en cada calicata, de acuerdo a las normas de Laboratorio de la Dirección Nacional de Vialidad

(Instructivo ORD N° 0687 del 23/11/2000), incluyendo para cada calicata la siguiente información:

- Identificación: Ubicación, Muestra N°, Pozo N°, Horizonte N°, Cotas del Horizonte (m)
- Clasificación de Suelos y Propiedades índices: Granulometría y Límites de Atterberg, Clasificación AASHTO y USCS
- Densidades "in situ"
- Relación Humedad-Densidad y Razón de Soporte: Proctor Modificado y CBR
- Estratigrafía: Descripción Visual-Manual de suelos

Agrupación: De acuerdo a las tolerancias exigidas en el instructivo.

Se realiza un muestreo por cada zona de empréstitos descartando aquella con menor aporte volumétrico. De esta manera fueron ejecutados cuatro pozos (E1, E3, E4 y E5) cuya estratigrafía se puede apreciar, al final de este capítulo, en las tablas T-3, T-4, T-5 y T-6. Por razones de costo, sólo se solicita ensayos de clasificación de muestras y CBR para los pozos E1, E3 y E5. El resultado de estos ensayos, corresponde a los documentos entregados por MF - Ingeniería de Fundaciones Ltda., los que pueden ser revisados al final de este capítulo.

3.1.3 Resultados

De la exploración realizada a la zona del proyecto, la morfología del territorio y los ensayos realizados, es posible concluir lo siguiente:

- No es posible encontrar en la isla material granular del tipo grava con factibilidad de ser usadas en el proyecto. Las gravas encontradas carecen de las características físicas mínimas requeridas por lo que se ha descartado su utilización.

- No existen en la isla formaciones rocosas que permitan obtener mediante medios mecanizados material granular factible de ser utilizado en el proyecto.
- El material encontrado en la isla clasifica como SP (arena).
- El material granular para la estructura de las diferentes alternativas de pavimentos deberá ser importado desde el continente o se deberá considerar mezclas del tipo arena-asfalto o arena-cemento según lo estime el proyectista a la luz de los antecedentes y los ensayos.
- Existe en la isla, abundante cantidad de arenas de tamaño fino a medio, estructura homogénea, baja humedad y nula plasticidad que puede perfectamente ser utilizado en la confección de la subrasante del proyecto.

3.2 CATASTRO DE CANTERAS EN ZONA CONTINENTAL

Dados los resultados obtenidos de la exploración realizada, a la zona del proyecto y los posteriores ensayos ejecutados, se hace imprescindible obtener información relativa a la existencia de áridos en un radio cercano a alguno de los puntos de embarque cercanos a la isla.

En este contexto y dado que los puntos posibles de embarque se encuentran en un radio no mayor a 100 millas náuticas (1nmi = 1852 Km.), se analizan canteras con ubicación lo más próxima a estos puntos y cuya producción cumpla con la calidad requerida y los volúmenes solicitados.

En general estas canteras se encuentran ubicadas en su mayoría en la denominada tercera zona, según la clasificación utilizada por la Comisión Nacional de Áridos-MOP-MINVU-CCHC, correspondiente a la región ubicada entre el río Aconcagua por el norte y el río Bío-Bío por el sur.

Las canteras en estudio se encuentran asociadas a cuencas principalmente del río Itata, río Laja, río Carampangue y río Toltén entre otros. Ellas cuentan además con la ventaja de que sus áridos ya han sido usados en obras de infraestructura vial.

La visita de inspección ocular a estas instalaciones permitió verificar equipamiento y capacidad productiva.

3.2.1 Canteras disponibles

Se describe a continuación la muestra de canteras en estudio, indicando el tipo de producción y su distancia a los puntos de interés.

- Áridos El Boldal Ltda.: Cantera ubicada en las cercanías del río Laja, a 5 Km. del camino Tucapel a Canteras, comuna de Quilleco en la provincia del Bío-Bío. Posee instalaciones de primer nivel tanto en equipamiento como en infraestructura contando con todos los permisos ambientales, sanitarios y municipales. Entre sus productos se cuentan arenas, bases estabilizadas (< 2" y < 1 ½"), bolón, grava, gravilla y polvo de roca. Embarque factible más cercano es Coronel, a una distancia aproximada de 210 Km., sin embargo posee estación de transferencia en la ciudad de Concepción ubicada a 40 Km. de Coronel.
- Arenas Bío-Bío S.A.: Cantera ubicada en la ribera norte del río Bío-Bío, en la ciudad de Concepción. Posee instalaciones de calidad en lo referente a equipos e infraestructura. Cuenta con todos los permisos respectivos. Los productos que ofrece son arena, chancado 1 ½", gravilla ¾", estabilizados bajo 1 ½" y bolones. Posee en forma adicional el servicio de ensacado. Se encuentra ubicada a 40 Km. de Coronel.
- Áridos Marcelo Parra G.: Cantera ubicada en la ciudad de Temuco. Sus productos son arenas, gravillas, gravas, bolones, bases estabilizadas (< 2" y < 1 ½"). El embarque factible más cercano es el embarcadero de Tirúa ubicado a 130 Km. aproximadamente (55 Km. en camino ripiado).

- Áridos Trongol: Cantera ubicada en la ciudad de Carampangue, comuna de Arauco. Posee instalaciones de mediana calidad, pero tiene capacidad para abastecer el proyecto en caso de ser necesario. Se encuentra ubicado en las cercanías del Puerto de Coronel (30 Km.) y el embarcadero de la caleta de Llico (43 km.).
- Adrimaq Ltda.: Cantera ubicada en el sector de Lo Rojas, comuna de Coronel, posee instalaciones medianas pero no tiene problemas para suplir la demanda del proyecto. Sus productos son arenas, gravillas y bases estabilizadas (< 1 ½”). Esta cantera se encuentra ubicada en la periferia de Coronel y a 75 Km. del embarcadero de la caleta de Llico.

3.2.2 Selección de canteras

La selección de la cantera a utilizar como suministradora de áridos para el proyecto dependerá de los siguientes factores:

- Calidad del producto árido; esto implica cumplir con las granulometrías requeridas por el proyecto
- Capacidad de producción; esto necesariamente implica una producción continúa de material que no provoque eventuales retrasos al proyecto
- Precio de venta
- Distancia al punto de embarque (costo de transporte)
- Otros; por ejemplo servicio de ensacado, material puesto en puerto, etc.
- Dado que la evaluación y selección correspondiente al punto de embarque será realizada en el capítulo 5, esta muestra en estudio se ajusta a una preselección que será definida en esa etapa.

Tabla T - 3: Estratigrafía del pozo E1

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--|---------------|
| Cota Napa de Agua(m) | No detectada | | POZO 1 |
| Fecha de Observación | 21-4-2008 | | E-1 |

| HORIZONTE | Cotas Límites [m] | Espesor [m] | Descripción del Material |
|------------------|--------------------------------|--------------------------|---|
| H-1 | 0.00 0.20 | 0.30 | Capa vegetal. |
| H-2 | 0.20 1.50 | Indefinido | Suelo natural. Arena fina Color amarillo, olor térreo, Compacidad suelta, humedad baja, Estructura homogénea, Plasticidad nula. |
| H-3 | | | |
| H-4 | | | |
| H-5 | | | |

OBSERVACIONES:

Calicata ubicada frente a Km. 0.030. Acceso aeródromo.

Tabla T - 4: Estratigrafía del pozo E3

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--|---------------|
| Cota Napa de Agua(m) | No detectada | | POZO 3 |
| Fecha de Observación | 25-4-2008 | | E-3 |

| HORIZONTE | Cotas Límites [m] | Espesor [m] | Descripción del Material |
|------------------|--------------------------------|--------------------------|---|
| H-1 | 0.00 1.50 | Indefinido | Suelo natural. Arena fina a media Color gris claro, olor térreo, Compacidad suelta, humedad baja, Estructura homogénea, Plasticidad nula. |
| H-2 | | | |
| H-3 | | | |
| H-4 | | | |
| H-5 | | | |

OBSERVACIONES:

Calicata ubicada en Km10.000 (aproximadamente)

Tabla T - 5: Estratigrafía del pozo E4

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--|---------------|
| Cota Napa de Agua(m) | No detectada | | POZO 4 |
| Fecha de Observación | 25-4-2008 | | E-4 |

| HORIZONTE | Cotas Límites [m] | Espesor [m] | Descripción del Material |
|------------------|--------------------------------|--------------------------|---|
| H-1 | 0.00 1.00 | Indefinido | Suelo natural. Arena media Color café claro, sin olor, Compacidad suelta, humedad baja, Estructura homogénea, Plasticidad nula. |
| H-2 | | | |
| H-3 | | | |
| H-4 | | | |
| H-5 | | | |

OBSERVACIONES:

Calicata ubicada en Km12.600 aproximadamente.

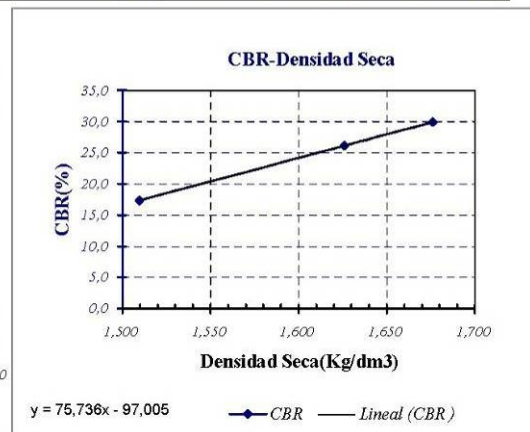
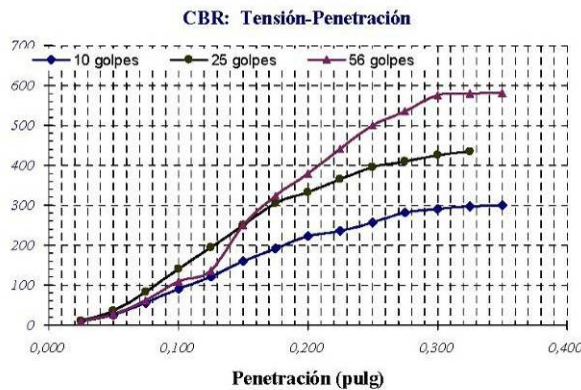
Tabla T - 6: Estratigrafía del pozo E5

| | | | |
|-----------------------------|--------------|--|---------------|
| Cota Napa de Agua(m) | No detectada | | POZO 5 |
| Fecha de Observación | 25-4-2008 | | E-5 |

| HORIZONTE | Cotas Límites [m] | Espesor [m] | Descripción del Material |
|------------------|--------------------------------|--------------------------|--|
| H-1 | 0.00 1.00 | Indefinido | Suelo natural. Arena media. Color café claro, sin olor, Compacidad suelta, humedad baja, Estructura homogénea, Plasticidad nula. |
| H-2 | | | |
| H-3 | | | |
| H-4 | | | |
| H-5 | | | |

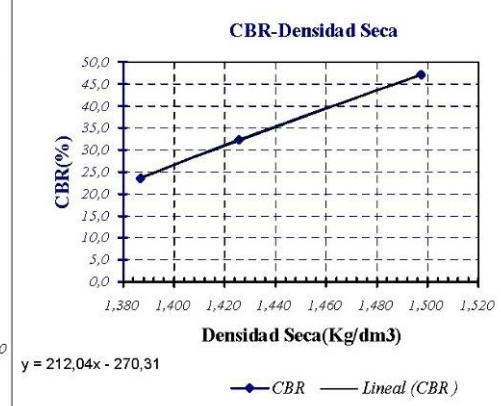
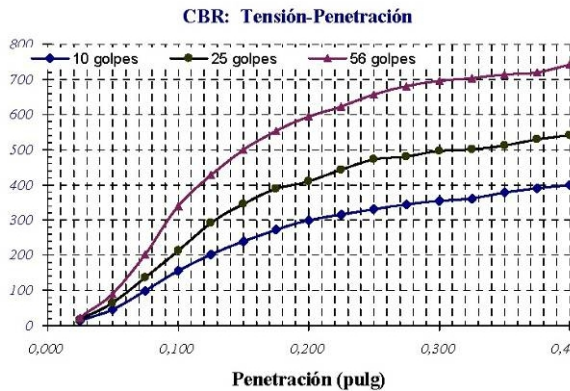
Ensayo E - 1:

| ENSAYE CBR, LNV 92 | | | | | Calibración Anillo de CBR | | | | | | | | | |
|---|-------|---------|---------|------|---------------------------|-------|---------|---------|------|-----------|-------|---------|---------|------|
| Proyecto: Circunvalación Isla Mocha | | | | | Calicata: E-1 | | | | | | | | | |
| Fecha: 04/06/2008 | | | | | Grupo #: | | | | | | | | | |
| Clasificación ASTM D 2487 : SP(A-2-4) | | | | | y=mx+b | | | | | | | | | |
| Densidad de terreno: | | | | | m b | | | | | | | | | |
| Densidad Húmeda: 1,519 Kg/dm3 | | | | | 1,64 -9,3 | | | | | | | | | |
| Humedad Natural: 4,8% | | | | | 1,5 0 si x<200 | | | | | | | | | |
| Densidad Seca: 1,449 gr/cm3 | | | | | | | | | | | | | | |
| % de Compactación: 86,5% | | | | | | | | | | | | | | |
| Método Proctor: | | | | | | | | | | | | | | |
| AASHTO T 99: Peso Molde +Material: 8.369,0 8.419,0 8.616,0 grs | | | | | | | | | | | | | | |
| ASTM D 698: Peso Molde: 4.825,0 4.663,0 4.782,0 grs | | | | | | | | | | | | | | |
| AASHTO T 180: X Peso Material Húmedo: 3.544,0 3.756,0 3.834,0 grs | | | | | | | | | | | | | | |
| ASTM D 1557: Vol.Molde: 2.128,0 2.123,0 2.114,0 cm3 | | | | | | | | | | | | | | |
| Método: B Densidad Max.Húmeda: 1,665 1,769 1,814 gr/cm3 | | | | | | | | | | | | | | |
| G= 2,65 % Humedad(ensaye): 10,3% 8,8% 8,2% | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 10g 25g 56g | | | | | | | | | |
| | | | | | 0,1 90 140 108 | | | | | | | | | |
| | | | | | 0,2 222 332 379 | | | | | | | | | |
| | | | | | 0,3 291 425 576 | | | | | | | | | |
| | | | | | 0,1 90 140 108 | | | | | | | | | |
| | | | | | 0,2 222 332 379 | | | | | | | | | |
| | | | | | 0,3 291 425 576 | | | | | | | | | |
| Densidad Max. Seca, DMCS: 1,510 1,626 1,676 gr/cm3 | | | | | | | | | | | | | | |
| CBR: 17,3 26,2 29,9 | | | | | | | | | | | | | | |
| Corrección por origen | | | | | NO NO NO | | | | | | | | | |
| Preparación Muestra: | | | | | CBR(95% DMCS)= 23,6 | | | | | | | | | |
| Húmeda: X Lectura Inicial Hinchamiento: 0 0 0 | | | | | m= 75,74 | | | | | | | | | |
| Seca: Lectura Final: 0 0 0 | | | | | b= -97,00 | | | | | | | | | |
| % Hinchamiento: 0,00% 0,00% 0,00% | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 golpes | | | | | 25 golpes | | | | | 56 golpes | | | | |
| Lectura | Carga | Penetr. | Tensión | CBR | Lectura | Carga | Penetr. | Tensión | CBR | Lectura | Carga | Penetr. | Tensión | CBR |
| Dial | Kg | Pulg. | psi | (%) | Dial | Kg | Pulg. | psi | (%) | Dial | Kg | Pulg. | psi | (%) |
| 0 | 0 | 0,000 | 0 | | 0 | 0 | 0,000 | 0 | | 0 | 0 | 0,000 | 0 | |
| 9 | 14 | 0,025 | 10 | | 10 | 15 | 0,025 | 11 | | 9 | 14 | 0,025 | 10 | |
| 25 | 38 | 0,050 | 28 | | 35 | 53 | 0,050 | 39 | | 26 | 39 | 0,050 | 29 | |
| 55 | 83 | 0,075 | 61 | | 83 | 125 | 0,075 | 91 | | 62 | 93 | 0,075 | 68 | |
| 90 | 135 | 0,100 | 99 | 9,9 | 140 | 210 | 0,100 | 154 | 15,4 | 108 | 162 | 0,100 | 119 | 11,9 |
| 120 | 180 | 0,125 | 132 | | 193 | 290 | 0,125 | 212 | | 136 | 204 | 0,125 | 150 | |
| 160 | 240 | 0,150 | 176 | | 250 | 401 | 0,150 | 294 | | 250 | 401 | 0,150 | 294 | |
| 191 | 287 | 0,175 | 210 | | 305 | 491 | 0,175 | 360 | | 323 | 520 | 0,175 | 382 | |
| 222 | 355 | 0,200 | 260 | 17,3 | 332 | 535 | 0,200 | 392 | 26,2 | 379 | 612 | 0,200 | 449 | 30 |
| 235 | 376 | 0,225 | 276 | | 365 | 589 | 0,225 | 432 | | 441 | 714 | 0,225 | 524 | |
| 256 | 411 | 0,250 | 301 | | 395 | 639 | 0,250 | 468 | | 500 | 811 | 0,250 | 595 | |
| 281 | 452 | 0,275 | 331 | | 410 | 663 | 0,275 | 486 | | 535 | 868 | 0,275 | 637 | |
| 291 | 468 | 0,300 | 343 | 18,1 | 425 | 688 | 0,300 | 504 | 26,5 | 576 | 935 | 0,300 | 686 | 36 |
| 297 | 478 | 0,325 | 350 | | 435 | 704 | 0,325 | 516 | | 580 | 942 | 0,325 | 691 | |
| 300 | 483 | 0,350 | 354 | | 0 | 0 | 0,350 | 0 | | 581 | 944 | 0,350 | 692 | |
| 0 | 0 | 0,375 | 0 | | 0 | 0 | 0,375 | 0 | | 0 | 0 | 0,375 | 0 | |
| 0 | 0 | 0,400 | 0 | 0,0 | 0 | 0 | 0,400 | 0 | 0,0 | 0 | 0 | 0,400 | 0 | 0 |



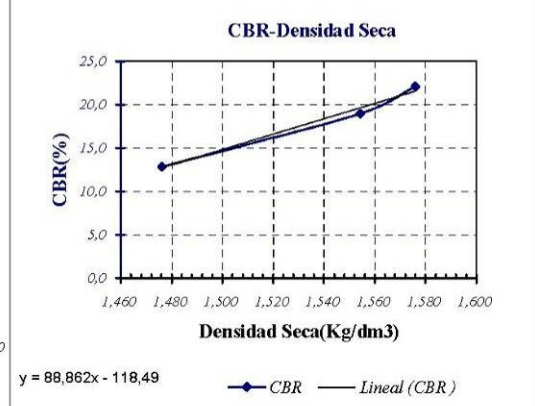
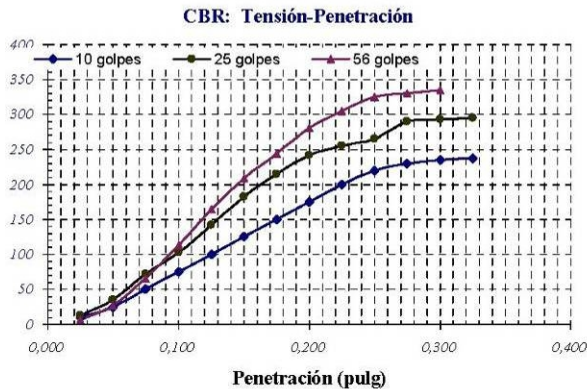
Ensayo E - 2:

| ENSAYE CBR, LNV 92 | | | | | | Calibración Anillo de CBR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------|---|---------|----------|-----------------------|---------|-------|---------|----------------|------|-----|-----|-----------------|------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Proyecto: Circunvalación Isla Mocha | | Calculata: E-3 | | Grupo #: | | y=mx+b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha: 10/06/2008 | | Clasificación ASTM D 2487 : SP(A-1b) | | | | m | b | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Densidad de terreno: | | Densidad Húmeda: | 1,489 Kg/dm ³ | | | 1,64 | -9,3 | si x<200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Humedad Natural | 8,9% | | | 1,5 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Densidad Seca: | 1,367 gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | % de Compactación: | 91,3% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Método Proctor: | | 10g | 25g | 56g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AASHTO T 99: | | Peso Molde+Material: | 7.904,0 | 8.113,0 | 8.097,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ASTM D 698: | | Peso Molde: | 4.623,0 | 4.769,0 | 4.596,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AASHTO T 180: X | | Peso Material Húmedo: | 3.281,0 | 3.344,0 | 3.501,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ASTM D 1557: | | Vol.Molde: | 2.141,0 | 2.146,0 | 2.137,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metodo: B | | Densidad Max.Húmeda: | 1,532 | 1,538 | 1,638 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | % Humedad(ensaye): | 10,3% | 9,3% | 9,4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G= 2,65 | | % Humedad(inmersión): | 34,4% | 32,4% | 29,0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Densidad Max. Seca, DMCS: | 1,387 | 1,426 | 1,498 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | CBR: | 23,5 | 32,3 | 47,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación Muestra: | | | | | | <table border="1"> <tr> <td>10g</td> <td>25g</td> <td>56g</td> </tr> <tr> <td>0.1</td> <td>156</td> <td>213</td> <td>339</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>299</td> <td>409</td> <td>593</td> </tr> <tr> <td>0.3</td> <td>354</td> <td>496</td> <td>696</td> </tr> <tr> <td>0.1</td> <td>156</td> <td>213</td> <td>339</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>299</td> <td>409</td> <td>593</td> </tr> <tr> <td>0.3</td> <td>354</td> <td>496</td> <td>696</td> </tr> </table> | | | 10g | 25g | 56g | 0.1 | 156 | 213 | 339 | 0.2 | 299 | 409 | 593 | 0.3 | 354 | 496 | 696 | 0.1 | 156 | 213 | 339 | 0.2 | 299 | 409 | 593 | 0.3 | 354 | 496 | 696 |
| 10g | 25g | 56g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.1 | 156 | 213 | 339 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.2 | 299 | 409 | 593 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.3 | 354 | 496 | 696 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.1 | 156 | 213 | 339 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.2 | 299 | 409 | 593 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.3 | 354 | 496 | 696 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | <table border="1"> <tr> <td>Corrección por origen</td> <td>NO</td> <td>NO</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>CBR(95% DMCS)=</td> <td colspan="3">31,3</td> </tr> <tr> <td>CBR(Dens.Nat.)=</td> <td colspan="3">19,6</td> </tr> <tr> <td>m=</td> <td colspan="3">212,04</td> </tr> <tr> <td>b=</td> <td colspan="3">-270,31</td> </tr> </table> | | | Corrección por origen | NO | NO | NO | CBR(95% DMCS)= | 31,3 | | | CBR(Dens.Nat.)= | 19,6 | | | m= | 212,04 | | | b= | -270,31 | | | | | | | | | |
| Corrección por origen | NO | NO | NO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CBR(95% DMCS)= | 31,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CBR(Dens.Nat.)= | 19,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| m= | 212,04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| b= | -270,31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Húmeda: X | | Lectura Inicial Hinchamiento: | | 0 0 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Seca: | | Lectura Final: | | 0 0 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | % Hinchamiento: | | 0,00% | | 0,00% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 10 golpes | | 25 golpes | | 56 golpes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lectura | Carga | Penetr. | Tensión | CBR | Lectura | Carga | Penetr. | Tensión | CBR | Lectura | Carga | Penetr. | Tensión | CBR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dial | Kg | Pulg. | psi | (%) | Dial | Kg | Pulg. | psi | (%) | Dial | Kg | Pulg. | psi | (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0,000 | 0 | 0 | | 0 | 0,000 | 0 | 0 | | 0 | 0,000 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 20 | 0,025 | 14 | | 17 | 26 | 0,025 | 19 | | 23 | 35 | 0,025 | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | 68 | 0,050 | 50 | | 65 | 98 | 0,050 | 72 | | 89 | 134 | 0,050 | 98 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 98 | 147 | 0,075 | 108 | | 136 | 204 | 0,075 | 150 | | 202 | 322 | 0,075 | 236 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 156 | 234 | 0,100 | 172 | 17,2 | 213 | 340 | 0,100 | 249 | 24,9 | 339 | 547 | 0,100 | 401 | 40,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 202 | 322 | 0,125 | 236 | | 291 | 468 | 0,125 | 343 | | 427 | 691 | 0,125 | 507 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 240 | 384 | 0,150 | 282 | | 346 | 558 | 0,150 | 409 | | 500 | 811 | 0,150 | 595 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 272 | 437 | 0,175 | 320 | | 389 | 629 | 0,175 | 461 | | 554 | 899 | 0,175 | 659 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 299 | 481 | 0,200 | 353 | 23,5 | 409 | 661 | 0,200 | 485 | 32,3 | 593 | 963 | 0,200 | 706 | 47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 316 | 509 | 0,225 | 373 | | 442 | 716 | 0,225 | 525 | | 622 | 1.011 | 0,225 | 741 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 331 | 534 | 0,250 | 391 | | 472 | 765 | 0,250 | 561 | | 656 | 1.067 | 0,250 | 782 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 344 | 555 | 0,275 | 407 | | 480 | 778 | 0,275 | 570 | | 680 | 1.106 | 0,275 | 811 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 354 | 571 | 0,300 | 419 | 22,0 | 496 | 804 | 0,300 | 590 | 31,0 | 696 | 1.132 | 0,300 | 830 | 44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 361 | 583 | 0,325 | 427 | | 501 | 812 | 0,325 | 596 | | 703 | 1.144 | 0,325 | 839 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 379 | 612 | 0,350 | 449 | | 511 | 829 | 0,350 | 608 | | 714 | 1.162 | 0,350 | 852 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 391 | 632 | 0,375 | 463 | | 529 | 858 | 0,375 | 629 | | 720 | 1.172 | 0,375 | 859 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 400 | 647 | 0,400 | 474 | 20,6 | 541 | 878 | 0,400 | 644 | 28,0 | 741 | 1.206 | 0,400 | 884 | 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Ensayo E - 3:

| ENSAYE CBR, LNV 92 | | | | Calibración Anillo de CBR | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------|---|---------|-------------------------------|---------|--------------------------|---------|---------|------|---------|-------|---------|---------|------|
| Proyecto: Circunvalación Isla Mocha | | Calicata: E-5 | | $y=mx+b$ | | | | | | | | | | |
| Fecha: 04/06/2008 | | Grupo #: SP(A-3) | | m | | b | | | | | | | | |
| Densidad de terreno: | | Densidad Húmeda: 1,497 Kg/dm ³ | | 1,64 | | -9,3 | | | | | | | | |
| | | Humedad Natural: 3,5% | | 1,5 | | 0 si $x < 200$ | | | | | | | | |
| | | Densidad Seca: 1,446 gr/cm ³ | | | | | | | | | | | | |
| | | % de Compactación: 91,8% | | | | | | | | | | | | |
| Método Proctor: | | 10g | | 25g | | 56g | | | | | | | | |
| AASHTO T 99: | | Peso Molde+Material: 8.257,0 | | 8.395,0 | | 8.428,0 grs | | | | | | | | |
| ASTM D 698: | | Peso Molde: 4.769,0 | | 4.798,0 | | 4.811,0 grs | | | | | | | | |
| AASHTO T 180: X | | Peso Material Húmedo: 3.488,0 | | 3.597,0 | | 3.617,0 grs | | | | | | | | |
| ASTM D 1557: | | Vol.Molde: 2.146,0 | | 2.141,0 | | 2.123,0 cm ³ | | | | | | | | |
| Metodo: B | | Densidad Max.Húmeda: 1,625 | | 1,680 | | 1,704 gr/cm ³ | | | | | | | | |
| G= 2,66 | | % Humedad(ensaye): 10,1% | | 8,1% | | 8,1% | | | | | | | | |
| | | % Humedad(immersion): 30,1% | | 26,7% | | 25,9% | | | | | | | | |
| | | Densidad Max. Seca, DMCS: 1,476 | | 1,554 | | 1,576 gr/cm ³ | | | | | | | | |
| | | CBR: 12,8 | | 18,9 | | 22,1 | | | | | | | | |
| | | | | | | 10g | | | | | | | | |
| | | | | | | 25g | | | | | | | | |
| | | | | | | 56g | | | | | | | | |
| | | | | 0.1 | | 75 | | | | | | | | |
| | | | | 0.2 | | 175 | | | | | | | | |
| | | | | 0.3 | | 235 | | | | | | | | |
| | | | | 0.1 | | 75 | | | | | | | | |
| | | | | 0.2 | | 175 | | | | | | | | |
| | | | | 0.3 | | 235 | | | | | | | | |
| | | | | 0.1 | | 75 | | | | | | | | |
| | | | | 0.2 | | 175 | | | | | | | | |
| | | | | 0.3 | | 235 | | | | | | | | |
| | | | | Corrección por origen | | NO | | | | | | | | |
| | | | | NO | | NO | | | | | | | | |
| | | | | NO | | NO | | | | | | | | |
| | | | | CBR(95%DMCS)= | | 14,6 | | | | | | | | |
| | | | | CBR(Dens.Nat.)= | | 10,0 | | | | | | | | |
| Preparación Muestra: | | Húmeda: X | | Lectura Inicial Hinchamiento: | | 0 | | | | | | | | |
| | | Seca: | | Lectura Final: | | 0 | | | | | | | | |
| | | | | % Hinchamiento: | | 0,00% | | | | | | | | |
| | | | | | | 0,00% | | | | | | | | |
| | | | | | | 0,00% | | | | | | | | |
| | | 10 golpes | | 25 golpes | | 56 golpes | | | | | | | | |
| Lectura | Carga | Penetr. | Tensión | CBR | Lectura | Carga | Penetr. | Tensión | CBR | Lectura | Carga | Penetr. | Tensión | CBR |
| Dial | Kg | Pulg. | psi | (%) | Dial | Kg | Pulg. | psi | (%) | Dial | Kg | Pulg. | psi | (%) |
| 0 | 0 | 0,000 | 0 | | 0 | 0 | 0,000 | 0 | | 0 | 0 | 0,000 | 0 | |
| 10 | 15 | 0,025 | 11 | | 13 | 20 | 0,025 | 14 | | 7 | 11 | 0,025 | 8 | |
| 25 | 38 | 0,050 | 28 | | 35 | 53 | 0,050 | 39 | | 27 | 41 | 0,050 | 30 | |
| 50 | 75 | 0,075 | 55 | | 72 | 108 | 0,075 | 79 | | 66 | 99 | 0,075 | 73 | |
| 75 | 113 | 0,100 | 83 | 8,3 | 103 | 155 | 0,100 | 113 | 11,3 | 113 | 170 | 0,100 | 124 | 12,4 |
| 100 | 150 | 0,125 | 110 | | 142 | 213 | 0,125 | 156 | | 164 | 246 | 0,125 | 180 | |
| 125 | 188 | 0,150 | 138 | | 182 | 273 | 0,150 | 200 | | 209 | 333 | 0,150 | 245 | |
| 150 | 225 | 0,175 | 165 | | 215 | 343 | 0,175 | 252 | | 244 | 391 | 0,175 | 287 | |
| 175 | 263 | 0,200 | 193 | 12,8 | 242 | 388 | 0,200 | 284 | 18,9 | 281 | 452 | 0,200 | 331 | 22 |
| 200 | 319 | 0,225 | 234 | | 255 | 409 | 0,225 | 300 | | 305 | 491 | 0,225 | 360 | |
| 220 | 352 | 0,250 | 258 | | 265 | 425 | 0,250 | 312 | | 325 | 524 | 0,250 | 384 | |
| 230 | 368 | 0,275 | 270 | | 290 | 466 | 0,275 | 342 | | 330 | 532 | 0,275 | 390 | |
| 235 | 376 | 0,300 | 276 | 14,5 | 293 | 471 | 0,300 | 346 | 18,2 | 335 | 540 | 0,300 | 396 | 21 |
| 237 | 379 | 0,325 | 278 | | 295 | 475 | 0,325 | 348 | | 0 | 0 | 0,325 | 0 | |
| 0 | 0 | 0,350 | 0 | | 0 | 0 | 0,350 | 0 | | 0 | 0 | 0,350 | 0 | |
| 0 | 0 | 0,375 | 0 | | 0 | 0 | 0,375 | 0 | | 0 | 0 | 0,375 | 0 | |
| 0 | 0 | 0,400 | 0 | 0,0 | 0 | 0 | 0,400 | 0 | 0,0 | 0 | 0 | 0,400 | 0 | 0 |



Ensayo E - 4:

MF-Ingeniería de Fundaciones Ltda.
Estudios de Suelos - Laboratorio

PROYECTO: CAMINO CIRCUNVALACION
ISLA MOCHA
EMPRESTITOS

ENSAYES DE CLASIFICACION DE MUESTRAS

POZOS: E-1 a E-3

IDENTIFICACION :

| | | | |
|------------------|-------|--------|-------|
| Muestra: | 1 | 2 | 3 |
| SONDAJE: | E-1 | E-3 | E-5 |
| Horizonte: | 2 | 1 | 1 |
| Prof. (m) desde: | 0,20 | 0,00 | 0,50 |
| hasta: | 1,50 | 1,00 | 2,00 |
| Km. | 0,030 | 10,000 | 1,240 |

GRANULOMETRIA (% que pasa):

| | | | | |
|--------------------------|----------|------|------|------|
| Bolones sobre 3" : | | | | |
| Tamiz | (mm) | | | |
| 3" | 75,00 | | | |
| 2½" | 63,00 | | | |
| 2" | 50,00 | | | |
| 1½" | 40,00 | | | |
| 1" | 25,00 | | | |
| ¾" | 20,00 | | | |
| ⅜" | 10,00 | | | |
| # 4 | 5,00 | 100 | 100 | |
| # 10 | 2,00 | 100 | 100 | |
| # 40 | 0,50 | 51 | 24 | |
| #200 | 0,08 | 1 | 1 | |
| | | | 0 | |
| <u>Indices y Tamaños</u> | D10(mm): | 0,10 | 0,21 | 0,05 |
| <u>Granulométricos:</u> | D30(mm): | 0,23 | 0,56 | 0,14 |
| | D60(mm): | 0,65 | 0,97 | 0,24 |
| | Cu: | 6,6 | 4,6 | 4,8 |
| | Cc: | 0,9 | 1,5 | 1,6 |

RELACIONES PESO-VOLUMEN:

| | | | |
|--------------------------|-----|-----|-----|
| Humedad Natural (%) | 4,8 | 8,9 | 3,5 |
| Peso Especifico (Kg/dm3) | | | |
| Peso Unit. Hum. (Kg/dm3) | | | |
| Peso Unit. Seco (Kg/dm3) | | | |
| Indice de Huecos | | | |
| Saturacion (%) | | | |

Ind. de Liquidez, IL :

Ind. de Consistencia, IC:

Consistencia:

CONSTANTES HIDRICAS :

| | | | |
|-----|----|----|----|
| LL | | | |
| LP | | | |
| IP | NP | NP | NP |
| LC: | | | |

Ind. de Compresión, Cc:

Compresibilidad:

Expansión:

CLASIFICACION :

| | | | |
|-----------------|-------|------|-----|
| USSC | SP | SP | SP |
| AASHTO | A-2-4 | A-1b | A-3 |
| Indice de grupo | 0 | 0 | 0 |

LL secado al horno: 0 0 0

IV. PROPOSICIÓN DE ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURAS FACTIBLES

4.1 SUELOS DE SUBRASANTE

Para conocer las características del suelo de subrasante, se realiza la confección de 60 calicatas de exploración a lo largo del proyecto. De esta exploración, se seleccionaron aquellas provenientes de los estratos más desfavorables para su posterior ensayo (clasificación, CBR, relación humedad-densidad y densidad y humedad natural).

Adicionalmente aquellos suelos más finos (MH-A3, A4, A5; CH-A7-6; SM-A3, A7-5) fueron ensayados para determinar índices de Liquidez-Consistencia (grado de dureza), el índice de Compresibilidad y el Límite de contracción.

Para el cálculo de CBR de diseño, el proyectista Sr. Julio Torrejón, realiza un análisis de los ensayos de laboratorio y los datos de terreno relacionando la ubicación del estrato de suelo representativo de cada calicata con la cota de la subrasante proyectada en el lugar (Ver Anexo D - Memoria de Cálculo Sr. Julio Torrejón).

4.2 PROPOSICIÓN DE ALTERNATIVAS

La formulación de las tentativas de estructuras factibles para el pavimento corresponde a la proposición presentada por el proyectista Sr. Julio Torrejón en base a la Metodología de Diseño Morin-Todor, los principales antecedentes del anteproyecto (Hidrología, Mecánica de suelos y Medio ambiente), su experiencia personal sobre pavimentos, los comentarios y las sugerencias realizados por los profesionales de Ghisolfo Ingeniería de Consulta.

La vida útil del proyecto ha sido estimada en 20 años en base a los siguientes antecedentes:

- Condiciones complicadas y de alto costo para las faenas de construcción y/o conservación
- Nula existencia de áridos convencionales factibles de explotar en la isla
- Geografía y clima adverso

Dada la imposibilidad de encontrar en la isla, áridos con las características requeridas para el proyecto (ver Capítulo 3) y considerando además los aspectos geográficos del mismo, el proyectista plantea una proposición estructurada mediante una subrasante de arena, proveniente de empréstitos locales, sobre la que se disponen bases y/o sub-bases en forma de combinaciones de arena local y material importado del continente (arena-asfalto, arena-cemento, grava río Itata) para finalmente aplicar distintas coberturas de pavimento (ver Anexo B Planos PT 1 al 8).

En general las actividades a realizar para la conformación de cada una de estas opciones (descripción, alcances, materiales, procedimiento de trabajo, etc.) estarán regidas por las Especificaciones Técnicas Generales de Construcción, Volumen N°5, del Manual de Carreteras del MOPTT (ministerio de Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones). El documento Memoria de Cálculo para el diseño de pavimento de calzada Camino de Circunvalación Isla Mocha, se encuentra incorporado en el Anexo D.

Es importante destacar que para la selección de alternativas, inicialmente se consideraron otras que fueron descartadas por diversos motivos. Entre ellas se puede indicar las siguientes:

- Imprimación reforzada y Estabilizaciones (Bindersol, Probase, Descobond, Permazyme, Base seal); descartadas por consideraciones al dudoso comportamiento de la solución en servicio.

- Estructuras CAPRO (Otta seal, Cape seal, Micro aglomerados, Capas de mezclas asfálticas convencionales o especiales); estructuras no aplicables por razones técnicas y/o altos costos de transporte.
- Pavimento de Hormigón; por considerar que es una solución de muy alto costo dadas las características del proyecto.

En base a los antecedentes recogidos durante el transcurso del estudio y las características particulares del proyecto, la proposición de alternativas de pavimentos que han sido consideradas factibles de evaluación son las indicadas en el siguiente detalle:

4.2.1 Tratamiento superficial doble (D.T.S.) - Lechada Asfáltica Convencional

4.2.1.1 Estructura convencional (base granular)

Subrasante:

Características

- § CBR \geq 15%
- § e min=0.4 m

Material

- § Arena local

Metodología

- § Sección 5.209, volumen N°5, Manual de Carreteras.

Sub-Base granular:

Características

- § CBR \geq 25%
- § e min=0.18 m

Material

§ Arena proveniente de empréstitos E1 y/o E3.

Metodología

§ Sección 5.301, volumen N°5, Manual de Carreteras.

Base granular:

Características

§ CBR \geq 100%

§ e min=0.15 m

Material

§ Grava-arena (chancado) de río Itata u otra fuente de áridos de calidad similar.

Metodología

§ Sección 5.302, volumen N°5, Manual de Carreteras.

Cobertura:

Características

§ D.T.S.

Material

§ Primer asfáltico

§ Asfalto CRS-2

§ Lechada Asfalto CSS-1H

§ Grava de río Itata u otra fuente de áridos de calidad similar

Metodología

- § Sección 5.406, volumen N°5, Manual de Carreteras, para Lechada asfáltica.
- § Sección 5.407, volumen N°5, Manual de Carreteras, para D.T.S.

Conservación:

Rutinaria (permanente)

- § Equipo elemental para bachear con provisión de mezcla asfáltica prefabricada (ensacada), u otro procedimiento más económico.
- § Equipo de riego manual para sellar fisuras, grietas o áreas pequeñas.

Diferida (cada 5 a 8 años)

- § Bacheo
- § Lechada Asfáltica, con áridos exteriores a la isla, aunque se podría usar en proporción menor la arena local, combinada con arena del río Itata (u otra de esa calidad).

4.2.1.2 Estructura no convencional (base arena-asfalto)

Subrasante:

Características

- § $CBR \geq 15\%$
- § $e_{min} = 0.4 \text{ m}$

Material

- § Arena local

Metodología

- § Sección 5.209, volumen N°5, Manual de Carreteras.

Sub-Base granular:

Características

- § CBR \geq 25%
- § e min=0.18 m

Material

- § Arena proveniente de empréstitos E1 y/o E3.

Metodología

- § Sección 5.301, volumen N°5, Manual de Carreteras.

Base arena-asfalto:

Características

- § Estabilidad Marshall \geq 2.000 Newton o CBR \geq 120
- § e min=0.15 m

Material

- § Arena local
- § Emulsión asfáltica

Metodología

- § Sección 5.306, volumen N°5, Manual de Carreteras

Cobertura:

Características

- § D.T.S.

Materiales

- § Primer asfáltico
- § Asfalto CRS-2
- § Lechada Asfalto CSS-1H
- § Grava de río Itata u otra fuente de áridos de calidad similar

Metodología

§ Sección 5.406, volumen N°5, Manual de Carreteras, para Lechada asfáltica.

§ Sección 5.407, volumen N°5, Manual de Carreteras, para D.T.S.

Conservación:

Rutinaria (permanente)

§ Equipo elemental para bachear con provisión de mezcla asfáltica prefabricada (ensacada), u otro procedimiento más económico.

§ Equipo de riego manual para sellar fisuras, grietas o áreas pequeñas.

Diferida (cada 5 a 8 años)

§ Bacheo

§ Lechada Asfáltica, con áridos exteriores a la isla, aunque se podría usar en proporción menor la arena local, combinada con arena del río Itata (u otra de esa calidad).

4.2.1.3 Estructura no convencional (base arena-cemento)

Subrasante:

Características

§ $CBR \geq 15\%$

§ $e_{min}=0.4 \text{ m}$

Material

§ Arena local

Metodología

§ Sección 5.209, volumen N°5, Manual de Carreteras.

Sub-Base granular:

Características

- § CBR \geq 25%
- § e min=0.18 m

Material

- § Arena proveniente de empréstitos E1 y/o E3

Metodología

- § Sección 5.301, volumen N°5, Manual de Carreteras.

Base arena-cemento:

Características

- § Resistencia mecánica a la compresión \geq 2.5 MPa.
- § e min=0.15 m

Material

- § Arena local
- § Cemento corriente

Metodología

- § Sección 5.304, volumen N°5, Manual de Carreteras.

Cobertura:

Características

- § D.T.S.

Materiales

- § Primer asfáltico

- § Asfalto CRS-2
- § Lechada Asfalto CSS-1H
- § Grava de río Itata u otra fuente de áridos de calidad similar

Metodología

- § Sección 5.406, volumen N°5, Manual de Carreteras, para Lechada asfáltica.
- § Sección 5.407, volumen N°5, Manual de Carreteras, para D.T.S.

Conservación:

Rutinaria (permanente)

- § Equipo elemental para bachear con provisión de mezcla asfáltica prefabricada (ensacada), u otro procedimiento más económico.
- § Equipo de riego manual para sellar fisuras, grietas o áreas pequeñas.

Diferida (cada 5 a 8 años)

- § Bacheo
- § Lechada Asfáltica, con áridos exteriores a la isla, aunque se podría usar en proporción menor la arena local, combinada con arena del río Itata (u otra de esa calidad).

4.2.2 Pavimento de adoquín prefabricado

Subrasante:

Características

- § $CBR \geq 15\%$
- § $e_{min}=0.4 \text{ m}$

Material

- § Arena local

Metodología

- § Sección 5.209, volumen N°5, Manual de Carreteras.

Sub-Base (arena-cemento):

Características

- § CBR \geq 60%
- § e min=0.10 m

Material

- § Arena local
- § Cemento corriente

Metodología

- § Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación (MINVU).

Base granular:

Características

- § e min=0.04 m

Material

- § Arena local

Metodología

- § Cartilla de recomendaciones básicas, Pavimentos de adoquines, Instituto del Cemento y Hormigón (ICH).

Cobertura:

Características

- § Adoquín tipo “A”(según ICH)
- § e = 60 mm
- § Resistencia a la compresión (promedio) $\langle R \rangle = 35$ MPa.

Material

- § Cemento

Metodología

- § Cartilla de recomendaciones básicas, Pavimentos de adoquines, ICH.

Conservación:

Rutinaria (permanente)

- § Reposición de adocretos dañados o reinstalación en zonas deterioradas

Diferida (cada 5 a 8 años)

- § Reposición de sectores dañados o reinstalación de sectores deteriorados

V. 5 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

5.1 LOGÍSTICA PREVIA

5.1.1 Cantidades de obra

El proyecto, se desarrolla en un eje principal y tres ejes secundarios, con una longitud de 27.534 m y una superficie total de 192.737 m² según cubicación general indicada en tablas T-7 y T-8.

Para este esquema y considerando la geometría y especificaciones de cada una de las estructuras propuestas, se estiman los volúmenes totales de terraplén demandados para cada alternativa (Ver tabla T-9 y T-10).

La cantidad total y los pesos de los materiales a utilizar en cada estructura se indican en las tablas T-11 y T-12. Las dosificaciones aplicadas a cada una de las estructuras propuestas, para obtener el peso total de materiales (asfalto, cemento, etc.), se basan en el documento Especificaciones Técnicas Generales del Volumen N°5 del Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Telecomunicaciones.

La relación entre la demanda de material fino requerida por el proyecto y la oferta existente en la isla es verificada, confirmando de esta manera que todo el material fino a utilizar será extraído de los empréstitos locales definidos en este estudio. Los resultados se muestran en la tabla T-13.

Tabla T - 7: Cubicación General por Ejes del Proyecto

| Ejes | Dm | | Longitud | ancho | | | | | Superficies | | | |
|-----------|---------|--------|----------|-------|---------|---------|-------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | inicial | Final | | Tramo | Plataf. | Calzada | Acera | S.A.P. | S/zarpa | Plataforma | Calzada | Acera |
| | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m ²] | [m ²] | [m ²] | [m ²] |
| Principal | 0 | 5.880 | 5.880 | 7 | 6 | 0 | 1 | | 41.160 | 35.280 | 0 | 5.880 |
| | 5.880 | 7.120 | 1.240 | 7,7 | 6 | 1 | 0,5 | | 9.548 | 7.440 | 1.240 | 620 |
| | 7.120 | 9.500 | 2.380 | 7 | 6 | 0 | 1 | | 16.660 | 14.280 | 0 | 2.380 |
| | 9.500 | 11.200 | 1.700 | 8,5 | 6 | 0 | 2 | 0,5 | 14.450 | 10.200 | 0 | 3.400 |
| | 11.200 | 12.800 | 1.600 | 7,5 | 6 | 0 | 1 | 0,5 | 12.000 | 9.600 | 0 | 1.600 |
| | 12.800 | 13.100 | 300 | 8,5 | 6 | 0 | 2 | 0,5 | 2.550 | 1.800 | 0 | 600 |
| | 13.100 | 14.200 | 1.100 | 7 | 6 | 0 | 1 | | 7.700 | 6.600 | 0 | 1.100 |
| | 14.200 | 14.800 | 600 | 7 | 6 | 0 | 1 | | 4.200 | 3.600 | 0 | 600 |
| | 14.800 | 25.696 | 10.896 | 7 | 6 | 0 | 1 | | 76.272 | 65.376 | 0 | 10.896 |
| Eje 1 | 0 | 271 | 271 | 7 | 6 | 0 | 1 | | 1.896 | 1.625 | 0 | 271 |
| Eje 2 | 0 | 312 | 312 | 7 | 6 | 0 | 1 | | 2.183 | 1.871 | 0 | 312 |
| Eje 5 | 0 | 1.378 | 1.378 | 7 | 6 | 0 | 1 | | 9.648 | 8.270 | 0 | 1.378 |
| Totales | | | 27.657 | | | | | | 198.268 | 165.943 | 1.240 | 29.037 |

Tabla T - 8: Cubicación para Soleras y Solerillas

| Ejes | Dm | | Longitud Tramo | Tipo de Solución | | | | |
|-----------|---------|--------|-------------------|------------------|---------|-----------|--------|----------|
| | inicial | Final | | DTS | | Adocreto | | |
| | | | | Solera | S/Zarpa | Solerilla | Solera | S c/Zarp |
| | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] |
| Principal | 0 | 5.880 | 5.880 | | | 11.760 | | |
| | 5.880 | 7.120 | 1.240 | 2480 | | | 2.480 | |
| | 7.120 | 9.500 | 2.380 | | | 4.760 | | |
| | 9.500 | 11.200 | 1.700 | | 1.700 | 3.400 | | 1.700 |
| | 11.200 | 12.800 | 1.600 | | 1.600 | 3.200 | | 1.600 |
| | 12.800 | 13.100 | 300 | | 300 | 600 | | 300 |
| | 13.100 | 14.200 | 1.100 | | | 2.200 | | |
| | 14.200 | 14.800 | 600 | | | | | |
| | 14.800 | 25.696 | 10.896 | | | 21.792 | | |
| Eje 1 | 0 | 271 | 271 | | | 542 | | |
| Eje 2 | 0 | 312 | 312 | | | 624 | | |
| Eje 5 | 0 | 1.378 | 1.378 | | | 2.757 | | |
| Totales | | | 27.657 | 2.480 | 3.600 | 51.634 | 2.480 | 3.600 |

Tabla T - 9: Cubicación Terraplén Solución Asfáltica

| Eje | Perfil | Dm | | Longitud Tramo | Secciones | | | Superficie [m ²] | Volumen [m ³] |
|-----------|----------|---------|--------|-------------------|-----------|-------|-------|----------------------------------|-------------------------------|
| | | inicial | Final | | S1 | S2 | S3 | | |
| | | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | | |
| Principal | Tipo 1 | 0 | 5.880 | 5.880 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 1,6 | 9.273 |
| Principal | Tipo 2 | 5.880 | 7.120 | 1.240 | 0,57 | 0,9 | 0,60 | 2,1 | 2.566 |
| Principal | Tipo 1 | 7.120 | 9.500 | 2.380 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 1,6 | 3.753 |
| | Tipo 3 | 9.500 | 11.200 | 1.700 | 0,225 | 0,65 | | 0,9 | 1.492 |
| | Tipo 4-a | 11.200 | 12.800 | 1.600 | 0,225 | 0,65 | | 0,9 | 1.404 |
| | Tipo 3 | 12.800 | 13.100 | 300 | 0,225 | 0,65 | | 0,9 | 263 |
| Principal | Tipo 1 | 13.100 | 14.200 | 1.100 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 1,6 | 1.735 |
| | Tipo 4-b | 14.200 | 14.800 | 600 | 0,225 | 0,65 | | 0,9 | 527 |
| Principal | Tipo 1 | 14.800 | 25.696 | 10.896 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 1,6 | 17.184 |
| Eje 1 | Tipo 1 | 0 | 271 | 271 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 1,6 | 427 |
| Eje 2 | Tipo 1 | 0 | 312 | 312 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 1,6 | 492 |
| Eje 5 | Tipo 1 | 0 | 1.378 | 1.378 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 1,6 | 2.174 |
| Totales | | | | 27.657 | | | | | 41.291 |

Tabla T - 10: Cubicación Terraplén Solución Adoquín Sub Base arena/cemento e=23cm

| Eje | Perfil | Dm | | Longitud Tramo [m] | Secciones | | | Superficie [m ²] | Volumen [m ³] |
|----------------|----------|------------------|----------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------------|-------------------------------|
| | | inicial [m] | Final [m] | | S1 [m] | S2 [m] | S3 [m] | | |
| Principal | Tipo 1 | 0 | 5.880 | 5.880 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 2 | 9.273 |
| Principal | Tipo 2 | 5.880 | 7.120 | 1.240 | 0,57 | 0,9 | 0,71 | 2 | 2.698 |
| Principal | Tipo 1 | 7.120 | 9.500 | 2.380 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 2 | 3.753 |
| | Tipo 3 | 9.500 | 11.200 | 1.700 | 0,225 | 0,65 | | 1 | 1.492 |
| | Tipo 4-a | 11.200 | 12.800 | 1.600 | 0,225 | 0,65 | | 1 | 1.404 |
| | Tipo 3 | 12.800 | 13.100 | 300 | 0,225 | 0,65 | | 1 | 263 |
| Principal | Tipo 1 | 13.100 | 14.200 | 1.100 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 2 | 1.735 |
| | Tipo 4-b | 14.200 | 14.800 | 600 | 0,225 | 0,65 | | 1 | 527 |
| Principal | Tipo 1 | 14.800 | 25.696 | 10.896 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 2 | 17.184 |
| Eje 1 | Tipo 1 | 0 | 271 | 271 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 2 | 427 |
| Eje 2 | Tipo 1 | 0 | 312 | 312 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 2 | 492 |
| Eje 5 | Tipo 1 | 0 | 1.378 | 1.378 | 0,25 | 0,25 | 1,08 | 2 | 2.174 |
| Totales | | | | 27.657 | | | | | 41.423 |

Tabla T - 11: Cubicación para alternativas de pavimentos : D.T.S. (Tratamiento Superficial Doble)

| Ítem | Descripción de la estructura propuesta | Material seleccionado | S [m ²] | d [kg/m ³] | Dosif. [kg/m ²] | Cant [m] | Cant [m ³] | Peso [ton] |
|---------------|--|------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------|----------------------------|-----------------|
| T-11.1 | D.T.S. (base granular) | | | | | | | 46.636 |
| | Sub rasante: Arena, CBR≥ 15 %, e= 0.20 m | Empréstitos E1-E2-E3-E4-E5 | | | | | 41.291 | |
| | Sub base: Arena, CBR≥ 25 %, e _{min} = 0.18 m | Arena empréstitos E1 y/o E3 | 165.943 | 1.700 | 306,0 | | 29.870 | |
| | Base: Grava-arena, CBR≥ 100%, e _{min} = 0.15 m | Chancado río Itata o similar | 167.183 | 1.600 | 240,0 | | 25.077 | 40.124 |
| | D.T.S.: Imprimante | QLPrime | 167.183 | 970 | 0,9 | | 150 | 146 |
| | Grava | Grava río Itata o similar | 167.183 | 1.500 | 30,0 | | 3.344 | 5.015 |
| | Emulsión asfáltica | CRS-2 | 167.183 | 970 | 2,8 | | 485 | 470 |
| | Sello: Lechada asfáltica | CSS-1H | 167.183 | 970 | 0,8 | | 142 | 138 |
| | Solera (zona urbana) | Solera tipo C | | | | 2.480 | | 148 |
| | Solera (zona cuestas) | Solera con zarpa | | | | 3.600 | | 454 |
| | Aceras | Grava río Itata o similar | | 1.600 | | | 61 | 97 |
| | mortero respaldo | Arena empréstitos isla mocha | | | | | 258 | |
| | | Cemento especial siderúrgico | | 1.200 | | | 37 | 44 |
| T-11.2 | D.T.S. (base arena-asfalto) | | | | | | | 6.650 |
| | Sub rasante: Arena, CBR≥ 15 %, e= 0.20 m | Empréstitos E1-E2-E3-E4-E5 | | | | | 41.291 | |
| | Sub base: Arena, CBR≥ 25 %, e _{min} = 0.18 m | Arena empréstitos E1 y/o E3 | 165.943 | 1.700 | 306,0 | | 29.870 | |
| | Base: Arena-Asfalto, CBR≥ 120%, e _{min} =0.15 m | Arena empréstitos isla mocha | 167.183 | 1.700 | 255,0 | | 25.077 | |
| | D.T.S.: Imprimante | CSS-1H | 167.183 | 970 | 0,8 | | 142 | 138 |
| | Grava | QLPrime | 167.183 | 970 | 0,9 | | 150 | 146 |
| | Emulsión asfáltica | Grava río Itata o similar | 167.183 | 1.500 | 30,0 | | 3.344 | 5.015 |
| | Sello: Lechada asfáltica | CRS-2 | 167.183 | 970 | 2,8 | | 485 | 470 |
| | Solera (zona urbana) | CSS-1H | 167.183 | 970 | 0,8 | | 142 | 138 |
| | Solera (zona cuestas) | Solera tipo C | | | | 2.480 | | 148 |
| | Aceras | Solera con zarpa | | | | 3.600 | | 454 |
| | mortero respaldo | Grava río Itata o similar | | 1.600 | | | 61 | 97 |
| | | Arena empréstitos isla mocha | | | | | 258 | |
| | | Cemento especial siderúrgico | | 1.200 | | | 37 | 44 |
| T-11.3 | D.T.S. (base arena-cemento) | | | | | | | 8.644 |
| | Sub rasante: Arena, CBR≥ 15 %, e= 0.20 m | Empréstitos E1-E2-E3-E4-E5 | | | | | 41.291 | |
| | Sub base: Arena, CBR≥ 25 %, e _{min} = 0.18 m | Arena empréstitos E1 y/o E3 | 165.943 | 1.700 | 306,0 | | 29.870 | |
| | Base: Arena-Cem, Rc≥2.5 MPa, e _{min} = 0.15 m | Arena empréstitos isla mocha | 167.183 | 1.700 | 255,0 | | 25.077 | |
| | D.T.S.: Imprimante | Cemento especial siderúrgico | 167.183 | 1.200 | 12,8 | | 1.776 | 2.132 |
| | Grava | QLPrime | 167.183 | 970 | 0,9 | | 150 | 146 |
| | Emulsión asfáltica | Grava río Itata o similar | 167.183 | 1.500 | 30,0 | | 3.344 | 5.015 |
| | Sello: Lechada asfáltica | CRS-2 | 167.183 | 970 | 2,8 | | 485 | 470 |
| | Solera (zona urbana) | CSS-1H | 167.183 | 970 | 0,8 | | 142 | 138 |
| | Solera (zona cuestas) | Solera tipo C | | | | 2.480 | | 148 |
| | Aceras | Solera con zarpa | | | | 3.600 | | 454 |
| | mortero respaldo | Grava río Itata o similar | | 1.600 | | | 61 | 97 |
| | | Arena empréstitos isla mocha | | | | | 258 | |
| | | Cemento especial siderúrgico | | 1.200 | | | 37 | 44 |

Tabla T - 12: Cubicación para alternativas de pavimentos: Adoquín Prefabricado

| Ítem | Descripción de la estructura propuesta | Material seleccionado | S [m ²] | d [kg/m ³] | Dosif. [kg/m ²] | Cant [m] | Cant [m ³] | Peso [ton] |
|---------------|---|------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------|----------------------------|-----------------|
| T-12.1 | Adocreto | | | | | | | 28.391 |
| | Sub rasante: Arena, CBR≥ 15 %, e= 0.22 m | Empréstitos E1-E2-E3-E4-E5 | | | | | 41.423 | |
| | Sub-base: Arena-Cemento, Rc≥2.5 MPa, e _{min} = 0.23 m | Arena empréstitos isla mocha | 165.943 | 1.700 | 391,0 | | 38.167 | |
| | | Cemento especial siderúrgico | 165.943 | 1.200 | 19,6 | | 2.710 | 3.252 |
| | Base: Arena, e _{min} = 0.04 m | Arena empréstitos isla mocha | 165.943 | 1.700 | 68,0 | | 6.638 | |
| | Cobertura: Adoquín prefabricado, R _{promedio} = 35 MPa | Adocreto recto 6 | 165.943 | 2.400 | 137,5 | | 9.507 | 22.817 |
| | Solerillas de respaldo | Solerillas | | | | 51.634 | | 1.281 |
| | Solera (zona urbana) | Solera Tipo C | | | | 2.480 | | 148 |
| | Solera (zona cuestas) | Solera con Zarpa | | | | 3.600 | | 454 |
| | Aceras | Grava río Itata o similar | | 1.600 | | | 61 | 97 |
| | mortero respaldo + mortero aceras | Arena empréstitos isla mocha | | | | | 1.420 | |
| | | Cemento especial siderúrgico | | 1.200 | | | 201 | 342 |

Tabla T - 13: Resumen Consumo Arena Local según Alternativa

| Ítem | Descripción de la estructura propuesta | Parcial [m ³] | Total [m ³] | Condición de Existencia de Material | Resultado |
|--------|---|------------------------------------|-----------------------------|--|-----------|
| T-11.1 | D.T.S. (base granular) Subrasante (E1-E2-E3-E4-E5) Sub base (E1-E3) Arena mortero | 41.291 29.870 258 | 71.419 | Vol total ocupado < 99.759 m ³ Volumen E1 + E3 ocupado < 76.624 m ³ | OK cumple |
| T-11.2 | D.T.S. (base arena-asfalto) Subrasante (E1-E2-E3-E4-E5) Sub base (E1-E3) Base (E1-E3) Arena mortero | 41.291 29.870 25.077 258 | 96.497 | Vol total ocupado < 99.759 m ³ Volumen E1 + E3 ocupado < 76.624 m ³ | OK cumple |
| T-11.3 | D.T.S. (base arena-cemento) Subrasante (E1-E2-E3-E4-E5) Sub base (E1-E3) Base (E1-E3) Arena mortero | 41.291 29.870 25.077 258 | 96.497 | Vol total ocupado < 99.759 m ³ Volumen E1 + E3 ocupado < 76.624 m ³ | OK cumple |
| T-11.1 | Adocreto Subrasante (E1-E2-E3-E4-E5) Sub base (E1-E3) Base (E1-E3) Arena mortero | 41.423 38.167 6.638 1.420 | 87.648 | Vol total ocupado < 99.759 m ³ Volumen E1 + E3 ocupado < 76.624 m ³ | OK cumple |

5.1.2 Selección del modo de transporte

Como ya se ha dicho, la Isla Mocha posee, como infraestructura de acceso, un aeródromo fiscal, un aeródromo particular y un embarcadero menor. De esta manera las vías de acceso obvias, son la aérea (sólo transporte personal y carga mínima) y la marítima.

Dado el tipo de carga a transportar, los volúmenes comprometidos, las distancias involucradas y la zona considerada, sumado a los comentarios y sugerencias recibidas durante el desarrollo de este trabajo, el autor concuerda con el análisis realizado por Ghisolfo Ingeniería de Consulta, que el transporte más versátil para el traslado marítimo de los materiales e insumos de este proyecto es una embarcación tipo Barcaza con una capacidad de carga útil entre 250 ton a 350 ton.

Se ha constatado, que en general la oferta de este tipo de naves es muy pequeña, encontrándose todas ellas avocadas a satisfacer la creciente demanda de la industria salmonera del sur. Sin embargo, luego de algunas gestiones, se ha podido obtener la oferta de la barcaza “Isla Mancera”.

Esta nave posee las siguientes características:

- Eslora : 75 [m]
- Capacidad de carga : 250 [ton]
- Velocidad crucero : 8 [nmi/h]
- R combustible : 30 [L/h]
- R estiba : 12 [L/h]

5.1.3 Puntos factibles de embarque

Un análisis a la geografía del litoral de la Octava Región, permite identificar cinco puntos posibles de embarque, disponibles en un radio no mayor a 100 [nmi]: Puerto Saavedra, Lebu, Tirúa, Llico y Coronel (ver figura F-4).



Figura F - 4: Puntos factibles de embarque

5.1.3.1 Puerto Saavedra

La ciudad de Puerto Saavedra ($38^{\circ} 47'S$ y $73^{\circ} 23'O$), se ubica a 40 [nmi] al S-E de Isla Mocha. Posee tres pequeños embarcaderos, localizados al interior de la desembocadura del río Imperial, denominados Moncul (ver anexo A, fotografía B-1), Nehueltué (ver anexo A, fotografías B-2) y Saavedra (ver anexo A, fotografía B-3) con posibilidad de ser utilizados como terminales de carga, sin embargo, la desembocadura posee muy poca profundidad lo que dificulta el acceso de naves de calaje mediano permitiendo sólo tránsito de lanchas o botes con motor fuera de borda.

Se debe indicar además la enorme distancia de la fuente de áridos elegida para el proyecto, lo que implica la búsqueda de otra fuente de áridos cercana (alrededores de Temuco); actividad no realizada toda vez que existe imposibilidad del uso de estos embarcaderos.

5.1.3.2 Tirúa

La caleta de Tirúa ($38^{\circ} 20'S$ y $73^{\circ} 29'O$) se ubica a 20 [nmi] al E de la Isla Mocha. Posee un embarcadero (ver anexo A, fotografías B-4) ubicado al interior de la desembocadura del río Tirúa utilizada por pescadores artesanales. Esta desembocadura posee muy poca profundidad (ver anexo A, fotografías B-5) por lo que su utilización como terminal de carga para embarcaciones de calaje mediano no es factible.

5.1.3.3 Lebu

La ciudad de Lebu ($37^{\circ} 36'$ y $73^{\circ} 39'$) se ubica a 50 [nmi] al N-E de la Isla Mocha. Posee características de puerto fluvial con acceso al océano. Sin embargo la Capitanía de Puerto indica que la altura de calaje máximo es de 3.0 m. Por esta razón este puerto se descarga como terminal de carga.

5.1.3.4 Llico

La caleta de Llico ($37^{\circ} 11'S$ y $73^{\circ} 33'O$), se encuentra ubicada a 80 [nmi] al N-O de la isla Mocha. Posee un embarcadero (ver anexo A, fotografías B-6) ubicado en la playa utilizado por pescadores artesanales. Su utilización como terminal de carga es factible dado que permitiría el ingreso de embarcaciones de calaje mediano.

5.1.3.5 Coronel

El puerto de Coronel (37° 01´S y 73° 09´O), se ubica en la ciudad del mismo nombre a 100 [nmi] al N-E de la Isla Mocha. Es un puerto comercial (ver anexo A, fotografías B-7), cuya administración corresponde a la empresa Puerto de Coronel S.A. (Celulosa Arauco y Constitución S.A., Grupo Ultramar, Constructora Belfi S.A. y Fondo de Inversiones C.M.B.).

El puerto, cuenta con todas las condiciones que se requieren para ser considerado como terminal de carga de materiales, maquinarias, equipos y personal hacia la isla, se encuentra activo y presta servicios a terceros por lo que no existen problemas de disponibilidad para carga y descarga.

5.1.4 Caracterización y selección de la ruta

En consideración a la factibilidad de embarcar sólo por dos puntos posibles, se definen dos rutas alternativas para el envío tanto de materiales como de maquinarias. De esta manera el suministro de áridos queda ligado a la distancia existente entre los puntos de embarques alternativos y la ubicación de la cantera. Para hacer comparables estas rutas y en consideración a la cercanía con las fuentes de áridos, se establece el origen de cada ruta en la ciudad de Coronel.

5.1.4.1 Ruta 1: Puerto de Coronel - Isla Mocha

La ruta considera embarcar en el Puerto de Coronel y transporte marítimo hasta Isla Mocha. Se estima almacenaje en el puerto, con proceso de estiba (carga en puerto) utilizando grúa telescópica, grúa horquilla y mano de obra calificada (estibadores del puerto). La descarga en mocha considera el uso de grúa telescópica, grúa horquilla y mano de obra local.

5.1.4.2 Ruta 2: Puerto de Coronel - Caleta Llico - Isla Mocha

Esta ruta alternativa considera transporte terrestre desde Coronel hasta Llico, almacenaje temporal en la caleta, para posteriormente embarcar a Mocha. El proceso de estiba (carga y descarga), estima el uso de grúa telescópica, grúa horquilla y mano de obra local. Se caracteriza según el siguiente detalle:

- Coronel - Arauco (38 Km.): Principalmente a través de la ruta 160, en un sector caracterizado por fuertes curvas y pendientes, pavimento en buen estado, dos pistas parciales y alto tráfico de camiones y buses.
- Arauco - Llico (27 Km.): Camino rural caracterizado por pavimento de asfalto en buenas condiciones de servicio, una pista y tráfico minoritario.
- Llico - Isla Mocha (80 [nmil]): Transporte vía marítima que cruza entre Punta Lavapies e Isla Santa María para posteriormente dirigirse al embarcadero de Isla Mocha.

El ciclo de transporte de la barcaza, para la ruta 1 se encuentra indicado en la Tabla T-14 y de igual manera la tabla T-15 muestra este ciclo para la ruta 2. Se puede observar en estas tablas que si bien la distancia en la ruta 2 es mayor que en la ruta 1, el ciclo de transporte es menor en la ruta 1; esto se explica principalmente a una mayor capacidad de producción en el puerto. Para efectos de este estudio se considerará como ruta de transporte la definida como ruta 1: Puerto de Coronel - Isla Mocha, dejando la ruta 2 como una alternativa de emergencia.

En función del ciclo de transporte considerado (ruta 1), la cantidad de materiales y maquinarias a transportar se estima un plazo total de transporte para cada alternativa. El resultado se muestra en la tabla T-23.

Tabla T - 14: Cálculo del Ciclo de la Barcaza y Rendimientos de Transporte Ruta 1

Datos

| | | |
|-----------------------|---------|-----|
| Capacidad | [ton] | 250 |
| Eslora (m) | [m] | 75 |
| Velocidad (carga) | [nmi/h] | 8 |
| Velocidad (sin carga) | [nmi/h] | 14 |

| Ruta1: Coronel-Isla Mocha - Coronel | Un | DTS (base granular) | DTS (base arena/asf) | DTS (base arena/cem) | Adocreto 60 Sub base 22 arena/cemento |
|--|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Producción horaria (Puerto Coronel) | [ton/h] | 80,00 | 80,00 | 80,00 | 80,00 |
| Producción horaria (Embarcadero Mocha) | [ton/h] | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 |
| Capacidad | [ton] | 250,00 | 250,00 | 250,00 | 250,00 |
| | [m ²] | 500,00 | 500,00 | 500,00 | 500,00 |
| Distancia | [nmi] | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Velocidad (con carga) | [nmi/h] | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| Velocidad (sin carga) | [nmi/h] | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 |
| Tiempo espera Puerto | [h] | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Tiempo carga Puerto Coronel | [h] | 3,13 | 3,13 | 3,13 | 3,13 |
| Tiempo viaje Pto Coronel - Isla Mocha | [h] | 12,50 | 12,50 | 12,50 | 12,50 |
| Tiempo descarga Embarcadero I. Mocha | [h] | 4,17 | 4,17 | 4,17 | 4,17 |
| Tiempo viaje I.Mocha - Pto. Coronel | [h] | 7,14 | 7,14 | 7,14 | 7,14 |
| Tiempo Ciclo Barcaza | [h] | 28,43 | 28,43 | 28,43 | 28,43 |
| Nº de viajes | [viajes/h] | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Rendimiento del transporte marítimo | [ton/h] | 8,79 | 8,79 | 8,79 | 8,79 |
| | [m ² /h] | 17,58 | 17,58 | 17,58 | 17,58 |

Tabla T - 15: Cálculo del Ciclo de la Barcaza y Rendimientos de Transporte Ruta 2

Datos

| | | |
|-----------------------|---------|-----|
| Capacidad | [ton] | 250 |
| Eslora (m) | [m] | 75 |
| Velocidad (carga) | [nmi/h] | 8 |
| Velocidad (sin carga) | [nmi/h] | 14 |

| Ruta 2: Llico-Isla Mocha - Llico | Un | DTS (base granular) | DTS (base arena/asf) | DTS (base arena/cem) | Adocreto 60 Sub base 22 arena/cemento |
|--|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Producción horaria (Embarcadero Llico) | [ton/h] | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 |
| Producción horaria (Embarcadero Mocha) | [ton/h] | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 |
| Capacidad | [ton] | 250,00 | 250,00 | 250,00 | 250,00 |
| | [m ²] | 500,00 | 500,00 | 500,00 | 500,00 |
| Distancia | [nmi] | 80,00 | 80,00 | 80,00 | 80,00 |
| Velocidad (con carga) | [nmi/h] | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| Velocidad (sin carga) | [nmi/h] | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 |
| Tiempo espera Puerto | [h] | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Tiempo carga Embarcadero Llico | [h] | 4,17 | 4,17 | 4,17 | 4,17 |
| Tiempo viaje Llico - Isla Mocha | [h] | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| Tiempo descarga Embarcadero I. Mocha | [h] | 4,17 | 4,17 | 4,17 | 4,17 |
| Tiempo viaje I.Mocha - Embarcadero Llico | [h] | 5,71 | 5,71 | 5,71 | 5,71 |
| Tiempo Ciclo Barcaza | [h] | 25,55 | 25,55 | 25,55 | 25,55 |
| Nº de viajes | [viajes/h] | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Rendimiento del transporte marítimo | [ton/h] | 9,79 | 9,79 | 9,79 | 9,79 |
| | [m ² /h] | 19,57 | 19,57 | 19,57 | 19,57 |

5.1.5 Proposición de materiales a utilizar

Hoy en día, la oferta de materiales en el mercado de la construcción es muy variada en lo relativo a su calidad y costo. Muchos de ellos cumplen con las especificaciones y requerimientos para este proyecto. Sin embargo, para efectos de este análisis, se ha seleccionado los producidos por empresas de reconocido prestigio y experiencia nacional.

Los áridos representan en este proyecto, el mayor porcentaje de aporte al volumen de obra por ejecutar y dadas las condiciones geomorfológicas de la isla deberán ser, necesariamente, importadas desde el continente. La selección para el suministro ha considerado la cercanía al punto de embarque. En especial la fuente de áridos seleccionada cumple con la certificación que avala las características técnicas de los áridos (ver Anexo C).

Los materiales seleccionados cumplen con las Especificaciones Técnicas Generales del Volumen N° 5 del Manual de Carreteras. La ficha técnica de cada material se presenta en el anexo C.

- Familia: áridos, cementos y asfaltos
 - Grava, Grava - arena; Áridos El Boldal - Concepción
 - Cemento Bío-Bío Especial Siderúrgico; Cementos Bío-Bío S.A.- Zona Sur
 - Imprimante QL Prime; Química Latinoamericana - Zona Sur
 - Asfalto CRS-2; Química Latinoamericana - Zona Sur
 - Asfalto CSS-1H; Química Latinoamericana - Zona Sur

- Familia: Prefabricados de hormigón
 - Adocreto recto 4, (200x100x40); GRAU S.A. - Zona Sur
 - Solerilla "MINVU" tipo C 1.00, (1000x200x60); GRAU S.A. - Zona Sur

En general los áridos serán transportados en bolsas tipo maxibag de 500 Kg., los asfaltos en tambores de 200 L y el resto en embalajes tipo pallets. La tabla T-16 resume los materiales a transportar, volumen, peso e indica el tipo de embalaje de transporte considerado.

En función del volumen de material a importar y el ciclo de transporte para cada alternativa se estima el número de fletes a considerar. El resultado se muestra en la tabla T-17.

Tabla T - 16: Cantidad total de materiales a transportar (por alternativas)

| Material | Características estiba | | | Un para estiba | Cantidad x Alternativa | | | Adocreto 60 Sub base 22 |
|---|---------------------------|------------------------|-----------|----------------|------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| | Superf m ² /un | Vol m ³ /un | Peso t/un | | DTS (base granular) | DTS (base arena/asf) | DTS (base arena/cem) | |
| Maxibag arena (bolsa - 0.29 m ³) | 0,27 | 0,29 | 0,5 | bolsa | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Maxibag grava (bolsa -0.33 m ³) | 0,27 | 0,33 | 0,5 | bolsa | 10.225 | 10.225 | 10.225 | 194 |
| Maxibag grava - arena (bolsa -0.31 m ³) | 0,27 | 0,31 | 0,5 | bolsa | 80.248 | 0 | 0 | 0 |
| Cemento (pallets - 50 sac) | 1,00 | 1,5 | 2,2 | Pallets | 20 | 20 | 1.010 | 1.668 |
| Emulsión QLPrime (tambor -200 L) | 0,50 | 0,2 | 0,2 | Tambor | 730 | 730 | 730 | 0 |
| Emulsión CRS-2 (tambor -200 L) | 0,50 | 0,2 | 0,2 | Tambor | 2.351 | 2.351 | 2.351 | 0 |
| Emulsión CSS-1H (tambor-200 L) | 0,50 | 0,2 | 0,2 | Tambor | 689 | 1.378 | 689 | 0 |
| Adocreto recto 6 (pallets -540 un) | 1,21 | 0,75 | 1,5 | Pallets | 0 | 0 | 0 | 15.061 |
| Solerilla (pallets -50 un) | 1,21 | 0,75 | 1,3 | Pallets | 0 | 0 | 0 | 1.008 |
| Solera tipo C (pallets 18 un) | 1,21 | 0,75 | 1,1 | Pallets | 134 | 134 | 134 | 134 |
| Solera c/Zarpa (pallets 18 un) | 1,21 | 0,75 | 2,3 | Pallets | 197 | 197 | 197 | 197 |

Tabla T - 17: Cantidad total de fletes marítimos (materiales)

| Barcaza 250 ton/500 m ² | un | Cantidad x Alternativa | | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | DTS (base granular) | DTS (base arena/asf) | DTS (base arena/cem) | Adocreto 60 Sub base 22 |
| Carga total | [ton] | 46.636,1 | 6.650,0 | 8.643,7 | 28.390,8 |
| Superficie total | [m ²] | 26.734,4 | 5.412,1 | 6.056,6 | 21.565,2 |
| Tiempo del Ciclo de la Barcaza | [h] | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 |
| Rendimiento del transporte marítimo | (Tabla T-14) [ton/h] | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 |
| | (Tabla T-14) [m ² /h] | 17,6 | 17,6 | 17,6 | 17,6 |
| Nº de fletes -Criterio peso | Capac. 250 ton [un] | 187,0 | 27,0 | 35,0 | 114,0 |
| Nº de fletes -Criterio superficie | Capac. 500 m2 [un] | 54,0 | 11,0 | 13,0 | 44,0 |
| Total fletes s/criterio: + desfavorable | [un] | 187 | 27 | 35 | 114 |

5.1.6 Estimación y selección de maquinaria

En forma adicional a los materiales se debe estimar la cantidad de equipos para cada alternativa de pavimento en estudio; en especial el equipo de movimiento de tierras para la confección del terraplén, común a todas las alternativas propuestas.

Las tablas T-18 y T-19, registran el cálculo de la producción horaria del equipo de excavación y la flota necesaria para los vehículos de carga.

El equipo propuesto para la confección de la estructura de pavimento se realiza en base a los rendimientos indicados en la tabla T-20. Sin embargo dada las características del proyecto se estima considerar equipos multifuncionales de manera de maximizar su utilización.

El resumen de los equipos propuestos se presenta en la tabla T-21 y sus características en la tabla T-22.

En función del equipo a transportar y el ciclo de transporte para cada alternativa se estima el número de fletes a considerar. El resultado se muestra en la tabla T-23.

Tabla T - 18: Cálculo de la Producción Horaria del Equipo de Excavación

| Material | Volumen | K | q1 | Cm (Tiempo del ciclo) | | | |
|---------------|----------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | (En banco) | (Factor de Llenado) | (Capacidad colmada) | te | tg | td | Cm |
| | m3 | Arena | m3 | (tiempo de excavación) seg | (tiempo de giro) seg | (tiempo de descarga) seg | (te+2*tg+td) seg |
| Empréstito E1 | 65.104 | 0,9 | 2,0 | 15 | 10 | 10 | 45 |
| Empréstito E2 | 2.646 | 0,9 | 0,8 | 10 | 6 | 5 | 27 |
| Empréstito E3 | 11.520 | 0,9 | 2,0 | 15 | 10 | 10 | 45 |
| Empréstito E4 | 9.000 | 0,9 | 0,8 | 10 | 6 | 5 | 27 |
| Empréstito E5 | 11.489 | 0,9 | 2,0 | 15 | 10 | 10 | 45 |
| Corte Cuesta | 5.000 | 0,9 | 0,8 | 10 | 6 | 5 | 27 |
| Total | 104.759 | | | | | | |

| Material | q | E | Q | P |
|---------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| | (producción por ciclo) | (Coeficiente de eficiencia) | (Producción horaria) | Plazo de Ejecución |
| | m3 | Normal | m3/h | mes |
| Empréstito E1 | 1,80 | 0,65 | 93,60 | 4,0 |
| Empréstito E2 | 0,72 | 0,65 | 62,40 | 0,2 |
| Empréstito E3 | 1,80 | 0,65 | 93,60 | 0,7 |
| Empréstito E4 | 0,72 | 0,65 | 62,40 | 0,8 |
| Empréstito E5 | 1,80 | 0,65 | 93,60 | 0,7 |
| Corte Cuesta | 0,72 | 0,65 | 62,40 | 0,5 |
| Total | | | | |

Tabla T - 19: Cálculo de la Flota de Vehículos de Carga

| Material | Q | CC | D | Cv (Tiempo del ciclo) | | | | | |
|---------------|----------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|
| | (Producción horaria) | (Capacidad del vehículo) | (Distancia de acarreo) | t ep (tiempo de espera) | t man (tiempo de maniobra) | t c (tiempo de carga) | t a (tiempo de acarreo) | t dc (tiempo de descarga) | Cv (tep+tman+tc+ta) |
| | m3/h | m3 | km | min | min | min | min | min | min |
| Empréstito E1 | 93,60 | 13,5 | 7 | 2 | 0,5 | 5,1 | 42 | 1,5 | 51,1 |
| Empréstito E2 | 62,40 | 13,5 | 7 | 2 | 0,5 | 7,6 | 42 | 1,5 | 53,6 |
| Empréstito E3 | 93,60 | 13,5 | 5 | 2 | 0,5 | 5,1 | 30 | 1,5 | 39,1 |
| Empréstito E4 | 62,40 | 13,5 | 5 | 2 | 0,5 | 7,6 | 30 | 1,5 | 41,6 |
| Empréstito E5 | 93,60 | 13,5 | 5 | 2 | 0,5 | 5,1 | 30 | 1,5 | 39,1 |
| Corte Cuesta | 62,40 | 13,5 | 5 | 2 | 0,5 | 7,6 | 30 | 1,5 | 41,6 |

| Material | N v | R | Ntv |
|---------------|--------------|--------------------------|-----------------|
| | Nº de viajes | Rendimiento por Vehículo | Nº de vehiculos |
| | viaj/h | m3/h | veh |
| Empréstito E1 | 1,2 | 15,9 | 5,9 |
| Empréstito E2 | 1,1 | 15,1 | 4,1 |
| Empréstito E3 | 1,5 | 20,7 | 4,5 |
| Empréstito E4 | 1,4 | 19,5 | 3,2 |
| Empréstito E5 | 1,5 | 20,7 | 4,5 |
| Corte Cuesta | 1,4 | 19,5 | 3,2 |

Tabla T - 20: Rendimientos de Maquinaria Movimiento Tierras (registro promedio histórico autor)

| Tipo | Potencia | Rendimiento | | Rendimiento | |
|-------------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | Min | Max | Min | Max |
| | HP | m ³ /h | m ³ /h | m ² /h | m ² /h |
| Bulldozer D6 | 165 | 70 | 100 | | |
| Cargador Frontal | 170 | 60 | 100 | | |
| Excavadora | 130 | 60 | 80 | | |
| Motoniveladora | 177 | 25 | 50 | | |
| (+ común) | e= 0,15 m | | | 167 | 400 |
| | e= 0,20 m | | | 125 | 300 |
| | e= 0,25 m | | | 100 | 240 |
| | e= 0,30 m | | | 83 | 200 |
| Rodillo Neumático | 130 | 60 | 80 | | |
| Rodillo Liso | 136 | 60 | 80 | | |
| (+ común) | e= 0,15 m | | | 400 | 533 |
| | e= 0,20 m | | | 300 | 400 |
| | e= 0,25 m | | | 240 | 320 |
| | e= 0,30 m | | | 200 | 267 |

Tabla T - 21: Proposición de Maquinaria (por alternativas)

| Descripción del Equipo a utilizar | Características de Equipos | | | Cantidad de Maquinaria | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | Superf m ² /equipo | Volumen m ³ /equipo | Peso ton/Equipo | DTS (base granular) | DTS (base arena/asf) | DTS (base arena/cem) | Adocreto 60 Sub base 22 |
| Motoniveladora | 21,5 | 73,2 | 13,7 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Bulldozer D6 | 15,0 | 45,0 | 15,0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Cargador Frontal | 15,6 | 48,8 | 10,0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Camión Tolva | 20,0 | 70,0 | 15,0 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Camión regador Asfalto | 19,5 | 56,2 | 8,0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Barredora autopropulsada | 8,0 | 24,0 | 15,0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Rodillo Liso | 10,0 | 20,0 | 6,0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Rodillo Neumático | 10,0 | 20,0 | 6,0 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| Rodillo compactación manual | 3,0 | 3,0 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| Gravilladora | 36,0 | 108,0 | 15,0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Camión Regador Agua | 20,0 | 70,0 | 8,0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Camión c/equipo Levante 7 ton | 20,0 | 70,0 | 10,0 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| Grúa 35 ton | 24,0 | 120,0 | 15,0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Minicargador 600 kg | 6,6 | 13,2 | 2,7 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Excavadora s/orugas | 13,5 | 40,5 | 19,0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Grúa Horquilla 5ton | 10,0 | 30,0 | 5,0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Grupo Generador tipo 1 | 6,0 | 12,0 | 3,0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Grupo Generador tipo 2 | 8,0 | 16,0 | 3,5 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tabla T - 22: Características físicas de la maquinaria propuesta

| Equipo propuesto | largo [m] | ancho [m] | alto [m] | Superficie [m ²] | Volumen [m ³] | Peso [t] |
|-------------------------------|----------------|----------------|---------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------|
| Motoniveladora | 8,5 | 2,5 | 3,4 | 21,5 | 73,2 | 13,7 |
| Bulldozer D6 | 6,0 | 2,5 | 3,0 | 15,0 | 45,0 | 15,0 |
| Cargador Frontal | 6,8 | 2,3 | 3,1 | 15,6 | 48,8 | 10,0 |
| Camión Tolva | 8,0 | 2,5 | 3,5 | 20,0 | 70,0 | 15,0 |
| Camión regador Asfalto | 8,3 | 2,4 | 2,9 | 19,5 | 56,2 | 8,0 |
| Barredora autopropulsada | 4,0 | 2,0 | 3,0 | 8,0 | 24,0 | 15,0 |
| Rodillo Liso | 5,0 | 2,0 | 2,0 | 10,0 | 20,0 | 6,0 |
| Rodillo Neumático | 5,0 | 2,0 | 2,0 | 10,0 | 20,0 | 6,0 |
| Rodillo compactación manual | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 3,0 | 3,0 | 0,5 |
| Gravilladora | 12,0 | 3,0 | 3,0 | 36,0 | 108,0 | 15,0 |
| Camión Regador Agua | 8,0 | 2,5 | 3,5 | 20,0 | 70,0 | 8,0 |
| Camión c/equipo Levante 7 ton | 8,0 | 2,5 | 3,5 | 20,0 | 70,0 | 10,0 |
| Grúa 30 ton | 8,0 | 3,0 | 5,0 | 24,0 | 120,0 | 15,0 |
| Minicargador 600 kg | 3,3 | 2,0 | 2,0 | 6,6 | 13,2 | 2,7 |
| Excavadora s/orugas | 4,5 | 3,0 | 3,0 | 13,5 | 40,5 | 19,0 |
| Grúa Horquilla 5ton | 5,0 | 2,0 | 3,0 | 10,0 | 30,0 | 5,0 |
| Grupo Generador tipo 1 | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 6,0 | 12,0 | 3,0 |
| Grupo Generador tipo 2 | 4,0 | 2,0 | 2,0 | 8,0 | 16,0 | 3,5 |

Tabla T - 23: Cantidad total de fletes marítimos (maquinarias)

| Barcaza 250 ton/500 m ² | un | Cantidad | | | |
|--|---------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | DTS (base granular) | DTS (base arena/asf) | DTS (base arena/cem) | Adocreto 60 Sub base 22 |
| Cantidad Total de Equipos | [un] | 28,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 |
| Peso Total de Equipos | [ton] | 276,8 | 256,8 | 256,8 | 223,3 |
| Superficie Total de Equipos | [m ²] | 429,9 | 389,9 | 389,9 | 345,5 |
| Tiempo del Ciclo de la Barcaza | [h] | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 |
| Rendimiento del transporte marítimo (Tabla T-14) | [ton/h] | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 |
| (Tabla T-14) | [m ² /h] | 17,6 | 17,6 | 17,6 | 17,6 |
| Nº de fletes -Criterio peso Capac. 250 | [un] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,0 |
| Nº de fletes -Criterio superficie Capac. 500 | [un] | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Total fletes s/criterio: + desfavorable | [un] | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,0 |

5.1.6.1 Cálculo del equipo de excavación

Las consideraciones y cálculos realizados para determinar estos equipos se indica a continuación:

$Q = (q \times 3.600 \times E) / C_m$ = Producción horaria del equipo de excavación.

En que

q : producción por ciclos en m^3 - Está basado en la capacidad (q_1) de la cuchara que se está utilizando y el factor de llenado (K) que varía según el tipo de material ($q=q_1 \times K$). En nuestro caso $K= 1.0$ a 0.8 (fácil).

C_m : Tiempo del ciclo en segundos - Es el tiempo necesitado por el equipo para completar un ciclo, es decir, excavación, giros y descarga; $C_m =$ tiempo de excavación + $2 \times$ tiempo de giro + tiempo de descarga

E : coeficiente de eficiencia utilizado - Se estima en base a condiciones normales de excavación.

De este análisis, se desprende utilizar, para este movimiento de tierras (terraplén y corte) correspondiente aproximadamente a $105.000 m^3$ los siguientes equipos:

Excavadora sobre orugas = 1 unidad

Cargador frontal = 1 unidades

5.1.6.2 Cálculo de la flota de carga

Para el cálculo se considera camiones tolva de $CC=14 m^3$ de capacidad. Las distancias de viaje o acarreo consideran la ubicación relativa de los empréstitos y

están tomadas como valor promedio. El cálculo del ciclo de la flota se estima como $Cv = \text{tiempo de espera} + \text{tiempo de maniobra} + \text{tiempo de carga} + \text{tiempo de acarreo} + \text{tiempo de descarga}$.

El total de la flota se calcula en base al número de viajes por hora ($1/Cv$) y el rendimiento de cada vehículo (CC/Cv). De esta forma el número de la flota corresponde a $Ntv = Q \times Cv/CC$, en que Q corresponde a la producción horaria de la máquina de carga.

De este análisis se deduce la necesidad de considerar la siguiente flota

Camiones tolva 14 m^3 = 6 unidades

5.2 ANÁLISIS DE COSTOS - ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Los costos que interesan para efectos de este estudio corresponden a aquellos asociados a materiales, equipos y mano de obra. No se considera costo de transporte marítimo dado que el arriendo de la barcaza se considera en los gastos generales (permanencia a lo largo de la obra).

El costo por uso del Puerto se indica en las tablas T-25 y T-26. En ellas se indica el desglose para el cálculo y el costo por tonelada cargada.

Para la confección del estudio, se realiza un desglose estimado de gastos generales (ver tabla T-27), en donde se analiza para cada alternativa los costos indirectos. Para permitir una mejor comparación de las alternativas, el plazo de construcción se fijó en 12 meses.

Tabla T - 24: Plazos para Transporte Marítimo

| Descripción | Unidad | DTS (base granular) | DTS (base arena/asf) | DTS (base arena/cem) | Adocreto 60 Sub base 22 |
|--|----------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Fletes Traslado Equipos | [viajes] | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Fletes Traslado Materiales | [viajes] | 187 | 27 | 35 | 114 |
| Fletes Adicionales Estimados | [viajes] | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Total Fletes Marítimos por Alternativa | [viajes] | 191 | 31 | 39 | 117 |
| Tiempo de Ciclo de la Barcaza | [h] | 28,4 | 28,4 | 28,4 | 28,4 |
| Factor ocupación Equipo | [h/mes] | 175 | 175 | 175 | 175 |
| Plazo Total de Transporte | [h] | 5.431 | 882 | 1.109 | 3.327 |
| | [mes] | 32,0 | 6,0 | 7,0 | 20,0 |

Tabla T - 25: Costos Uso y Estiba (Puerto Coronel)

| 1 Barcaza " Isla Mancera" | | | | |
|----------------------------------|---------|-------------------------------------|-----------|-----------------------|
| | 1,01 | Eslora: | 75 | m |
| | 1,02 | Tiempo carga puerto (T-14): | 3,13 | h |
| | 1,03 | Tiempo descarga embarcadero (T-14): | 4,17 | h |
| | 1,04 | Velocidad crucero (carga) | 8,00 | nmi / h |
| | 1,05 | Velocidad crucero (s/carga) | 14,00 | nmi / h |
| | 1,06 | Tiempo viaje | 10,27 | h |
| | 1,07 | Rendimiento (alta mar) | 30 | L / h |
| | 1,08 | Rendimiento (puerto) | 12 | L / h |
| | 1,09 | Capacidad | 250 | t |
| 2 Costos puerto | | | | |
| | 2,01 | Costo sitio atraque; $C_{up} =$ | 2,0 | US\$ / m-h |
| | 2,02 | Costo a la carga; $C_c =$ | 3,0 | US\$ / t |
| | 2,03 | Costo patio Carga; $C_s =$ | 4,0 | US\$ / m ² |
| | 2,04 | Costo equipo mayor estiba | | |
| | 2.04.01 | Grúa Horquilla | 1,33 | U.F. / h |
| | 2.04.02 | Grúa móvil 40 t | 2,30 | U.F. / h |
| | 2,05 | Cuadrilla estibadores Puerto | 697 | \$ / t |
| 3 Costos Transporte | | | | |
| | 3,01 | Arriendo Barcaza (250 t) | 3.550 | U.F. / mes |
| | 3,02 | Diesel Barcaza (estiba) | 12 | L / h |
| | 3,03 | Diesel Barcaza (crucero) | 30 | L / h |
| Notas: | | | | |
| | | m-h: metro eslora x hora | | |
| | | Valor US\$ = | 643,28 | |
| | | Valor U.F. = | 21.246,31 | |
| | | Valor Diesel (\$) = | 650,00 | |
| | | Patio carga estimado (m2 - mes) = | 500,00 | |

Tabla T - 26: Costo por tonelada transportada a la Isla desde Coronel

| Costo Puerto | | | | | Costo Transporte | | | Costo Total |
|--------------|--------|--------|-----------|--------------|------------------|-----------|---------------|-------------|
| C_{up} | C_c | C_s | C_{eeq} | C_{est} | A_{rr} | D_{cc} | D_{est} | |
| \$/ton | \$/ton | \$/ton | \$/ton | \$/ton | \$/ton | \$/ton | \$/ton | \$/ton |
| 1.206 | 1.930 | 429 | 964 | 697 | 25.141 | 1.532 | 274 | |
| | | | Sub Total | <u>5.225</u> | | Sub total | <u>26.948</u> | 32.173 |

Donde:

- C_{up} Costo sitio de atraque (\$/ton)
- C_c Costo a la carga transportada (\$/ton)
- C_s Costo patio de carga (\$/ton)
- C_{eeq} Costo equipos para estiba (\$/ton)
- C_{est} Costo estibadores puerto (\$/ton)
- A_{rr} Costo Barcaza (\$/ton)
- D_{cc} Costo combustible -viaje (\$/ton)
- D_{est} Costo combustible -estiba (\$/ton)

Tabla T - 27: Estimación de gastos generales por alternativas (12 meses)

| 1.- PERSONAL GENERAL | | | | DTS -Granular | | | DTS-Arena-Asfalto | | | DTS- Arena-Cemento | | | Adoquín | | |
|----------------------|---------------------------------|------|-----------|--------------------|-----|------------|--------------------|-----|------------|--------------------|-----|------------|--------------------|-----|------------|
| Item | Descripción | Unid | P.U. | Cantidad | | P. Total | Cantidad | | P. Total | Cantidad | | P. Total | Cantidad | | P. Total |
| | | | | c/u | mes | | c/u | mes | | c/u | mes | | c/u | mes | |
| 1,01 | Ing. Administrador del Contrato | HM | 3.000.000 | 1 | 12 | 36.000.000 | 1 | 12 | 36.000.000 | 1 | 12 | 36.000.000 | 1 | 12 | 36.000.000 |
| 1,02 | Asistentes QA/QC | HM | 650.000 | 1 | 12 | 7.800.000 | 1 | 12 | 7.800.000 | 1 | 12 | 7.800.000 | 1 | 12 | 7.800.000 |
| 1,03 | Prevencionistas de Riesgos | HM | 650.000 | 1 | 12 | 7.800.000 | 1 | 12 | 7.800.000 | 1 | 12 | 7.800.000 | 1 | 12 | 7.800.000 |
| 1,04 | Paramédico | HM | 450.000 | 1 | 12 | 5.400.000 | 1 | 12 | 5.400.000 | 1 | 12 | 5.400.000 | 1 | 12 | 5.400.000 |
| 1,05 | Jefe de Oficina Técnica | HM | 1.500.000 | 1 | 12 | 18.000.000 | 1 | 12 | 18.000.000 | 1 | 12 | 18.000.000 | 1 | 12 | 18.000.000 |
| 1,06 | Topografos | HM | 950.000 | 1 | 12 | 11.400.000 | 1 | 12 | 11.400.000 | 1 | 12 | 11.400.000 | 1 | 12 | 11.400.000 |
| 1,07 | Alarifes | HM | 380.000 | 4 | 12 | 18.240.000 | 4 | 12 | 18.240.000 | 4 | 12 | 18.240.000 | 4 | 12 | 18.240.000 |
| 1,08 | Mecanico Mantenición | HM | 650.000 | 1 | 12 | 7.800.000 | 1 | 12 | 7.800.000 | 1 | 12 | 7.800.000 | 1 | 12 | 7.800.000 |
| 1,09 | Ayudantes Mecanicos | HM | 450.000 | 1 | 19 | 8.550.000 | 1 | 19 | 8.550.000 | 1 | 19 | 8.550.000 | 1 | 19 | 8.550.000 |
| 1,10 | Asistentes Administrativos | HM | 600.000 | 1 | 12 | 7.200.000 | 1 | 12 | 7.200.000 | 1 | 12 | 7.200.000 | 2 | 12 | 14.400.000 |
| 1,11 | Secretaria | HM | 400.000 | 1 | 12 | 4.800.000 | 1 | 12 | 4.800.000 | 1 | 12 | 4.800.000 | 1 | 12 | 4.800.000 |
| 1,12 | Juniors | HM | 350.000 | 1 | 12 | 4.200.000 | 1 | 12 | 4.200.000 | 1 | 12 | 4.200.000 | 1 | 12 | 4.200.000 |
| 1,13 | Asistentes Bodega (Pañoleros) | HM | 450.000 | 1 | 12 | 5.400.000 | 1 | 12 | 5.400.000 | 1 | 12 | 5.400.000 | 1 | 12 | 5.400.000 |
| 1,14 | Señaleros | HM | 350.000 | 4 | 12 | 16.800.000 | 4 | 12 | 16.800.000 | 4 | 12 | 16.800.000 | 4 | 12 | 16.800.000 |
| 1,15 | Jomales / Personal de Patio | HM | 350.000 | 2 | 12 | 8.400.000 | 4 | 12 | 16.800.000 | 4 | 12 | 16.800.000 | 4 | 12 | 16.800.000 |
| 1,16 | Choferes | HM | 400.000 | 1 | 12 | 4.800.000 | 1 | 12 | 4.800.000 | 1 | 12 | 4.800.000 | 1 | 12 | 4.800.000 |
| 1,17 | Vigilantes | HM | 350.000 | 3 | 12 | 12.600.000 | 3 | 12 | 12.600.000 | 3 | 12 | 12.600.000 | 3 | 12 | 12.600.000 |
| Subtotal 1 | | | | 185.190.000 | | | 193.590.000 | | | 193.590.000 | | | 200.790.000 | | |

| 2.- MATERIALES E INSUMOS | | | | DTS -Granular | | | DTS-Arena-Asfalto | | | DTS- Arena-Cemento | | | Adoquín | | |
|--------------------------|---------------------------------|------|-----------|--------------------|-----|-------------|-------------------|-----|------------|--------------------|-----|------------|-------------------|-----|------------|
| Item | Descripción | Unid | P.U. | Cantidad | | P. Total | Cantidad | | P. Total | Cantidad | | P. Total | Cantidad | | P. Total |
| | | | | c/u | mes | | c/u | mes | | c/u | mes | | c/u | mes | |
| 2,01 | Materiales Señalización Trabajo | Mes | 45.000 | 1 | 12 | 540.000 | 1 | 12 | 540.000 | 1 | 12 | 540.000 | 1 | 12 | 540.000 |
| 2,02 | Agua Mantenición Caminos | Mes | 250.000 | 1 | 12 | 3.000.000 | 1 | 12 | 3.000.000 | 1 | 12 | 3.000.000 | 1 | 12 | 3.000.000 |
| 2,03 | Petroleo Camionetas | Mes | 200.000 | 1 | 12 | 2.400.000 | 1 | 12 | 2.400.000 | 1 | 12 | 2.400.000 | 1 | 12 | 2.400.000 |
| 2,04 | Petroleo Barcaza | Mes | 5.418.000 | 1 | 31 | 167.958.000 | 1 | 5 | 27.090.000 | 1 | 7 | 37.926.000 | 1 | 12 | 65.016.000 |
| 2,05 | Petroleo Grupo Generador | Mes | 350.000 | 1 | 12 | 4.200.000 | 1 | 12 | 4.200.000 | 1 | 12 | 4.200.000 | 1 | 12 | 4.200.000 |
| Subtotal 2 | | | | 178.098.000 | | | 37.230.000 | | | 48.066.000 | | | 75.156.000 | | |

Tabla T - 27: Estimación de gastos generales por alternativas (12 meses) (continuación)

| 3.- MAQUINARIAS Y EQUIPOS | | | | DTS -Granular | | DTS-Arena-Asfalto | | DTS- Arena-Cemento | | Adoquín | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------|------|------------|----------------------|-----|-------------------|-----|--------------------|-------------|----------|-----|--------------------|-----|----------|-------------|--------------------|--|--|--|
| Item | Descripción | Unid | P.U. | Cantidad | | P. Total | | Cantidad | | P. Total | | Cantidad | | P. Total | | | | | |
| | | | | c/u | mes | c/u | mes | c/u | mes | c/u | mes | c/u | mes | | | | | | |
| 3,02 | Barcaza 250 T | Mes | 71.221.000 | 1 | 31 | 2.207.851.000 | 1 | 5 | 356.105.000 | 1 | 7 | 498.547.000 | 1 | 12 | 854.652.000 | | | | |
| 3,03 | Grúa apoyo cargío | Mes | 2.365.000 | 1 | 10 | 23.650.000 | 1 | 5 | 11.825.000 | 1 | 7 | 16.555.000 | 1 | 10 | 23.650.000 | | | | |
| 3,04 | Equipos Topograficos | Mes | 100.000 | 1 | 12 | 1.200.000 | 1 | 12 | 1.200.000 | 1 | 12 | 1.200.000 | 1 | 12 | 1.200.000 | | | | |
| 3,05 | Equipo Laboratorio | Mes | 100.000 | 1 | 12 | 1.200.000 | 1 | 12 | 1.200.000 | 1 | 12 | 1.200.000 | 1 | 12 | 1.200.000 | | | | |
| 3,06 | Diferencia equipos CD | Mes | 450.000 | 1 | 12 | 5.400.000 | 1 | 12 | 5.400.000 | 1 | 12 | 5.400.000 | 1 | 12 | 5.400.000 | | | | |
| 3,07 | Equipo Radio Portatil / Movil | Mes | 35.000 | 6 | 12 | 2.520.000 | 6 | 12 | 2.520.000 | 6 | 12 | 2.520.000 | 6 | 12 | 2.520.000 | | | | |
| 3,08 | Equipo Celular | Mes | 40.000 | 2 | 12 | 960.000 | 2 | 12 | 960.000 | 2 | 12 | 960.000 | 2 | 12 | 960.000 | | | | |
| 3,09 | Torres Iluminacion | Mes | 550.000 | 2 | 12 | 13.200.000 | 2 | 12 | 13.200.000 | 2 | 12 | 13.200.000 | 2 | 12 | 13.200.000 | | | | |
| 3,10 | Grupos Generadores | Mes | 500.000 | 1 | 12 | 6.000.000 | 1 | 12 | 6.000.000 | 1 | 12 | 6.000.000 | 1 | 12 | 6.000.000 | | | | |
| Subtotal 3 | | | | 2.261.981.000 | | | | 398.410.000 | | | | 545.582.000 | | | | 908.782.000 | | | |

| 4.- VEHICULOS Y TRANSPORTE PERSONAL INDIRECTO | | | | DTS -Granular | | DTS-Arena-Asfalto | | DTS- Arena-Cemento | | Adoquín | | | | | | | | | |
|---|----------------|------|---------|-------------------|-----|-------------------|-----|--------------------|-----------|----------|-----|-------------------|-----|----------|-----------|-------------------|--|--|--|
| Item | Descripción | Unid | P.U. | Cantidad | | P. Total | | Cantidad | | P. Total | | Cantidad | | P. Total | | | | | |
| | | | | c/u | mes | c/u | mes | c/u | mes | c/u | mes | c/u | mes | | | | | | |
| 4.1 | Camionetas 4x4 | Mes | 600.000 | 1 | 12 | 7.200.000 | 1 | 12 | 7.200.000 | 1 | 12 | 7.200.000 | 1 | 12 | 7.200.000 | | | | |
| 4.5 | Pasajes Avion | Mes | 170.000 | 4 | 12 | 8.160.000 | 4 | 12 | 8.160.000 | 4 | 12 | 8.160.000 | 4 | 12 | 8.160.000 | | | | |
| 4.6 | Pasajes Bus | Mes | 60.000 | 10 | 12 | 7.200.000 | 10 | 12 | 7.200.000 | 10 | 12 | 7.200.000 | 10 | 12 | 7.200.000 | | | | |
| Subtotal 4 | | | | 22.560.000 | | | | 22.560.000 | | | | 22.560.000 | | | | 22.560.000 | | | |

| 5.- ALIMENTACION Y ALOJAMIENTO PERSONAL INDIRECTO | | | | DTS -Granular | | DTS-Arena-Asfalto | | DTS- Arena-Cemento | | Adoquín | | | | | | | | | |
|---|---------------------|------|---------|-------------------|-----|-------------------|-----|--------------------|------------|----------|-----|-------------------|-----|----------|------------|-------------------|--|--|--|
| Item | Descripción | Unid | P.U. | Cantidad | | P. Total | | Cantidad | | P. Total | | Cantidad | | P. Total | | | | | |
| | | | | c/u | mes | c/u | mes | c/u | mes | c/u | mes | c/u | mes | | | | | | |
| 5.1 | Arriendos | Mes | 150.000 | 1 | 12 | 1.800.000 | 2 | 12 | 3.600.000 | 2 | 12 | 3.600.000 | 2 | 12 | 3.600.000 | | | | |
| 5.2 | Hoteles / Pensiones | Mes | 450.000 | 7 | 12 | 37.800.000 | 7 | 12 | 37.800.000 | 7 | 12 | 37.800.000 | 8 | 12 | 43.200.000 | | | | |
| 5.5 | Lavanderia | Mes | 15.000 | 7 | 12 | 1.260.000 | 7 | 12 | 1.260.000 | 7 | 12 | 1.260.000 | 8 | 12 | 1.440.000 | | | | |
| Subtotal 5 | | | | 40.860.000 | | | | 42.660.000 | | | | 42.660.000 | | | | 48.240.000 | | | |

| 6.- SEGUROS | | | | DTS -Granular | | DTS-Arena-Asfalto | | DTS- Arena-Cemento | | Adoquín | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------------|------|-----------|-------------------|-----|-------------------|-----|--------------------|------------|----------|-----|-------------------|-----|----------|------------|-------------------|--|--|--|
| Item | Descripción | Unid | P.U. | Cantidad | | P. Total | | Cantidad | | P. Total | | Cantidad | | P. Total | | | | | |
| | | | | c/u | mes | c/u | mes | c/u | mes | c/u | mes | c/u | mes | | | | | | |
| 6,01 | Seg. Acc. Pers.(Ley 16.744) | Mes | 1.700 | 49 | 12 | 999.600 | 50 | 12 | 1.020.000 | 50 | 12 | 1.020.000 | 151 | 12 | 3.080.400 | | | | |
| 6,02 | Otros Seguros | Mes | 1.000.000 | 1 | 12 | 12.000.000 | 1 | 12 | 12.000.000 | 1 | 12 | 12.000.000 | 1 | 12 | 12.000.000 | | | | |
| Subtotal 6 | | | | 12.999.600 | | | | 13.020.000 | | | | 13.020.000 | | | | 15.080.400 | | | |

Tabla T - 27: Estimación de gastos generales por alternativas (12 meses) (continuación)

| 7.- SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE | | | | DTS -Granular | | | DTS-Arena-Asfalto | | | DTS- Arena-Cemento | | | Adoquín | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|------|-------|----------------|-----|----------|-------------------|-----|----------|--------------------|-----|----------|----------------|-----|----------|
| Item | Descripción | Unid | P.U. | Cantidad | | P. Total | Cantidad | | P. Total | Cantidad | | P. Total | Cantidad | | P. Total |
| | | | | c/u | mes | | c/u | mes | | c/u | mes | | c/u | mes | |
| 7,01 | Elem. Prot Personal Indirecto | Mes | 1.742 | 26 | 12 | 543.400 | 28 | 12 | 585.200 | 28 | 12 | 585.200 | 29 | 12 | 606.100 |
| Subtotal 6 | | | | 543.400 | | | 585.200 | | | 585.200 | | | 606.100 | | |

| 8.- OTROS GASTOS | | | | DTS -Granular | | | DTS-Arena-Asfalto | | | DTS- Arena-Cemento | | | Adoquín | | |
|-------------------|----------------------------|------|-----------|-------------------|-----|------------|-------------------|-----|------------|--------------------|-----|------------|-------------------|-----|------------|
| Item | Descripción | Unid | P.U. | Cantidad | | P. Total | Cantidad | | P. Total | Cantidad | | P. Total | Cantidad | | P. Total |
| | | | | c/u | mes | | c/u | mes | | c/u | mes | | c/u | mes | |
| 8,01 | Costos Financieros | Mes | 1.500.000 | 1 | 12 | 18.000.000 | 1 | 12 | 18.000.000 | 1 | 12 | 18.000.000 | 1 | 12 | 18.000.000 |
| 8,02 | GG Oficina Central | Mes | 1.000.000 | 1 | 12 | 12.000.000 | 1 | 12 | 12.000.000 | 1 | 12 | 12.000.000 | 1 | 12 | 12.000.000 |
| 8,03 | Imprevistos | Mes | 250.000 | 1 | 12 | 3.000.000 | 1 | 12 | 3.000.000 | 1 | 12 | 3.000.000 | 1 | 12 | 3.000.000 |
| 8,04 | Boleta de Garantía | Mes | 1.500.000 | 1 | 12 | 18.000.000 | 1 | 12 | 18.000.000 | 1 | 12 | 18.000.000 | 1 | 12 | 18.000.000 |
| 8,05 | Pemisos | Mes | 45.000 | 1 | 12 | 540.000 | 1 | 12 | 540.000 | 1 | 12 | 540.000 | 1 | 12 | 540.000 |
| 8,06 | Visitas | Mes | 450.000 | 1 | 12 | 5.400.000 | 1 | 12 | 5.400.000 | 1 | 12 | 5.400.000 | 1 | 12 | 5.400.000 |
| 8,07 | Viáticos | Mes | 100.000 | 1 | 12 | 1.200.000 | 1 | 12 | 1.200.000 | 1 | 12 | 1.200.000 | 1 | 12 | 1.200.000 |
| 8,08 | Publicidad | Mes | 15.000 | 1 | 12 | 180.000 | 1 | 12 | 180.000 | 1 | 12 | 180.000 | 1 | 12 | 180.000 |
| 8,09 | Articulos de Of./ Librería | Mes | 50.000 | 1 | 12 | 600.000 | 1 | 12 | 600.000 | 1 | 12 | 600.000 | 1 | 12 | 600.000 |
| 8,1 | Red Computacional | Mes | 50.000 | 1 | 12 | 600.000 | 1 | 12 | 600.000 | 1 | 12 | 600.000 | 1 | 12 | 600.000 |
| 8,11 | Impresoras | Mes | 50.000 | 1 | 12 | 600.000 | 1 | 12 | 600.000 | 1 | 12 | 600.000 | 1 | 12 | 600.000 |
| 8,12 | Fotocopiadora | Mes | 40.000 | 1 | 12 | 480.000 | 1 | 12 | 480.000 | 1 | 12 | 480.000 | 1 | 12 | 480.000 |
| 8,13 | Cafetería | Mes | 20.000 | 1 | 12 | 240.000 | 1 | 12 | 240.000 | 1 | 12 | 240.000 | 1 | 12 | 240.000 |
| 8,14 | Agua Consumo Humano | Mes | 60.000 | 1 | 12 | 720.000 | 1 | 12 | 720.000 | 1 | 12 | 720.000 | 1 | 12 | 720.000 |
| 8,15 | Fletes menores | Mes | 500.000 | 1 | 12 | 6.000.000 | 1 | 12 | 6.000.000 | 1 | 12 | 6.000.000 | 1 | 12 | 6.000.000 |
| 8,16 | Despachos Menores | Mes | 50.000 | 1 | 12 | 600.000 | 1 | 12 | 600.000 | 1 | 12 | 600.000 | 1 | 12 | 600.000 |
| 8,17 | Otros | Mes | 300.000 | 1 | 12 | 3.600.000 | 1 | 12 | 3.600.000 | 1 | 12 | 3.600.000 | 1 | 12 | 3.600.000 |
| Subtotal 7 | | | | 71.760.000 | | | 71.760.000 | | | 71.760.000 | | | 71.760.000 | | |

TOTAL GASTOS GENERALES (G.G.)

2.773.448.600

779.230.000

937.238.000

1.342.368.400

5.2.1 Costo de materiales e insumos

El costo de materiales se obtiene por cotización directa del producto puesto sobre camión en el sitio de embarque. A este costo se debe agregar los costos de utilización de puerto (atraque, sitio y estiba de la tabla T-26).

5.2.2 Costo de equipos

El costo de equipos corresponde al arriendo del equipo puesto en el sitio de embarque. A este costo se debe agregar los costos de utilización de puerto (atraque, sitio y estiba de la tabla T-26).

5.2.3 Costo de mano de obra

El costo asociado a la mano de obra corresponde al costo de la cuadrilla por especialidad. Estas cuadrillas incorporan un porcentaje de mano de obra local y mano de obra especializada importada.

El costo de la mano de obra incorpora un porcentaje por materiales de terreno, herramientas menores y elementos de seguridad.

El análisis de la mano de obra se indica en las tablas T-28, T-29 y T-30. En ellas se realiza (para cada especialidad) una estimación del costo empresa (T-28) para posteriormente adicionar los costos relativos a viáticos y movilizaciones para el personal (T-29). Posteriormente se conforman las cuadrillas a utilizar en el proyecto y el costo asociado a cada una de ellas (T-30). Este costo es el que se utiliza en el análisis de precios del proyecto.

Tabla T - 28: Estimación costo de mano de obra

| | | COSTO SUELDO IMPONIBLE | | | | PROVISIONES Y APORTES PATRONALES | | | |
|----------------|-------------|------------------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------------------------|-----------------------|-----------|--|
| MANO DE OBRA | Sueldo Base | Gratíf. Legal | Bono Producción | Total Imponible | Feriado Prop. | Aporte Mutual | Seguro Cesantía (AFC) | Costo EPP | |
| COSTO DIRECTO | | | | | 1,75 | 1,63% | | 163,00 | |
| | | \$ 62.938 | | | días/mes | | 3,00% | \$/HH | |
| OO. CC. | | | | | | | | | |
| Capataz | 580.000 | 62.938 | 182.063 | 825.000 | 48.125 | 13.448 | 24.750 | | |
| Mª 1ª | 400.000 | 62.938 | 112.063 | 575.000 | 33.542 | 9.373 | 17.250 | | |
| Mª 2ª | 300.000 | 62.938 | 87.063 | 450.000 | 26.250 | 7.335 | 13.500 | | |
| Jornal externo | 280.000 | 62.938 | 57.063 | 400.000 | 23.333 | 6.520 | 12.000 | | |
| Jornal local | 280.000 | 62.938 | 57.063 | 400.000 | 23.333 | 6.520 | 12.000 | | |

Tabla T - 28: Estimación costo de mano de obra (continuación)

| | | | | UF | HH/mes | | |
|----------------|--|---------------------------|-----------------------|--------------|--------------------------------------|-----------|-------------|
| | | | | 21.246,31 | 190 | | |
| BENEFICIOS | | | | ME | TOTAL COSTO EMPRESA | | |
| MANO DE OBRA | BENEFICIO Natalidad Matrimonio Fallecimiento | Beneficio Bono Escolar | Bono Término Faena | Alimentación | | | |
| COSTO DIRECTO | | | | | COSTO DE HH | | |
| | \$ 405 | \$ 3.019 | 2,5 Dias/mes | 0,30 UF*día | JORNADA 14 x7 BASE 192,5 HORAS | | |
| oo. cc. | | | | | | | |
| Capataz | 405 | 3.019 | 72.920 | 191.217 | \$ | 1.178.883 | \$ 6.204,65 |
| Mª 1ª | 405 | 3.019 | 72.920 | 191.217 | \$ | 902.725 | \$ 4.751,18 |
| Mª 2ª | 405 | 3.019 | 72.920 | 191.217 | \$ | 764.646 | \$ 4.024,45 |
| Jornal externo | 405 | 3.019 | 72.920 | 191.217 | \$ | 709.414 | \$ 3.733,76 |
| Jornal local | 405 | 3.019 | 72.920 | 0 | \$ | 518.197 | \$ 2.727,35 |

Tabla T - 29: Valor de la M/O a considerar en el estudio

| MANO DE OBRA | COSTO EMPRESA | | COSTO ESTADIA EN FAENA | | | |
|----------------|---------------|---------|------------------------|-------------------------|--------------|-------------|
| | Mensual | \$ / HH | MOVILIZACIÓN EN FAENA | MOVILIZACIÓN ISLA MOCHA | ALIMENTACIÓN | ALOJAMIENTO |
| COSTO DIRECTO | | | 877 | 263 | 0 | 0 |
| | | | \$ / HH | \$ / HH | \$ / HH | \$ / HH |
| OO. CC. | | | | | | |
| Capataz | 1.178.883 | 6.205 | 877 | 263 | 0 | 0 |
| Mª 1ª | 902.725 | 4.751 | 877 | 263 | 0 | 0 |
| Mª 2ª | 764.646 | 4.024 | 877 | 263 | 0 | 0 |
| Jornal externo | 709.414 | 3.734 | 877 | 263 | 0 | 0 |
| Jornal Local | 518.197 | 2.727 | 877 | 0 | 0 | 0 |

Tabla T - 29: Valor de la M/O a considerar en el estudio (continuación)

| | | | | | UF | HH/mes | | |
|----------------|--|---------------------------|-----------------------|--------------|-----------|---------------------|--------------------------------------|--|
| | | | | | 21.246,31 | 190 | | |
| BENEFICIOS | | | | | ME | TOTAL COSTO EMPRESA | | |
| MANO DE OBRA | BENEFICIO Natalidad Matrimonio Fallecimiento | Beneficio Bono Escolar | Bono Término Faena | Alimentación | | | | |
| COSTO DIRECTO | | | | | | | | |
| | \$ 405 | \$ 3.019 | 2,5 Dias/mes | 0,30 UF*dia | | | | |
| oo. cc. | | | | | | | COSTO DE HH | |
| Capataz | 405 | 3.019 | 72.920 | 191.217 | \$ | 1.178.883 | JORNADA 14 x7 BASE 192,5 HORAS | |
| Mª 1ª | 405 | 3.019 | 72.920 | 191.217 | \$ | 902.725 | \$ 6.204,65 | |
| Mª 2ª | 405 | 3.019 | 72.920 | 191.217 | \$ | 764.646 | \$ 4.751,18 | |
| Jornal externo | 405 | 3.019 | 72.920 | 191.217 | \$ | 709.414 | \$ 4.024,45 | |
| Jornal local | 405 | 3.019 | 72.920 | 0 | \$ | 518.197 | \$ 3.733,76 | |
| | | | | | | | \$ 2.727,35 | |

Tabla T - 30: Valor de cuadrillas a utilizar en el estudio

| CODIGO | CUADRILLAS | C A P A T A Z | M A E S T R O 1 | M A E S T R O 2 | J O R N A L E X T | J O R N A L L O C A L | Total de | C O S T O T O T A L | C O S T O U N I T A R I O |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|---|---------------------------------|--|---|
| | | | | | | | personas en la cuadrilla | | |
| 915000100 | Cuadrilla de Jornales | 1 | | | 4 | 8 | 13 | 55.954 | 4.304 |
| 915000200 | Cuadrilla de OCCC | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 12 | 58.504 | 4.875 |
| 915000300 | Cuadrilla de Hormigones | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | 11 | 53.284 | 4.844 |
| 915000400 | Cuadrilla de Terminaciones OCCC | 1 | 6 | | 2 | 4 | 13 | 67.358 | 5.181 |
| 915000500 | Cuadrilla de Mantención | | 4 | 2 | 2 | 2 | 10 | 51.295 | 5.130 |

5.3 ANÁLISIS DE COSTOS - ETAPA DE SERVICIO

Dado que es imposible una obra que no requiera algún tipo de mantenimiento durante su etapa de servicio, se analiza la proposición de mantención realizada por el proyectista.

En general las necesidades de mantenimiento vial en nuestro país se encuentran normadas por la Dirección de Vialidad en el volumen N° 7 del Manual de Carreteras y por ello es que todas las consideraciones en lo que respecta a esta situación son referidas a este documento.

La proposición del calculista para este proyecto es considerar, basado en los criterios de mantención del capítulo 7.300 del Vol.7 del MC, una mantención rutinaria y una periódica.

La conservación rutinaria corresponde a intervenciones relativamente frecuentes a lo largo de todo el año independiente de las condiciones de tránsito y características meteorológicas. Se puede estimar intervenciones cada dos meses.

La conservación periódica, corresponde a una actividad que eventualmente puede ser programada dada la periodicidad de su ejecución. Dependen del volumen de tránsito y el clima. Para este caso el proyectista ha estimado una periodicidad de entre cinco y ocho años. Se estima un 30% de superficie a reparar en cada período. Las proposiciones propuestas no varían para las distintas alternativas, salvo para el caso de la mantención periódica en la alternativa d.1 (Mezcla asfáltica en frío) y el caso periódico/permanente de la alternativa e.1 (pavimentos de adocretos).

El análisis de mantenimiento realizado corresponde sólo a una estimación, dado que corresponderá a la Dirección Regional de Vialidad definir la modalidad de contratación. Sin embargo dadas las características de la vía (ubicación geográfica, tipo de camino, flujo vehicular, etc.), se propone un contrato del tipo Conservación por Administración Directa, dado que al estar asociado al SAM (Sistema de

Administración de mantenimiento) podría generar un mejor aprovechamiento de los recursos.

5.4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Para el análisis de precios unitarios se utiliza una subrutina desarrollada en base a plataforma Excel y Bases de datos.

La estructura de análisis contempla el desarrollo de un presupuesto estimativo para cada alternativa en base a las cantidades de obra obtenidas para cada alternativa y los precios resultantes para cada actividad. Se realiza además una estimación para evaluar la conservación asociada a cada alternativa. El presupuesto y análisis se adjunta en el anexo D y el resumen de los resultados obtenidos se indica en la tabla T-31.

5.5 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Generalmente los proyectos de pavimentación se orientan a mejorar la calidad de vida de la población, sin embargo la mayoría de los beneficios asociados a ellos son de difícil cuantificación. Hasta hoy, no ha sido posible el desarrollo de una metodología que permita mediante un análisis costo-beneficio realizar esta medición. Se propone evaluar escogiendo la alternativa técnicamente factible, que entregue una solución de mínimo costo al problema (criterio de costo-eficiencia).

De esta forma se plantea una matriz, para la toma de decisión, considerando los costos asociados a la construcción de cada alternativa de pavimento factible y su posterior valor de conservación. El resumen del presupuesto para cada alternativa se presenta a continuación en la tabla T-31 y posteriormente se incorpora la tabla T-32 que corresponde a la matriz de comparación con las distintas alternativas considerando el costo unitario de construcción y el costo de conservación expresados en U.F.

Tabla T - 31: Resumen de presupuesto por alternativas

| Descripción | Alternativa 1 DTS-Base Granular \$ | Alternativa 2 DTS-Base Arena/Asfalto \$ | Alternativa 3 DTS-Base Arena/Cemento \$ | Alternativa 4 Pavimento de Adoquin Pref. \$ |
|---------------------------------------|---|--|--|--|
| Preparación del Area de Trabajo | 13.241.229 | 13.241.229 | 13.241.229 | 13.241.229 |
| Movimiento de Tierras | 271.239.703 | 306.516.326 | 306.516.326 | 292.611.703 |
| Capas Granulares | 1.444.348.980 | 505.740.693 | 645.894.040 | 844.898.842 |
| Revestimientos y Pavimentos | 676.637.326 | 676.637.326 | 676.637.326 | 2.251.789.270 |
| Drenaje y Protección de la Plataforma | 70.044.721 | 70.044.721 | 70.044.721 | 341.071.587 |
| Obras Varias | 8.882.481 | 8.882.481 | 8.882.481 | 8.882.481 |
| Total Costo Directo | 2.484.394.440 | 1.581.062.776 | 1.721.216.123 | 3.752.495.113 |
| Costo Indirecto (Tabla T-31) | 2.773.448.600 | 779.230.000 | 937.238.000 | 1.342.368.400 |
| Total Alternativa Construcción | 5.257.843.040 | 2.360.292.776 | 2.658.454.123 | 5.094.863.513 |

Tabla T - 32: Matriz de comparación

| Etapa | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 | Alternativa 4 |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| | DTS-Base Granular | DTS-Base Arena/Asfalto | DTS-Base Arena/Cemento | Pavimento de Adoquin Pref. |
| | U.F./m2 | U.F./m2 | U.F./m2 | U.F./m2 |
| Construcción | 1,2497 | 0,5610 | 0,6319 | 1,2110 |
| Conservación Rutinaria | 1,8590 | 1,8590 | 1,8590 | 0,9840 |
| Conservación Periódica | 1,4773 | 1,3761 | 1,4137 | 0,8461 |

VI. CONCLUSIONES

La primera impresión positiva en relación al trabajo realizado tiene que ver con los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio. El poder utilizar los empréstitos de arenas locales como material para la confección del terraplén de la subrasante y comprobar además que el volumen factible de utilizar cubre las necesidades para esta estructura, supone un ahorro de recursos interesantes dado lo singular que resulta la importación de materiales desde el continente.

De igual manera, la comprobación de la nula existencia de áridos de mayor tamaño compromete la tarea de selección de alternativas, dado el complejo escenario que representa el traslado de materiales desde las canteras existentes en las cuencas hídricas continentales.

No es menor el hecho, ya que algunas de ellas deberán ser necesariamente desechadas por el largo período que implica transportar el volumen necesario para confeccionar la estructura requerida. Esto es muy notorio en las alternativas que suponen una base granular con material chancado de río. El tiempo de transporte también tendrá un efecto importante para la alternativa de adoquín prefabricado

El elemento transporte marítimo toma especial relevancia dado la escasa oferta de naves en la actualidad. Se ha podido comprobar que este tipo de naves se encuentran cumpliendo contratos de larga duración en la industria salmonera del sur del país. Esta situación al momento de licitar puede ser un factor determinante en la factibilidad de ejecución del proyecto por lo que no se debe obviar.

En relación a la ruta definida para el transporte, el par origen destino Puerto de Coronel – Isla Mocha es claramente superior y conveniente en base a las siguientes observaciones:

- Capacidad de carga acorde a los requerimientos del proyecto

- Mayor eficiencia debido a la infraestructura existente en el puerto.
- Mayor seguridad en las operaciones de carga
- Disponibilidad de almacenaje
- El acceso de la barcaza a Puerto es más eficiente
- Disminución de costos por seguros

El análisis de las distintas alternativas, fue planteado como un estudio global que incorpora todas las actividades del proyecto de manera de obtener un valor lo más cercano a la realidad, de esta manera se analizó incorporando la instalación de faenas, uso y tratamiento de los empréstitos, tratamiento de botaderos, etc. Para el análisis de los costos indirectos la estimación trató de ser lo más ajustada a los valores reales con un esquema utilizado en la mayoría de las oficinas de estudios de construcción (ver tabla T-27).

En relación a los precios unitarios para la conservación vial, estos fueron analizados considerando mantención permanente en promedio de seis veces por año, estimándose del orden de 60 baches anuales. Para el caso de la mantención periódica, se estimó un ciclo de entre cinco a ocho años; para cada una de estas operaciones se estimó reparación de un 30% de la superficie. La vida útil de la vía se estima entre 15 a 20 años.

En relación a la matriz de comparación es importante destacar lo siguiente:

- § Dado los volúmenes implicados en su ejecución, la oferta de transporte existente y el alto costo tanto de construcción como de conservación, la alternativa 1: DTS-Base granular debería ser descartada. Esta alternativa requiere utilizar un mayor número de barcasas.
- § La alternativa 2 (DTS-Base arena/asfalto) y la alternativa 3 (DTS-Base arena/cemento) son alternativas factibles con un costo de construcción aceptable para las condiciones del proyecto pero poseen un elevado costo de mantención, siendo además incierto el comportamiento de este tipo de

pavimentos al tráfico mayoritario de la isla (tracción animal). Por esta razón se recomienda descartar esta alternativa.

- § En relación a la alternativa 3 (Adocretos prefabricados), si bien resulta ser una alternativa de alto costo constructivo y bastante impacto social en la isla (requiere mayor mano de obra y la construcción de un campamento para 130 personas) el costo asociado a la mantención es la mitad de las otras alternativas. Esto claramente es una ventaja que postulan a esta solución como la propuesta por este estudio.

Por último es necesario indicar que, dada la fragilidad ambiental de la isla y el hecho de ser una Reserva Nacional, es de suma importancia y responsabilidad para con las futuras generaciones respetar el entorno de las obras y cumplir a cabalidad con las reglamentaciones existentes, en especial con todas las indicaciones de la Ley General del Medio Ambiente y las indicaciones sobre Gestión ambiental del volumen 7 del Manual de Carreteras.

6.1 BIBLIOGRAFÍA

- DIRECCIÓN de Vialidad, Vol. N° 2- Procedimiento de estudios viales, Manual de Carreteras, Santiago, Chile, Dirección de Vialidad, 2001.
- DIRECCIÓN de Vialidad, Vol. N° 3- Instrucciones y criterios de diseño, Manual de Carreteras, Santiago, Chile, Dirección de Vialidad, 2002.
- DIRECCIÓN de Vialidad, Vol. N° 5- Especificaciones técnicas generales de construcción, Manual de Carreteras, Santiago, Chile, Dirección de Vialidad, 2003.
- DIRECCIÓN de Vialidad, Vol. N° 7- Mantenimiento vial, Santiago, Chile, Dirección de Vialidad, 2000.
- COMISIÓN Nacional de Áridos, Vol. N° 1- Industria del árido en Chile, Santiago, Chile, Centro de Desarrollo Tecnológico - CCHC, 2001, 320 p.
- DUJISIN, Dusan, FARAGGI, Víctor, TORREJÓN, Julio, Diseño de pavimentos de Hormigón principios básicos – métodos de diseño, Santiago, Chile, Departamento de Ingeniería Civil – Universidad de Chile, 1991, 86 p.
- INSTITUTO geográfico militar de Chile, Atlas geográfico para la educación, Santiago, Chile, Instituto Geográfico Militar de Chile, 2002, 208 p.
- CORPORACIÓN Nacional Forestal, Isla Mocha – Biodiversidad – Conservación – Cultura, Concepción, Chile, Corporación Nacional Forestal, 2006, 135 p.

- INSTITUTO Chileno del Cemento y del Hormigón, Pavimentos de adoquines – Fabricación - Construcción - Inspección, Santiago, Chile, Editorial Universitaria, 1991, 32 p.

VII. ANEXOS

7.1 ANEXO A – FOTOGRAFÍAS

Fotografía A - 1: Vista aérea Isla Mocha



Fuente: CONAF

Fotografía A - 2: Desembocadura Río Tirúa



Fuente: Propia

Fotografía A - 3: Transporte interno – Vehículos tracción animal



Fuente: Ghisolfo S.A.

Fotografía A - 4: Transporte interno – Vehículos motorizados



Fuente: Ghisolfo S.A.

Fotografía A - 5: Dm 0.00-Dm 10.000 Carpeta uniforme



Fuente: Ghisolfo S.A.

Fotografía A - 6: Dm 0.00-Dm 10.000 Carpeta uniforme



Fuente: Propia

Fotografía A - 7: Dm 10.000 - Dm 16.700 Carpeta en reducción



Fuente: Propia

Fotografía A - 8: Dm 10.000-Dm 16.700 Huella de camino



Fuente: Propia

Fotografía A - 9: Dm 16.700-Dm 20.000 Huella en playa



Fuente: Propia

Fotografía A - 10: Dm 16.700-20.000 Huella en playa



Fuente: Ghisolfo S.A.

Fotografía A - 11: Dm 20.000-Dm 26.600 Camino con cercanía al mar



Fuente: Propia

Fotografía A - 12: Dm 20.000-Dm 26.600 Camino con cercanía al mar



Fuente: Propia

Fotografía B - 1: Embarcadero Mocul – Pto. Saavedra



Fuente: Propia

Fotografía B - 2: Embarcadero Nehueltué - Pto. Saavedra



Fuente: Propia

Fotografía B - 3: Embarcadero Pto. Saavedra



Fuente: Google

Fotografía B - 4: Embarcadero Tirúa



Fuente: Propia

Fotografía B - 5: Desembocadura Río Tirúa



Fuente: Propia

Fotografía B - 6: Caleta de Llico



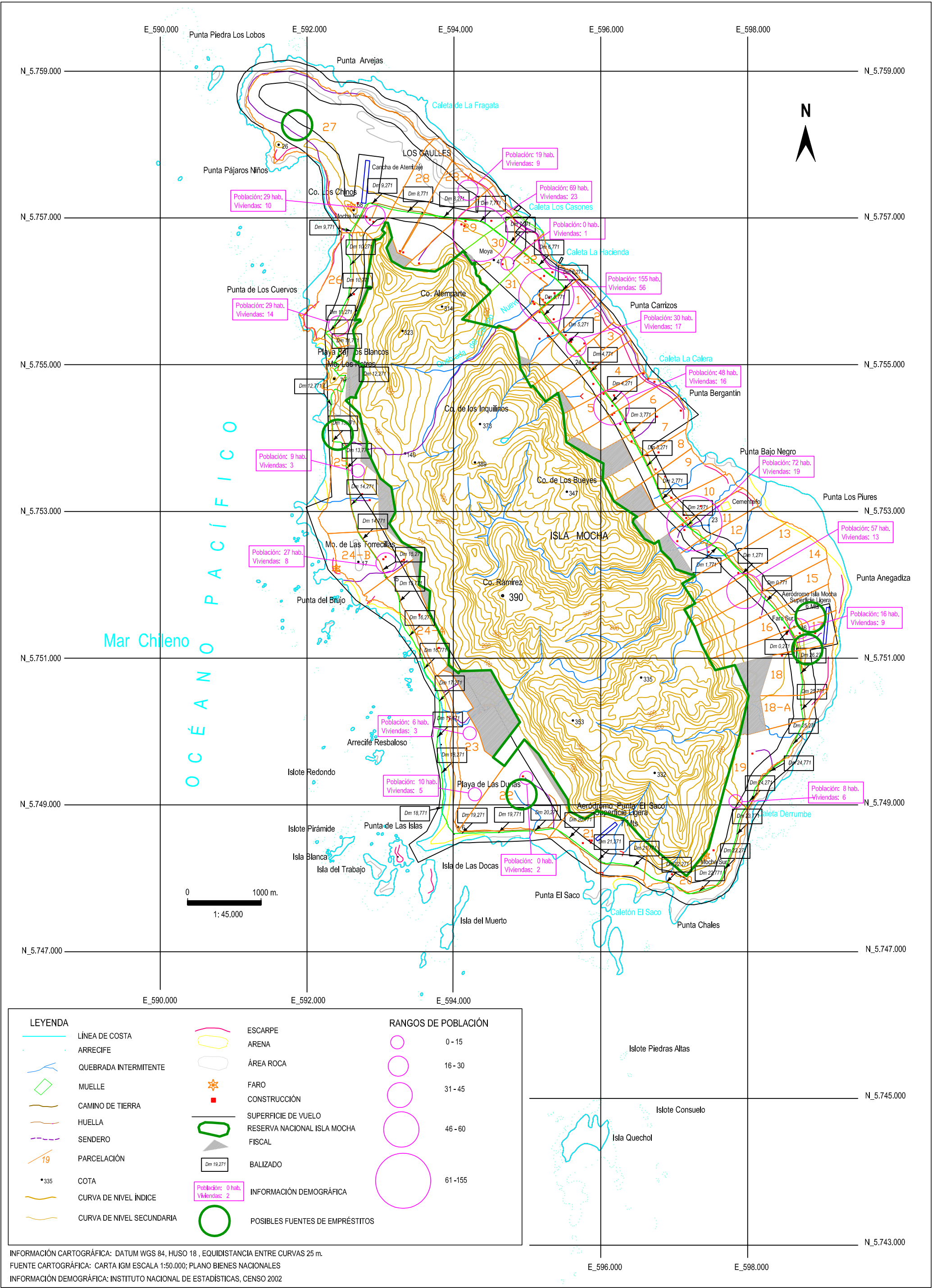
Fuente: Propia

Fotografía B - 7: Puerto Coronel



Fuente: Google

7.2 ANEXO B – PLANOS DEL PROYECTO



| LEYENDA | | RANGOS DE POBLACIÓN | |
|---------|---------------------------------|---------------------|----------|
| | LÍNEA DE COSTA | | 0 - 15 |
| | ARRECIFE | | 16 - 30 |
| | QUEBRADA INTERMITENTE | | 31 - 45 |
| | MUELLE | | 46 - 60 |
| | CAMINO DE TIERRA | | 61 - 155 |
| | HUELLA | | |
| | SENDERO | | |
| | PARCELACIÓN | | |
| | COTA | | |
| | CURVA DE NIVEL ÍNDICE | | |
| | CURVA DE NIVEL SECUNDARIA | | |
| | ESCARPE | | |
| | ARENA | | |
| | ÁREA ROCA | | |
| | FARO | | |
| | CONSTRUCCIÓN | | |
| | SUPERFICIE DE VUELO | | |
| | RESERVA NACIONAL ISLA MOCHA | | |
| | FISCAL | | |
| | BALIZADO | | |
| | INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA | | |
| | POSIBLES FUENTES DE EMPRÉSTITOS | | |

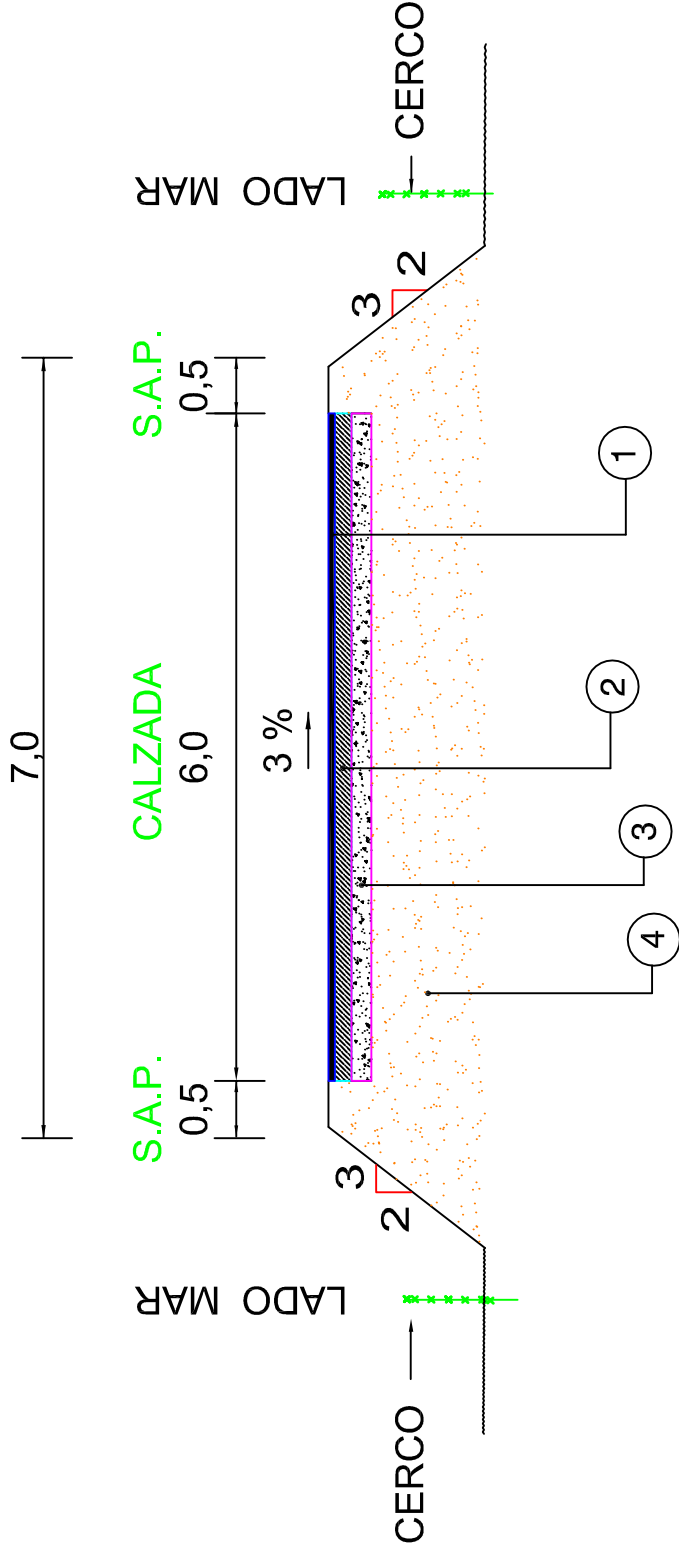
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA: DATUM WGS 84, HUSO 18, EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS 25 m.
 FUENTE CARTOGRÁFICA: CARTA IGM ESCALA 1:50.000; PLANO BIENES NACIONALES
 INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, CENSO 2002

JPH/EGC 11/12/07 Rev 1

| | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------|---|---|--|---------------|----------------------------|-------------|
| ghisolfo <small>INGENIERÍA DE CONSULTA</small> | EJECUCIÓN Y REVISIÓN DEL PROYECTO | | APROBACIÓN DEL PROYECTO | | CAMINO : CIRCUNVALACIÓN ISLA MOCHA SECTOR : ISLA MOCHA Dm = 0,00 A Dm = 26.587,65 | REGIÓN: VIII PROVINCIA: ARAUCO COMUNA: LEBU | ESTUDIO DE INGENIERÍA DE DETALLE INFORMACIÓN AREA DEL CAMINO DM. 0,00 A DM. 26.587,65 ESCALA: 1:45.000 | PLANO PL 1 | LAMINA No. 01 De. 01 | |
| | EJECUTOR | JUAN PABLO HERNÁNDEZ | VERSION N° | FECHA | | | | | | VISTO BUENO |
| | JEFE PROJ. | FRANCISCO GHISOLFO O. | | | | | | | | |
| | INSPECTOR FISCAL | EDUARDO SALGADO | | | | | | | | |

PERFIL TIPO N° 1
SOLUCION TRATAMIENTO ASFÁLTICO

| EJE PRINCIPAL | EJES SECUNDARIOS |
|---------------------------|-------------------------------|
| Dm 0,000 - Dm 5.880 | EJE 1 Dm 0.000 - Dm 270,895 |
| Dm 7.120 - Dm 9.500 | EJE 2 Dm 0.000 - Dm 311,877 |
| Dm 13.100 - Dm 14.200 | EJE 5 Dm 0.000 - Dm 1.378,341 |
| Dm 14.800 - Dm 25.696,069 | |



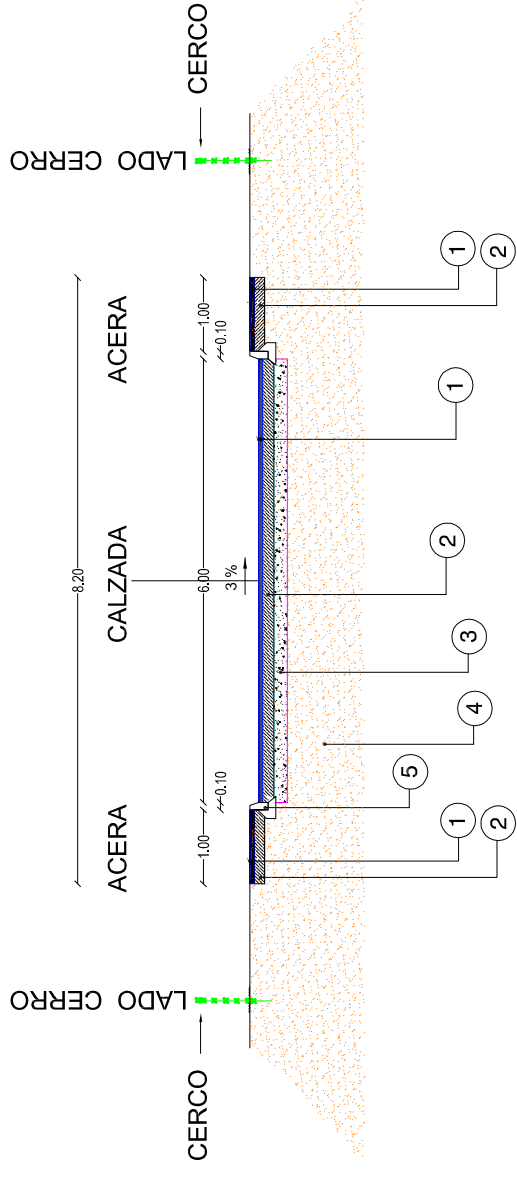
- ① DTS (CON ASFALTO MODIFICADO) ③ SUB-BASE GRANULAR (CBR ≥ 25%) e = 0,18 m
- ② BASE ARENA TRATADA CON CEMENTO e = 0,15 m ④ TERRAPLEN

REDUCIDO AL 50%

| | | | | | | |
|--|-----------------------------------|-------------------------|------------|----------------------------------|--------------------------------|--------|
| MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE VIALIDAD | EJECUCION Y REVISION DEL PROYECTO | APROBACION DEL PROYECTO | REGION | ESTUDIO DE INGENIERIA DE DETALLE | PLANO | LAMINA |
| | EJECUTOR | JUAN PABLO HERNANDEZ | VERSION N° | PERFIL TIPO N° 1 | PT | No. 01 |
| | JEFE PROY. | FRANCISCO GHISOLFO | FECHA | ARAUCO | SOLUCION TRATAMIENTO ASFALTICO | |
| INSPECTOR FISCAL | EDUARDO SALGADO | | LEBU | DM. 0.00 A DM. 25.696,069 | | |
| CAMINO : CIRCUNVALACIÓN ISLA MOCHA | | | | | | |
| SECTOR : ISLA MOCHA | | | | | | |
| Dm = 0,000 A Dm = 3,800 Dm = 13,100 A Dm = 14,200 EJE 1 Dm 0,000 - Dm 270,895 | | | | | | |
| Dm = 7,000 A Dm = 9,500 Dm = 14,800 A Dm = 25,696 EJE 2 Dm 0,000 - Dm 311,877 | | | | | | |
| Dm = 13,100 A Dm = 14,200 EJE 5 Dm 0,000 - Dm 1,378,341 | | | | | | |

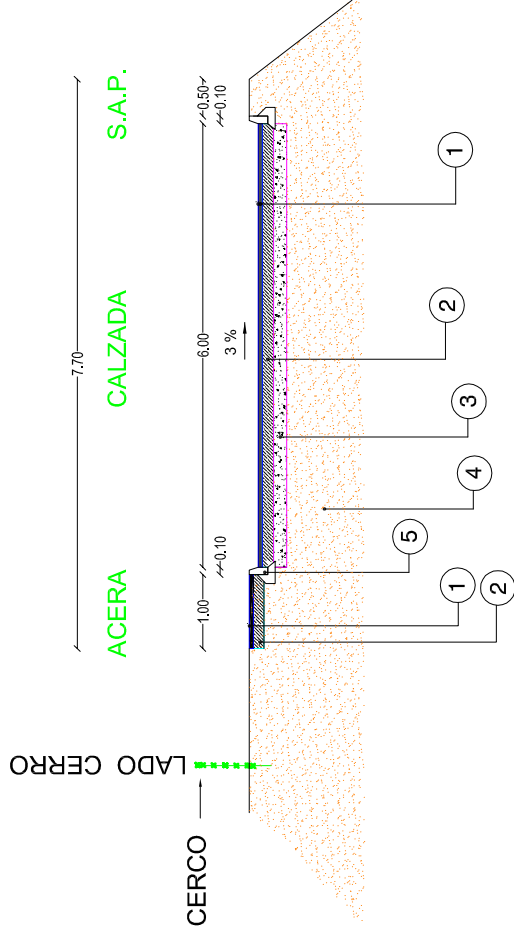
PERFIL TIPO N° 2
SOLUCION TRATAMIENTO ASFÁLTICO

ZONA URBANA
Dm 6.340 - 7.120



PERFIL TIPO N° 2
SOLUCION TRATAMIENTO ASFÁLTICO

ZONA URBANA
Dm 5.880 - 6.340



1 DTS (CON ASFALTO MODIFICADO) 5 SOLERA TIPO "C", según tipo lámina 4.106.401 del MC-V4

2 BASE ARENA TRATADA CON CEMENTO e = 0,15 m

3 SUB-BASE GRANULAR (CBR ≥ 25%) e = 0,18 m

4 TERRAPLEN

REDUCIDO AL 50%

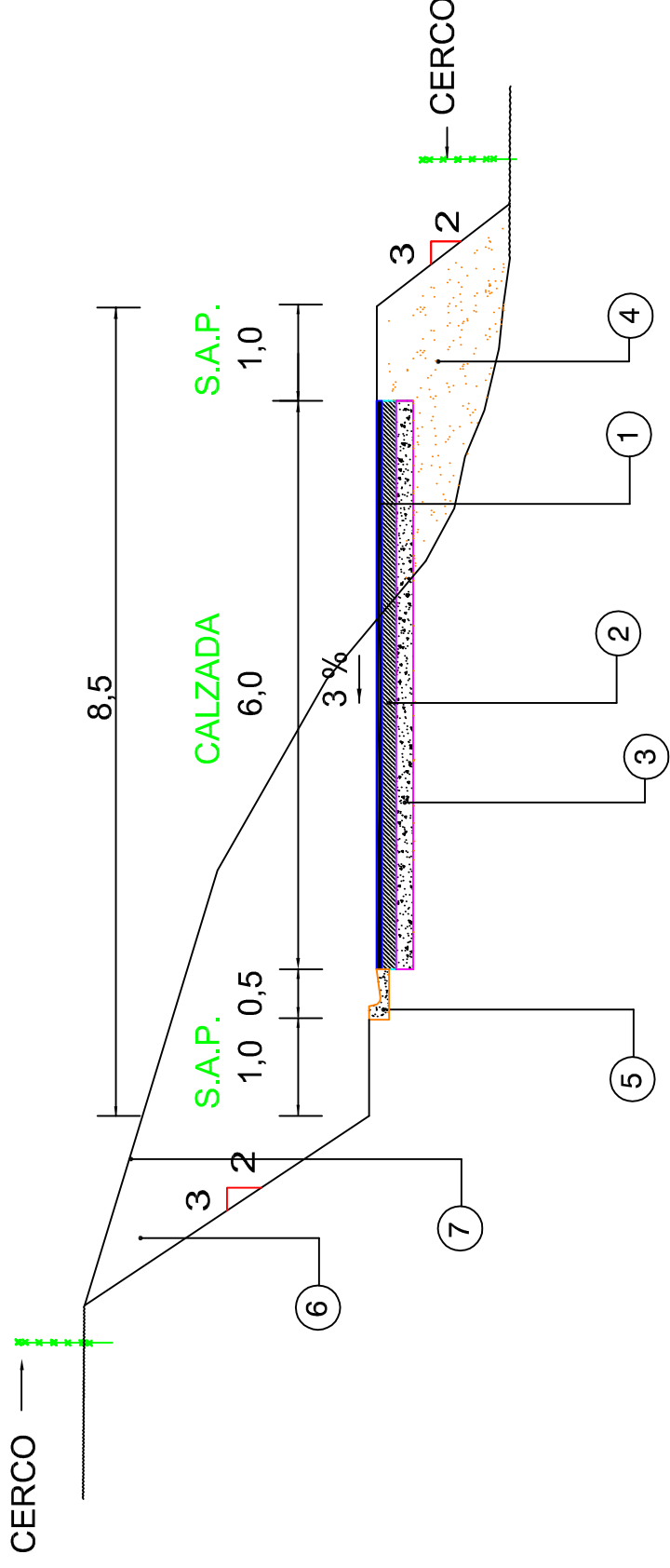
| | | | | | | | | |
|--|---|--|-------------------------|-------|-------------|--|-----------------------|--------|
| MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE VIALIDAD | EJECUCION Y REVISION DEL PROYECTO | | APROBACION DEL PROYECTO | | REGION | ESTUDIO DE INGENIERIA DE DETALLE PERFIL TIPO N°2 SOLUCION TRATAMIENTO ASFÁLTICO DM. 0.00 A DM. 25.696.069 | PLANO | LAMINA |
| | EJECUTOR JEFE PROY. INSPECTOR FISCAL | JUAN PABLO HERNANDEZ FRANCISCO GHISOLFO O. EDUARDO SALGADO | VERSION N° | FECHA | VISTO BUENO | | PROVINCIA: COMUNA: | PT |
| | | | | | | CAMINO : CIRCUNVALACIÓN ISLA MOCHA SECTOR : ISLA MOCHA Dm = 3.800 A Dm = 7.000 | | |
| | | | | | | DM. 0.00 A DM. 25.696.069 | | |

PERFIL TIPO N° 3
SOLUCION TRATAMIENTO ASFÁLTICO

ZONA DE CUESTA

Dm 12.800 - 13.100

Dm 9.500 - 11.200



- ① DTS (CON ASFALTO MODIFICADO)
- ② BASE ARENA TRATADA CON CEMENTO e = 0,15 m
- ③ SUB-BASE GRANULAR (CBR ≥ 25%) e = 0,18 m
- ④ TERRAPLEN
- ⑤ SOLERA CON ZARPA PREFABRICADA TIPO GRAU O SIMILAR
- ⑥ CORTE
- ⑦ TERRENO NATURAL

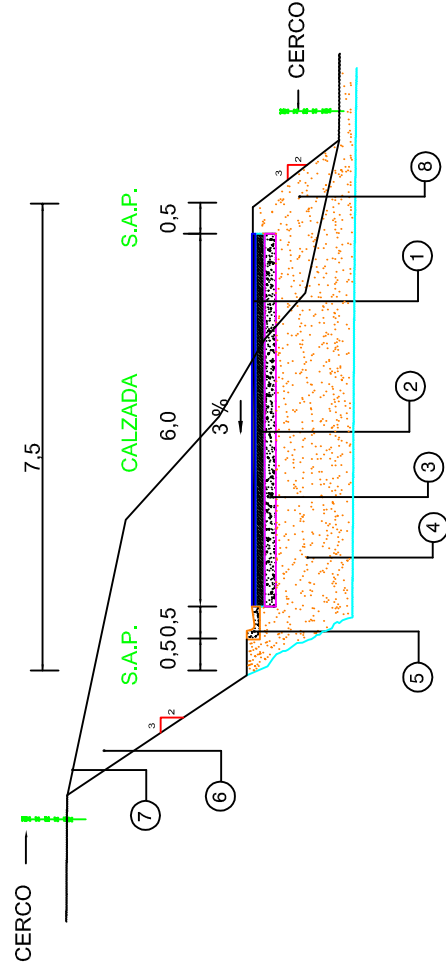
REDUCIDO AL 50%

| | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------|--|---|---|--------------------|------------------|
| MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE VIALIDAD | EJECUCIÓN Y REVISIÓN DEL PROYECTO | | APROBACION DEL PROYECTO | | CAMINO : CIRCUNVALACIÓN ISLA MOCHA SECTOR : ISLA MOCHA Dm = 12.800 A Dm =13.100 Dm = 9.500 A Dm =11.200 | REGION: VIII PROVINCIA: ARAUCO COMUNA: LEBU | ESTUDIO DE INGENIERIA DE DETALLE PERFIL TIPO N° 3 SOLUCION DTS O LECHADA ASFALTICA SECALA DM. 0,00 A DM. 25.696,069 | PLANO LAMINA PT | No. 03 De. 08 |
| | EJECUTOR | JUAN PABLO HERNANDEZ | VERSION N° | VISTO BUENO | | | | | |
| | JEFE PROY. | FRANCISCO GHISOLFO O. | FECHA | | | | | | |
| INSPECTOR FISCAL | EDUARDO SALGADO | | | | | | | | |

PERFIL TIPO N° 4-a
SOLUCION TRATAMIENTO SUPERFICIAL

PERFIL TIPO

Dm 11.200 - Dm 12.800

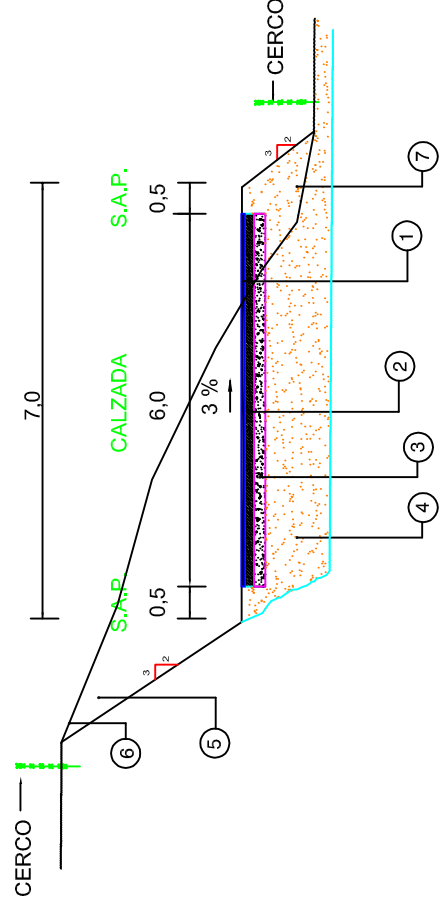


- ① DTS (CON ASFALTO MODIFICADO)
- ② BASE ARENA TRATADA CON CEMENTO e = 0,15 m
- ③ SUB-BASE GRANULAR (CBR ≥ 25%) e = 0,18 m
- ④ ARENA DE REEMPLAZO (CBR ≥ 15%) e = 0.82 m
- ⑤ SOLERA CON ZARPA PREFABRICADA TIPO GRAU O SIMILAR
- ⑥ CORTE
- ⑦ TERRENO NATURAL
- ⑧ TERRAPLÉN

PERFIL TIPO N° 4-b
SOLUCION TRATAMIENTO SUPERFICIAL

PERFIL TIPO

Dm 14.200 - Dm 14.800



- ① DTS (CON ASFALTO MODIFICADO)
- ② BASE ARENA TRATADA CON CEMENTO e = 0,15 m
- ③ SUB-BASE GRANULAR (CBR ≥ 25%) e = 0,18 m
- ④ ARENA DE REEMPLAZO (CBR ≥ 15%) e = 0.82 m
- ⑤ CORTE
- ⑥ TERRENO NATURAL
- ⑦ TERRAPLÉN

REDUCIDO AL 50%

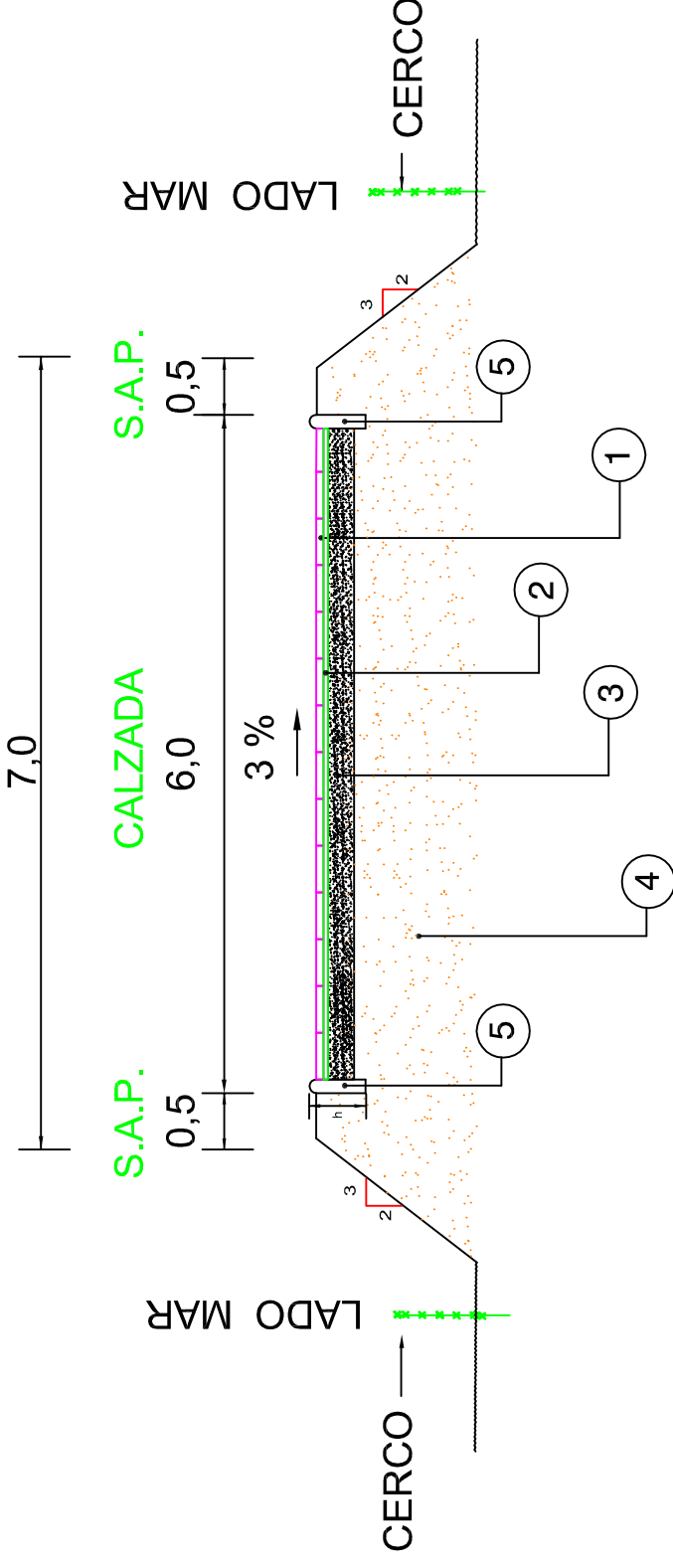
| | | | | | | | | | |
|--|---|--|-------------------------|-------|--|---|--|-------|------------------|
| MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE VIALIDAD | EJECUCIÓN Y REVISIÓN DEL PROYECTO | | APROBACION DEL PROYECTO | | CAMINO : CIRCUNVALACIÓN ISLA MOCHA SECTOR : ISLA MOCHA Dm = 11.200 A Dm =12.800 Dm =14.200 A Dm=14.800 | REGION: VIII PROVINCIA: ARAUCO COMUNA: LEBU | ESTUDIO DE INGENIERIA DE DETALLE PERFIL TIPO N° 4 SOLUCION DTS O LECHADA ASFALTICA Dm: 0.00 A Dm: 25.696,099 | PLANO | LAMINA |
| | EJECUTOR JEFE PROY. INSPECTOR FISCAL | JUAN PABLO HERNÁNDEZ FRANCISCO GHISOLFO O. EDUARDO SALGADO | VERSION N° | FECHA | | | | PT | No. 04 De. 08 |

PERFIL TIPO N° 5
SOLUCION ADOQUÍN DE CONCRETO

PERFIL TIPO

EJES PRINCIPAL EJES SECUNDARIOS

- Dm 0.000 - Dm 5.880
- Dm 7.120 - Dm 9.500
- Dm 13.100 - Dm 14.200
- Dm 14.800 - Dm 25.696,069
- EJE 1 Dm 0.000 - Dm 270,895
- EJE 2 Dm 0.000 - Dm 311,877
- EJE 5 Dm 0.000 - Dm 1.378,341



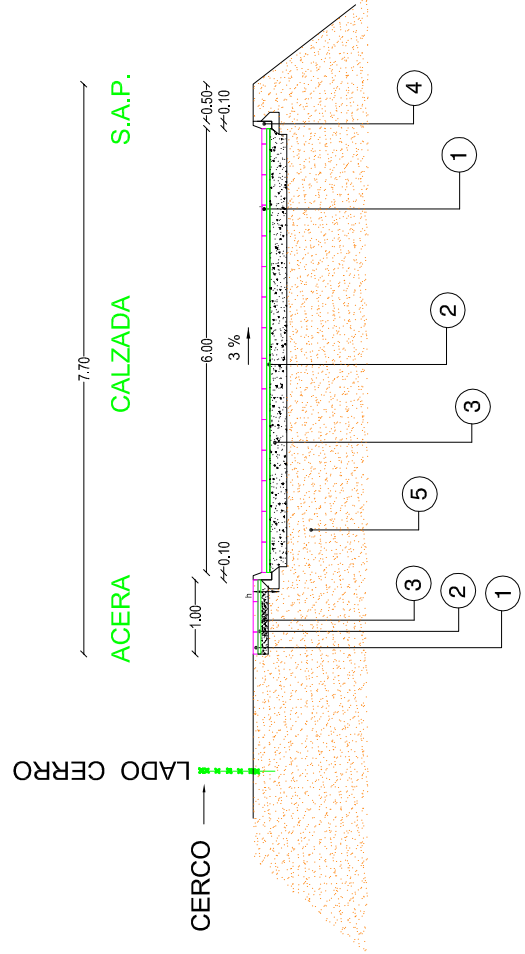
- ① ADOCRETOS DE HORMIGÓN e = 60 mm.
- ② ARENA DE INSTALACION DE ADOCRETOS e = 0,04 m
- ③ BASE ARENA TRATADA CON CEMENTO e = 0,23 m
- ④ TERRAPLEN
- ⑤ SOLERILLA COLOR GRIS TIPO GRAU O SIMILAR h= 200 mm.

REDUCIDO AL 50%

| | | | | | | |
|--|--|---------------------------------------|---|-----------------------------------|---|--------|
| MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE VIALIDAD | EJECUCION Y REVISION DEL PROYECTO | APROBACION DEL PROYECTO | REGION: VIII | ESTUDIO DE INGENIERIA DE DETALLE | PLANO | LAMINA |
| | EJECUTOR: JUAN PABLO HERNANDEZ JEFE PROY.: FRANCISCO GHISOLFO O. INSPECTOR FISCAL: EDUARDO SALGADO | VERSION N°: FECHA: VISTO BUENO: | CAMINO : CIRCUNVALACION ISLA MOCHA SECTOR : ISLA MOCHA Dm = 0.000 A Dm = 3.800 Dm = 13.100 A Dm = 14.200 Dm = 7.000 A Dm = 9.500 Dm = 14.800 A Dm = 25.696 EJE 5 Dm 0.000 - Dm 1.378,341 | PROVINCIA: ARAUCO COMUNA: LEBU | SOLUCION ADOQUIN N° 5 PERFIL TIPO N° 5 DM. 0.00 A DM. 25.696,069 SIESCALA | PT |

PERFIL TIPO N° 6
SOLUCION ADOQUÍN DE CONCRETO

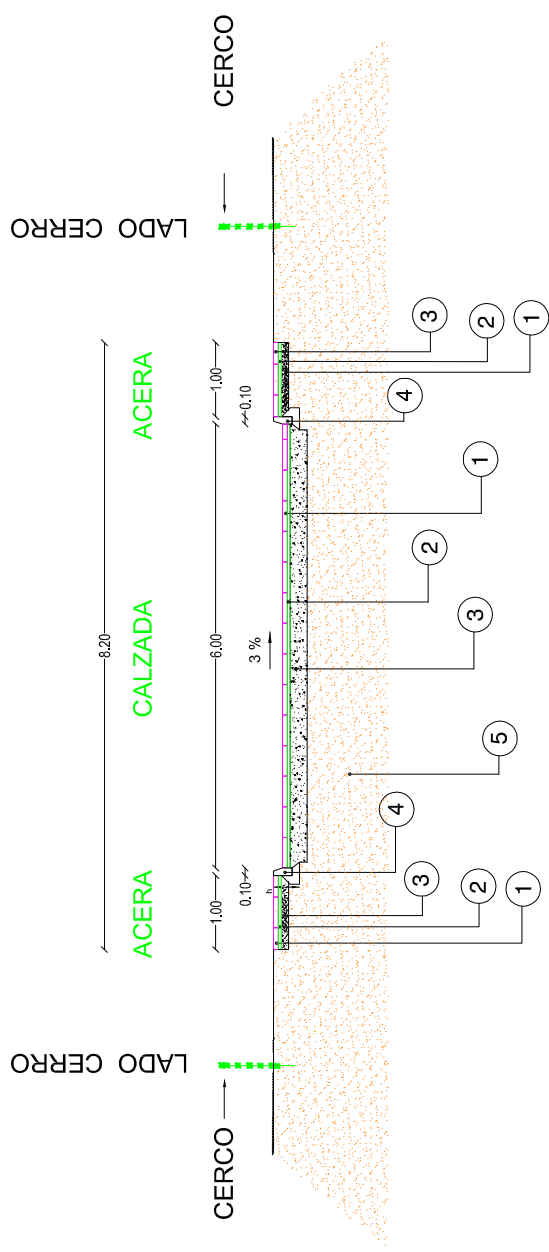
ZONA URBANA
Dm 5.880 - 6.340



- ① ADOCRETOS DE HORMIGÓN e = 60 mm
- ② ARENA DE INSTALACION DE ADOCRETOS e = 0,04 m
- ③ BASE ARENA CEMENTO e = 0,23 m

PERFIL TIPO N° 6 A
SOLUCION ADOQUÍN DE CONCRETO

ZONA URBANA
Dm 6340 - 7120



- ④ SOLERA TIPO "C", según tipo lámina 4.106.401 del MC-V4
- ⑤ TERRAPLEN

REDUCIDO AL 50%

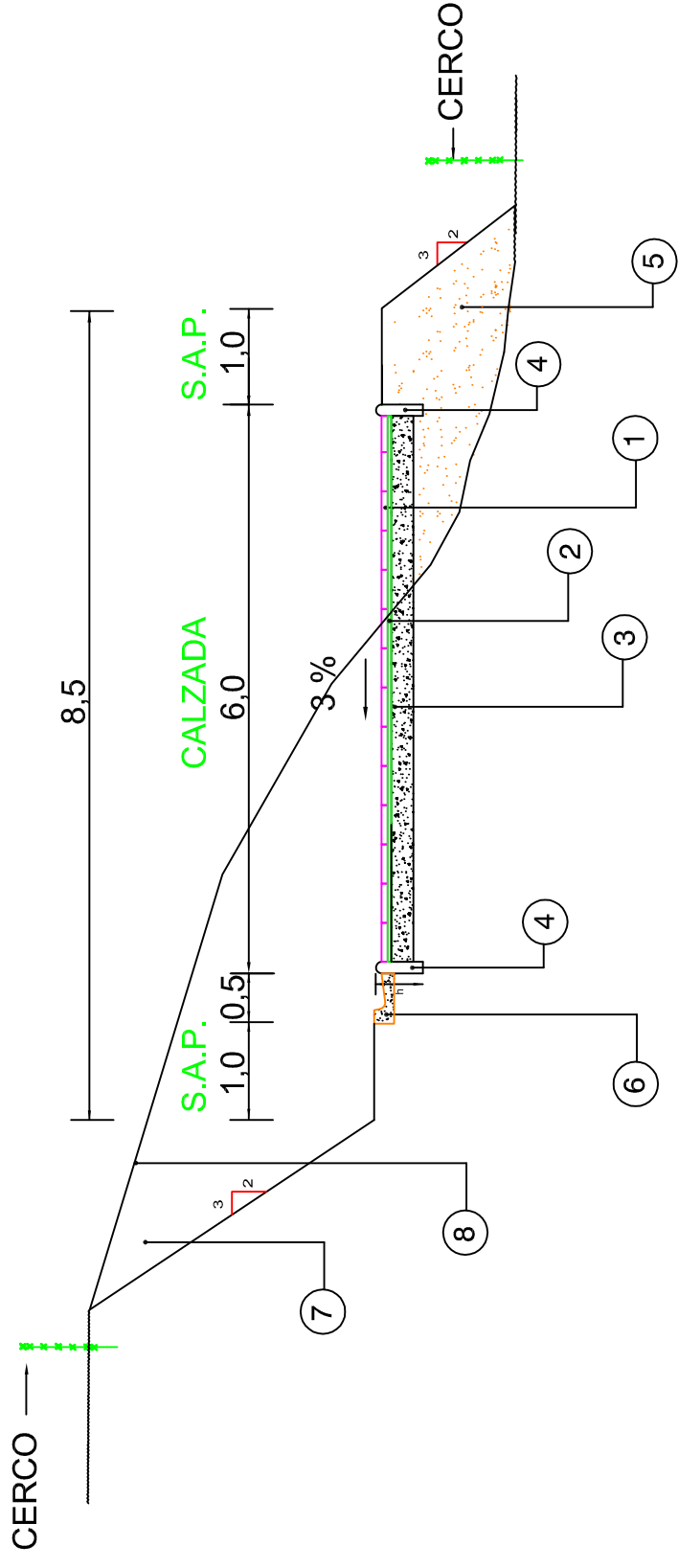
| | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------|-------------|--|------------|--------|
| MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE VIALIDAD | EJECUCIÓN Y REVISIÓN DEL PROYECTO | | APROBACION DEL PROYECTO | | REGION | ESTUDIO DE INGENIERÍA DE DETALLE SOLUCION ADOCRETOS PERFIL TIPO N° 6 | PLANO | LAMINA |
| | EJECUTOR | JUAN PABLO HERNÁNDEZ | VERSION N° | FECHA | VISTO BUENO | | PROVINCIA: | PT |
| | JEFE PROY. | FRANCISCO GHISOLFO O. | | | | DM. 0,00 A DM. 25.696.069 | | De. 08 |
| | INSPECTOR FISCAL | EDUARDO SALGADO | | | COMUNA: | S.ESCALA | | |
| | | | | | LEBU | | | |

PERFIL TIPO N° 7
SOLUCION ADOQUÍN DE CONCRETO

ZONA DE CUESTA

Dm 9.500 - 11.200

Dm 12.800 - 13.100



- ① ADOCRETOS DE HORMIGÓN e = 60 mm
- ② ARENA DE INSTALACION DE ADOCRETOS e = 0,04 m
- ③ BASE ARENA TRATADA CON CEMENTO e = 0,23 m
- ④ SOLERILLA COLOR GRIS TIPO GRAU O SIMILAR h= 200 mm.
- ⑤ TERRAPLEN
- ⑥ SOLERA CON ZARPA PREFABRICADA TIPO GRAU
- ⑦ CORTE
- ⑧ TERRENO NATURAL

REDUCIDO AL 50%

| | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------|--|----------------------------------|---------|--------|
| MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE VIALIDAD | EJECUCION Y REVISION DEL PROYECTO | | APROBACION DEL PROYECTO | | REGION: | ESTUDIO DE INGENIERIA DE DETALLE | PLANO | LAMINA |
| | EJECUTOR | JUAN PABLO HERNANDEZ | VERSION N° | VISTO BUENO | VIII | SOLUCION ADOCRETO | PT | No. 07 |
| JEFE PROY. | FRANCISCO GHISOLFO O. | FECHA | | | ARAUCO | PERFIL TIPO N° 7 | | De. 08 |
| INSPECTOR FISCAL | EDUARDO SALGADO | | | | LEBU | DM. 0.00 A DM. 25.696,069 | SESCALA | |
| | | | | | CAMINO : CIRCUNVALACIÓN ISLA MOCHA SECTOR : ISLA MOCHA Dm = 12.800 A Dm = 13.100 Dm = 9.500 A Dm = 10.800 | | | |

7.3 ANEXO C – FICHAS TÉCNICAS



Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

QL – PRIME

1.- DESCRIPCIÓN GENERAL

QL – PRIME es una emulsión asfáltica de color café y estado normal líquido, especialmente diseñada para ser utilizada como imprimante en bases granulares estabilizadas, previo a la aplicación de cualquier pavimento asfáltico.

2. PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS

QL – PRIME a diferencia de las emulsiones tradicionales, penetra en la base en forma similar a las imprimaciones con asfaltos cortados, pudiéndose aplicar en superficies secas y húmedas.

QL – PRIME además de ser un producto amigable al medio ambiente es fácil y seguro de manipular, dado el bajo contenido de solventes presentes en su formulación.

3. APLICACIÓN

Antes de comenzar cualquier aplicación con **QL – PRIME**, este debe ser recirculado para mantener su homogeneidad.

QL – PRIME se aplica en un rango de temperatura entre 20 °C – 45 °C, dependiendo de las características de la base a imprimir.

Al igual que las emulsiones tradicionales, se debe cuidar que la temperatura del producto durante su almacenamiento no sea inferior a los 5 °C. En zonas frías es conveniente enterrar los estanques de almacenamiento o tomar otras medidas que permitan mantener la temperatura de almacenamiento por sobre lo indicado.

| Condiciones de la Superficie | Tasa de Aplicación l/m ² | Temperatura de Aplicación °C |
|------------------------------|--|---------------------------------|
| Cerrada | 0.6 – 0.9 | 30 aprox. |
| Estándar | 0.8 – 1.0 | 20 aprox. |
| Abierta | 0.9 – 1.2 | 20 aprox. |

Gerencia Comercial: Magdalena N° 265, Las Condes – Santiago, Fono/Fax: 2335588

Planta Viña del Mar: Limache N° 15, esq. Calle N° 5, Fono/Fax: 32 – 672695

Planta Talcahuano: Camino Lenga N° 3341 Fono/Fax: 41 – 414049

www.quimicalatinoamericana.cl - ventas@qlsa.cl



Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

Nuestra empresa dispone en su laboratorio, de equipos para realizar ensayos que permiten verificar el comportamiento y dosificación del producto en terreno. Por esto se sugiere enviar muestras del material de la base estabilizada para probarlos previamente.

4. RECOMENDACIONES

QL – PRIME es un producto listo para ser aplicado, no debe ser mezclado con otras emulsiones ni diluido en agua u otros solventes.

QL – PRIME debe ser recirculado antes de cada aplicación. En caso de almacenamientos prolongados, se sugiere recircular cada 10 días

QL-PRIME se despacha a granel en camiones de 25 toneladas.

5.- ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

| ENSAYO | MIN | MAX |
|------------------------------|-----|-----|
| VISCOSIDAD SSU A 25 °C | 20 | 60 |
| DENSIDAD kg/m ³ | 960 | 980 |
| TAMIZADO, % | | 0.1 |
| RESIDUO DESTILACIÓN, % | 20 | |
| ACEITE DESTILACIÓN, % | | 15 |
| FLOTACIÓN RESIDUO A 50 °C, s | 60 | |
| PUNTO DE INFLAMACIÓN, °C | 100 | |

Gerencia Comercial: Magdalena N° 265, Las Condes – Santiago, Fono/Fax: 2335588

Planta Viña del Mar: Limache N° 15, esq. Calle N° 5, Fono/Fax: 32 – 672695

Planta Talcahuano: Camino Lenga N° 3341 Fono/Fax: 41 – 414049

www.quimicalatinoamericana.cl - ventas@qlsa.cl



Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

STOCK PAVE M

MEZCLA ASFÁLTICA PRE-FABRICADA DE APLICACIÓN EN FRÍO

1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

Stock Pave M es una mezcla asfáltica en frío, modificada con polímeros, para ser usada como parche instantáneo sobre pavimentos de hormigón y asfalto.

2. APLICACIÓN

Stock Pave M es un producto listo para ser usado, con variadas aplicaciones tales como calles, carreteras, veredas, estacionamiento, etc.

3. MODO DE EMPLEO

Stock Pave M es un producto de rápida y económica aplicación con herramientas convencionales y de fácil manipuleo dado su adecuado tamaño.

Previo a la colocación de Stock Pave M se debe remover el pavimento suelto y limpiar el bache. El producto se coloca directamente sobre este, dejando un sobre nivel de 25%. Compactar con apisonador o neumático de vehículo. Se recomienda aplicar en espesores mínimos de 2.5 cm. Para 5 cm. o más aplicar en dos capas.

No tiene limitaciones de temperatura ambiente para su colocación, no requiere imprimación previa y puede aplicarse en superficies húmedas o secas.

4. PRECAUCIONES

No se recomienda acopiar en más de tres bolsas en alto. La aplicación debe ser en lugares ventilados, evitando el contacto con la piel u ojos. El envase siempre debe permanecer sellado. Se puede mantener almacenado hasta 6 meses en condiciones normales.

5. ENVASES: Stock Pave M se suministra en bolsas de 20 kilos y tambores de 300 kilos.

Gerencia Comercial: Magdalena N° 265, Las Condes – Santiago, Fono/Fax: 2335588
Planta Viña del Mar: Limache N° 15, esq. Calle N° 5, Fono/Fax: 32 – 672695
Planta Talcahuano: Camino Lenga N° 3341 Fono/Fax: 41 – 414049
www.quimicalatinoamericana.cl - ventas@qlsa.cl



Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

| ENSAYO | NORMA | REQUISITO |
|--|----------------|-----------|
| Trabajabilidad a 4°C ± 1°C (Mpu) | AASHTO T 43-94 | Informar |
| Adherencia (%) | ASTM D 3625 | Mín. 95% |
| Cohesión (%) | AASHTO T 44-94 | Mín. 90% |
| Estabilidad Retenida (%) | MARSHALL | Informar |
| Densidad Marshall (Kg/m ³) | LNV 13 | Informar |

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Partículas Chancadas | : Mínimo 90% |
| Tamaño Máximo | : 3/8" |
| Contenido de Asfalto | : Mínimo 5% (Modificado con Polímero) |
| Duración Almacenamiento | : Mínimo 6 meses |

Gerencia Comercial: Magdalena N° 265, Las Condes – Santiago, Fono/Fax: 2335588
Planta Viña del Mar: Limache N° 15, esq. Calle N° 5, Fono/Fax: 32 – 672695
Planta Talcahuano: Camino Lengua N° 3341 Fono/Fax: 41 – 414049
www.quimicalatinoamericana.cl - ventas@qlsa.cl



Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

EMULSIÓN CSS-1

1.- DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

Emulsión CSS-1 es una emulsión catiónica de quiebre lento, de color café, estado normal líquido.

2.- PROPIEDADES

De aplicación en frío. De excelente afinidad con la mayoría de los agregados pétreos que existen en el país. Se aplica como riego de liga sobre pavimentos, en rellenos de grietas y juntas, y como sellos masivos denominados Slurry Seal o Lechadas Asfálticas, lo cuales consisten en mezclas de agregado fino bien graduado, filler mineral, emulsión asfáltica CSS-1 y agua en la cantidad suficiente para dar trabajabilidad a la mezcla durante su confección y colocación.

3.- APLICACION

Como riego de liga, se sugiere aplicar diluida en dos o tres partes de agua. Se aplica directamente sobre el pavimento de hormigón o asfalto en los sectores donde se va a aplicar mezclas asfálticas, ya sea como parches o como recarpeteo masivo.

Como mezcla asfáltica tipo slurry seal, dependiendo del uso, se utilizan las siguientes graduaciones.

- TIPO A-1: En sellos de grietas logrando una óptima penetración y/o para sellar superficies con bajos volúmenes de tráfico.
- TIPO B-1, C-1: En mantenimiento preventiva, para corregir erosión severa, oxidación y mejorar la resistencia al patinaje en áreas de tránsito medio a pesado.
- TIPO D-1: Como primera capa en aplicaciones múltiples, para corregir severas condiciones superficiales y para dar resistencia al patinaje en pavimentos con tráfico pesados.

Gerencia Comercial: Magdalena N° 265, Las Condes – Santiago, Fono/Fax: 2335588

Planta Viña del Mar: Limache N° 15, esq. Calle N° 5, Fono/Fax: 32 – 672695

Planta Talcahuano: Camino Lengua N° 3341 Fono/Fax: 41 – 414049

www.quimicalatinoamericana.cl - ventas@qlsa.cl



Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

| TAMICES | | BANDAS GRANULOMETRICAS PORCENTAJE EN PESO QUE PASA; % | | | |
|---------|---------|--|----------|----------|----------|
| (mm) | (ASTM) | Tipo A-1 | Tipo B-1 | Tipo C-1 | TIPO D-1 |
| 12,5 | (1/2") | | | | 100 |
| 10,0 | (3/8") | | 100 | 100 | 85 - 95 |
| 5,0 | (N°4) | 100 | 85 - 95 | 70 - 90 | 62 - 80 |
| 2,5 | (N°8) | 85 - 95 | 62 - 80 | 45 - 70 | 41 - 61 |
| 1,25 | (N°16) | 60 - 80 | 45 - 65 | 28 - 50 | 28 - 46 |
| 0,63 | (N°30) | 40 - 60 | 30 - 50 | 18 - 34 | 18 - 34 |
| 0,315 | (N°50) | 25 - 42 | 18 - 35 | .12 - 25 | .11 - 23 |
| 0,16 | (N°100) | 15 - 30 | .10 - 24 | .7 - 17 | .6 - 15 |
| 0,08 | (N°200) | .10 - 20 | .5 - 15 | .5 - 11 | .4 - 9 |

4.- RENDIMIENTO

- En riego de liga: De 0,8 a 1,2 lt/m² de la dilución.
- En mezcla asfáltica en frío: De 5,0% a 6,5% de residuo asfáltico en peso del agregado seco, dependiendo esta cantidad de la banda granulométrica del agregado.
- En sellos tipo Slurry Seal: Graduación tipo A-1, de 10% a 16% de residuo asfáltico en peso del agregado seco.
Graduación tipo B-1, C-1, de 7,5% a 13,5% de residuo asfáltico en peso del agregado seco.
Graduación tipo D-1, de 6,5% a 12% de residuo asfáltico en peso del agregado seco.

5.- ENVASES

Se suministra en tambores de 200 litros o a granel en camiones.

NOTA: Para dosificaciones exactas en Slurry Seal se recomienda usar un laboratorio especializado. Ver cuadro de especificaciones normalizadas de este producto.

Gerencia Comercial: Magdalena N° 265, Las Condes – Santiago, Fono/Fax: 2335588
Planta Viña del Mar: Limache N° 15, esq. Calle N° 5, Fono/Fax: 32 – 672695
Planta Talcahuano: Camino Lengua N° 3341 Fono/Fax: 41 – 414049
www.quimicalatinoamericana.cl - ventas@qlsa.cl



Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

| ESPECIFICACION TECNICA EMULSIONES CATIONICAS | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----|---------|-----|---------------|---------|----------|---------|---------------|-----|----------|-----|-----|
| PROPIEDAD/ TIPO | QUIEBRE RAPIDO | | | | QUIEBRE MEDIO | | | | QUIEBRE LENTO | | | | |
| | CRS - 1 | | CRS - 2 | | CMS - 1 | | CMS - 2H | | CSS - 1 | | CSS - 1H | | |
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | |
| Viscosidad Saybolt Furol a 25 °C (seg) | | | | | | | | | | 20 | 100 | 20 | 100 |
| Viscosidad Saybolt Furol a 50 °C (seg) | 20 | 100 | 100 | 400 | 50 | 450 | 50 | 450 | | | | | |
| Estabilidad al almacenamiento 1 día (%) | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | |
| Demulsibilidad (%) | 40 | | 40 | | | | | | | | | | |
| CUBRIMIENTO Y RESISTENCIA AL AGUA | | | | | | | | | | | | | |
| Cubrimiento agregado seco | | | | | | Bueno | | Bueno | | | | | |
| Cubrimiento después de esparcido | | | | | | Regular | | Regular | | | | | |
| Cubrimiento agregado húmedo | | | | | | Regular | | Regular | | | | | |
| Cubrimiento después de esparcido | | | | | | Regular | | Regular | | | | | |
| Carga de Particula | POSITIVA EN TODOS LOS CASOS | | | | | | | | | | | | |
| Mezcla con cemento (%) | | | | | | | | | | 2 | | 2 | |
| Tamizado (%) | | 0,1 | | 0,1 | | 0,1 | | 0,1 | | 0,1 | | 0,1 | |
| DESTILACION | | | | | | | | | | | | | |
| Aceite destilado (%) | | 3 | | 3 | | 12 | | 12 | | | | | |
| Residuo (%) | 60 | | 65 | | 65 | | 65 | | 57 | | 57 | | |
| ENSAYES EN EL RESIDUO | | | | | | | | | | | | | |
| Penetración a 25 °C, 100 gr,5 seg (0,1 mm) | 100 | 250 | 100 | 250 | 100 | 250 | 40 | 90 | 100 | 250 | 40 | 90 | |
| Ductilidad a 25 °C, 5 cm/min, (cm) | 40 | | 40 | | 40 | | 40 | | 40 | | 40 | | |
| Solubilidad en Tricloroetileno (%) | 97,5 | | 97,5 | | 97,5 | | 97,5 | | 97,5 | | 97,5 | | |
| Mancha, Heptano/Xilol (% Xilol) | NEGATIVO EN TODOS LOS CASOS PARA UN 25 % DE XILOL | | | | | | | | | | | | |

Gerencia Comercial: Magdalena N° 265, Las Condes – Santiago, Fono/Fax: 2335588
 Planta Viña del Mar: Limache N° 15, esq. Calle N° 5, Fono/Fax: 32 – 672695
 Planta Talcahuano: Camino Lengua N° 3341 Fono/Fax: 41 – 414049
www.quimicalatinoamericana.cl - ventas@qlsa.cl



Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

EMULSIÓN CRS - 2

1.- DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

Emulsión CRS - 2 es una emulsión catiónica de quiebre rápido, de color café, estado normal líquido y de alta viscosidad.

2.- PROPIEDADES

De aplicación en frío. Se utiliza principalmente en sellos o en tratamientos superficiales de penetración invertida, ya sean simples o múltiples. También se puede utilizar en grietas o juntas, vertiéndose sobre éstas una vez que estén limpias, imprimadas y rellenas con gravilla fina.

3.- APLICACIONES

Esta es una emulsión de uso masivo en obras viales, ya sea en sellos de pavimentos asfálticos y en riegos de penetración invertida sobre bases estabilizadas. Para información técnica más ampliada en el uso de este producto, dirigirse al volumen MS-13 del Asphalt Institute.

4.- RENDIMIENTOS

En sellos y tratamientos superficiales simples : 0,8 a 1,2 lts/m².
En tratamientos superficiales dobles : 2,8 a 3,4 lts/m²

5.- ENVASES

Básicamente se suministra a granel en camiones estanques.

NOTA: Para dosificaciones más exactas, se recomienda consultar en el laboratorio especializado.

Ver cuadro de especificaciones normalizadas de este producto.

Gerencia Comercial: Magdalena N° 265, Las Condes – Santiago, Fono/Fax: 2335588
Planta Viña del Mar: Limache N° 15, esq. Calle N° 5, Fono/Fax: 32 – 672695
Planta Talcahuano: Camino Lenga N° 3341 Fono/Fax: 41 – 414049
www.quimicalatinoamericana.cl - ventas@qlsa.cl



Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

| ESPECIFICACION TECNICA EMULSIONES CATIONICAS | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----|---------|-----|---------------|---------|----------|---------|---------------|-----|----------|-----|-----|
| PROPIEDAD/ TIPO | QUIEBRE RAPIDO | | | | QUIEBRE MEDIO | | | | QUIEBRE LENTO | | | | |
| | CRS - 1 | | CRS - 2 | | CMS - 1 | | CMS - 2H | | CSS - 1 | | CSS - 1H | | |
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | |
| Viscosidad Saybolt Furol a 25 °C (seg) | | | | | | | | | | 20 | 100 | 20 | 100 |
| Viscosidad Saybolt Furol a 50 °C (seg) | 20 | 100 | 100 | 400 | 50 | 450 | 50 | 450 | | | | | |
| Estabilidad al almacenamiento 1 día (%) | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | |
| Demulsibilidad (%) | 40 | | 40 | | | | | | | | | | |
| CUBRIMIENTO Y RESISTENCIA AL AGUA | | | | | | | | | | | | | |
| Cubrimiento agregado seco | | | | | | Bueno | | Bueno | | | | | |
| Cubrimiento después de esparcido | | | | | | Regular | | Regular | | | | | |
| Cubrimiento agregado húmedo | | | | | | Regular | | Regular | | | | | |
| Cubrimiento después de esparcido | | | | | | Regular | | Regular | | | | | |
| Carga de Particula | POSITIVA EN TODOS LOS CASOS | | | | | | | | | | | | |
| Mezcla con cemento (%) | | | | | | | | | | 2 | | 2 | |
| Tamizado (%) | | 0,1 | | 0,1 | | 0,1 | | 0,1 | | 0,1 | | 0,1 | |
| DESTILACION | | | | | | | | | | | | | |
| Aceite destilado (%) | | 3 | | 3 | | 12 | | 12 | | | | | |
| Residuo (%) | 60 | | 65 | | 65 | | 65 | | 57 | | 57 | | |
| ENSAYES EN EL RESIDUO | | | | | | | | | | | | | |
| Penetración a 25 °C, 100 gr,5 seg (0,1 mm) | 100 | 250 | 100 | 250 | 100 | 250 | 40 | 90 | 100 | 250 | 40 | 90 | |
| Ductilidad a 25 °C, 5 cm/min, (cm) | 40 | | 40 | | 40 | | 40 | | 40 | | 40 | | |
| Solubilidad en Tricloroetileno (%) | 97,5 | | 97,5 | | 97,5 | | 97,5 | | 97,5 | | 97,5 | | |
| Mancha, Heptano/Xilol (% Xilol) | NEGATIVO EN TODOS LOS CASOS PARA UN 25 % DE XILOL | | | | | | | | | | | | |

Gerencia Comercial: Magdalena N° 265, Las Condes – Santiago, Fono/Fax: 2335588
 Planta Viña del Mar: Limache N° 15, esq. Calle N° 5, Fono/Fax: 32 – 672695
 Planta Talcahuano: Camino Lengua N° 3341 Fono/Fax: 41 – 414049
www.quimicalatinoamericana.cl - ventas@qlsa.cl

Acreditación LE-109

Solicitante : ARIDOS EL BOLDAL LTDA. Orden de Trabajo : 338443
 Atención Sr. (a) : VICTOR MERINO
 Dirección : HERNANDO DE SANTILLAN N° 153 LOMAS DE SAN ANDRES CONCEPCION Fecha de emisión : 18.10.2007

1. INTRODUCCION

1.1 Ensayo, normativa y autorización

A petición del solicitante, se procedió a determinar el Proctor Modificado, mediante el procedimiento indicado en Norma NCh 1534/2.Of 79° *Mecánica de Suelos - Relaciones Humedad / Densidad - Parte II: Métodos de compactación con pisón de 4,5 Kg. Y 460 mm. de caída*"

Autorización MINVU - Resolución N° 5056

1.2 Antecedentes del muestreo

Efectuado por : Cesmec Ltda. Inspector Sr. : Eduardo Jara
 Lugar : Obra Acta de Inspección TI N° : 18012

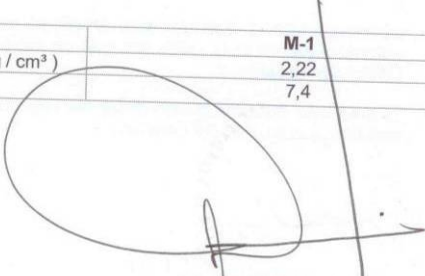
2. IDENTIFICACIÓN

| | |
|---|-------------------|
| Obra: Planta Áridos El Boldal Pedregal, Quilleco. | |
| Mandante: Áridos El Boldal Ltda. | |
| Muestra N° | M-1 |
| Material | Existente |
| Horizonte | Base estabilizada |
| Cota | - |
| Método empleado | D |
| Mat. Retenido en 20 mm (%) | 28 |
| Fecha de muestreo | 26.09.2007 |
| Fecha de ensayo | 28.09.2007 |

3. RESULTADOS

| | |
|---|------|
| Muestra N° | M-1 |
| Densidad Máxima compactada seca (g / cm ³) | 2,22 |
| Humedad Óptima (%) | 7,4 |

4. OBSERVACIONES: S/O.


MANUEL MATAMALA PARRA
 Jefe Depto. Ingeniería Civil
 Cesmec Ltda

Solicitante : **ARIDOS EL BOLDAL LTDA.** Orden de Trabajo : 338443
 Dirección : **HERNANDO DE SANTILLAN N° 153 LOMAS DE SAN ANDRES CONCEPCION** Fecha de emisión : 18.10.2007
 Atención Sr. (a) : **VICTOR MERINO**

1. INTRODUCCION

1.1 Ensayo, normativa y autorización

A petición del solicitante, se procedió a la determinación del desgaste de gravas por el método de la máquina de Los Ángeles, de acuerdo al procedimiento indicado en la norma NCh 1369 Of 78, "Áridos - Determinación del Desgaste de las Gravas - Método de la Máquina de los Ángeles".

Autorización MINVU - Resolución N° 5056

1.2 Antecedentes del muestreo:

Efectuado por : Cesmec Ltda. Inspector Sr. : Eduardo Jara
 Lugar de muestreo : Obra Fecha de muestreo : 26.09.2007
 Acta de Inspección N°: 18012 Fecha de ensayo : 04.10.2007

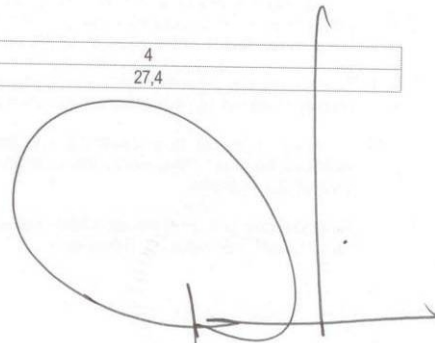
2. IDENTIFICACION

| | |
|--|------------------------|
| Obra: Planta Áridos El Boldal Pedregal, Quilleco. | |
| Mandante | Áridos El Boldal Ltda. |
| Muestra N°: | 1 |
| Material: | Existente |
| Procedencia: | Áridos El Boldal |

3 RESULTADO

| | |
|----------------------------------|------|
| Grado de ensayo | 4 |
| Desgaste método de los Ángeles % | 27,4 |

4. OBSERVACIONES: S/O.



MANUEL MATAMALA PARRA
 Jefe Depto. Ingeniería Civil
 Cesmec Ltda

INFORME DE ENSAYO
 AREA MECANICA DE SUELOS
 N° TOA- 44195/4



Autorización MINVU - Resolución N° 5056. - Acreditado por INN, acreditación LE 109

Solicitante : ARIDOS EL BOLDAL LTDA. Orden de Trabajo : 338443
 Dirección : HERNANDO DE SANTILLAN N° 153 LOMAS DE SAN ANDRES CONCEPCION Fecha de emisión : 18.10.2007
 Atención Sr. (a) : VICTOR MERINO

INTRODUCCION

1.1 Ensayo y normativa

A petición del Solicitante, se procedió a la determinación del Análisis Granulométrico de acuerdo a los procedimientos indicados en el Manual de Carretera Volumen 8 Sección 8.102.1

1.2 Antecedentes del muestreo

Efectuado por : Cesmec Ltda. Inspector Sr. : Eduardo Jara
 Lugar de muestreo : Obra Fecha de muestreo: 26.09.2007
 Acta de Inspección N° : 18012 Fecha de ensayo : 27.09.2007

2. IDENTIFICACION

| | |
|---|------------------|
| Obra: Planta Áridos El Boldal Pedregal, Quilleco. | |
| Muestra N°: | 1 |
| Material: | Existente |
| Procedencia: | Áridos El Boldal |
| % Sobre tamaño: | - |

3. RESULTADOS

3.1 Granulometría Fracción gruesa

| Tamiz | | Granulometría % en peso que pasa |
|-------|------|-------------------------------------|
| mm | ASTM | |
| 40 | 1½" | 100 |
| 25 | 1" | 85 |
| 20 | ¾" | 72 |
| 10 | 3/8" | 60 |
| 5 | N°4 | 41 |

3.2 Granulometría Fracción Fina

| Tamiz | | Granulometría % en peso que pasa |
|-------|--------|-------------------------------------|
| mm | ASTM | |
| 2,0 | N° 10 | 32 |
| 0,5 | N° 40 | 17 |
| 0,08 | N° 200 | 7 |

4.0 OBSERVACIONES: S/O

MANUEL MATAMALA PARRA
 Jefe Depto. Ingeniería Civil
 Cesmec Ltda

Nota importante al reverso

Solicitante : ARIDOS EL BOLDAL LTDA. Orden de Trabajo : 338443
 Dirección : HERNANDO DE SANTILLAN N° 153 LOMAS DE SAN ANDRES CONCEPCION Fecha de emisión : 18.10.2007
 Atención Sr. (a) : VICTOR MERINO

1. INTRODUCCION

1.1 Ensayo, normativa y autorización

A petición del solicitante, se procedió a determinar la Razón de Soporte de Suelos Compactados en Laboratorio mediante el procedimiento indicado en Norma NCh 1852. Of.81 "Mecánica de Suelos – *Determinación de la razón de soporte de suelos compactados en laboratorio*".

Autorización MINVU - Resolución N° 5056

1.2 Antecedentes:

| Obra : Planta Áridos El Boldal Pedregal, Quilleco | |
|---|-------------------|
| Muestra N° | 1 |
| Muestreado por | Cesmec Ltda. |
| Inspector Sr. | Eduardo Jara |
| Ficha de muestreo TI N° | 18012 |
| Localización | NI |
| Horizonte | Base estabilizada |
| Cota | - |
| Método empleado | D |
| Acondicionamiento de la muestra | Sumergida |
| Fecha de muestreo | 26.09.2007 |
| Fecha de ensayo | 29.09.2007 |

2. RESULTADOS

Razón de Soporte C.B.R

| Moldes | Golpe 56 | Golpe 25 | Golpe 10 |
|---|----------|----------|----------|
| Densidad Seca de la muestra Antes de inmersión (g/cm ³) | 2,22 | 2,15 | 2,05 |
| Densidad Seca de la muestra Después de inmersión (g/cm ³) | 2,20 | 2,13 | 2,04 |
| Humedad Antes de compactar % | 7,5 | 7,4 | 7,3 |
| Humedad Después de compactar % | 7,3 | 7,2 | 7,1 |
| Humedad Capa superior 25 mm después de inmersión % | 8,6 | 8,5 | 8,4 |
| Humedad promedio después de inmersión % | 8,5 | 8,4 | 8,3 |
| Expansión (porcentaje altura inicial) % | 0 | 0 | 0 |
| Razón de soporte (C.B.R.) 0.2" medido al 95% de la D.M.C.S. % | 104 | | |
| Sobrecarga kg | 5,06 | 5,06 | 5,05 |

3. OBSERVACIONES: S/O.

MANUEL MATAMALA PARRA
 Jefe Depto. Ingeniería Civil
 Cesmec Ltda

Acreditación LE-109

Solicitante : ARIDOS EL BOLDAL LTDA. Orden de Trabajo : 338443
Atención Sr. (a) : VICTOR MERINO
Dirección : HERNANDO DE SANTILLAN N° 153 LOMAS DE SAN ANDRES Fecha de emisión : 18.10.2007
CONCEPCION

1. INTRODUCCION

1.1 Ensayo, normativa y autorización

A petición del solicitante, se procedió a determinar el Proctor Modificado, mediante el procedimiento indicado en Norma NCh 1534/2.Of 79° *Mecánica de Suelos - Relaciones Humedad / Densidad - Parte II: Métodos de compactación con pisón de 4,5 Kg. Y 460 mm. de caída*

Autorización MINVU - Resolución N° 5056

1.2 Antecedentes del muestreo

Efectuado por : Cesmec Ltda. Inspector Sr. : Eduardo Jara
Lugar : Obra Acta de Inspección TI N° : 18012

2. IDENTIFICACIÓN

| | |
|---|-------------------|
| Obra: Planta Áridos El Boldal Pedregal, Quilleco. | |
| Mandante: Áridos El Boldal Ltda. | |
| Muestra N° | M-2 |
| Material | Existente |
| Horizonte | Base estabilizada |
| Cota | - |
| Método empleado | D |
| Mat. Retenido en 20 mm (%) | 32 |
| Fecha de muestreo | 26.09.2007 |
| Fecha de ensayo | 29.09.2007 |

3. RESULTADOS

| | |
|---|------------|
| Muestra N° | M-2 |
| Densidad Máxima compactada seca (g / cm ³) | 2,24 |
| Humedad Óptima (%) | 6,8 |

4. OBSERVACIONES: S/O.

MANUEL MATAMALA PARRA
Jefe Depto. Ingeniería Civil
Cesmec Ltda

INFORME DE ENSAYO
 AREA MECANICA DE SUELOS
 N° TOA- 44202/11



Autorización MINVU - Resolución N° 5056. - Acreditado por INN, acreditación LE 109

Solicitante : ARIDOS EL BOLDAL LTDA. Orden de Trabajo : 338443
 Dirección : HERNANDO DE SANTILLAN N° 153 LOMAS DE SAN ANDRES CONCEPCION Fecha de emisión : 18.10.2007
 Atención Sr. (a) : VICTOR MERINO

INTRODUCCION

1.1 Ensayo y normativa

A petición del Solicitante, se procedió a la determinación del Análisis Granulométrico de acuerdo a los procedimientos indicados en el Manual de Carretera Volumen 8 Sección 8.102.1

1.2 Antecedentes del muestreo

Efectuado por : Cesmec Ltda. Inspector Sr. : Eduardo Jara
 Lugar de muestreo : Obra Fecha de muestreo: 26.09.2007
 Acta de Inspección N° : 18012 Fecha de ensayo : 27.09.2007

2. IDENTIFICACION

| | |
|---|------------------|
| Obra: Planta Áridos El Boldal Pedregal, Quilleco. | |
| Muestra N°: | 2 |
| Material: | Existente |
| Procedencia: | Áridos El Boldal |
| % Sobre tamaño: | - |

3. RESULTADOS

3.1 Granulometría Fracción gruesa

| Tamiz | | Granulometría % en peso que pasa |
|-------|------|-------------------------------------|
| mm | ASTM | |
| 50 | 2" | 100 |
| 40 | 1½" | 95 |
| 25 | 1" | 80 |
| 20 | ¾" | 68 |
| 10 | ¾" | 57 |
| 5 | N°4 | 36 |

3.2 Granulometría Fracción Fina

| Tamiz | | Granulometría % en peso que pasa |
|-------|--------|-------------------------------------|
| mm | ASTM | |
| 2,0 | N° 10 | 28 |
| 0,5 | N° 40 | 16 |
| 0,08 | N° 200 | 5 |

4.0 OBSERVACIONES: S/O

MANUEL MATAMALA PARRA
 Jefe Depto. Ingeniería Civil
 Cesmec Ltda

Nota importante al reverso

| | | | |
|------------------|---|------------------|--------------|
| Solicitante | : ARIDOS EL BOLDAL LTDA. | Orden de Trabajo | : 338443 |
| Dirección | : HERNANDO DE SANTILLAN N° 153 LOMAS DE SAN ANDRES CONCEPCION | Fecha de emisión | : 18.10.2007 |
| Atención Sr. (a) | : VICTOR MERINO | | |

1. INTRODUCCION

1.1 Ensayo, normativa y autorización

A petición del solicitante, se procedió a la determinación del desgaste de gravas por el método de la máquina de Los Ángeles, de acuerdo al procedimiento indicado en la norma NCh 1369 Of 78, "Aridos - Determinación del Desgaste de las Gravas - Método de la Máquina de los Ángeles".

Autorización MINVU - Resolución N° 5056

1.2 Antecedentes del muestreo:

| | | | |
|------------------------|----------------|--------------------|----------------|
| Efectuado por | : Cesmec Ltda. | Inspector Sr. | : Eduardo Jara |
| Lugar de muestreo | : Obra | Fecha de muestreo: | 26.09.2007 |
| Acta de Inspección N°: | 18012 | Fecha de ensayo | : 05.10.2007 |

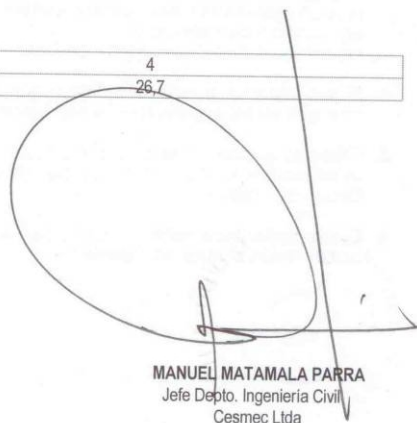
2. IDENTIFICACION

| | |
|--|------------------------|
| Obra: Planta Áridos El Boldal Pedregal, Quilleco. | |
| Mandante | Áridos El Boldal Ltda. |
| Muestra N°: | 2 |
| Material: | Existente |
| Procedencia: | Áridos El Boldal |

3 RESULTADO

| | |
|----------------------------------|------|
| Grado de ensayo | 4 |
| Desgaste método de los Ángeles % | 26,7 |

4. OBSERVACIONES: S/O.



MANUEL MATAMALA PARRA
 Jefe Depto. Ingeniería Civil
 Cesmec Ltda

Solicitante : **ARIDOS EL BOLDAL LTDA.** Orden de Trabajo : 338443
 Dirección : **HERNANDO DE SANTILLAN N° 153 LOMAS DE SAN ANDRES CONCEPCION** Fecha de emisión : 18.10.2007
 Atención Sr. (a) : **VICTOR MERINO**

INTRODUCCION

1.1 Ensayo, normativa y autorización

A petición del Solicitante, se procedió a la determinar la cubicidad de las partículas de acuerdo a los procedimientos indicados en el Manual de Carretera Volumen 8 Sección 8.202.6

Autorización MINVU - Resolución N° 5056

1.2 Antecedentes del muestreo

Efectuado por : Cesmec Ltda. Inspector Sr. : Eduardo Jara
 Lugar de muestreo : Obra Fecha de muestreo: 26.09.2007
 Acta de Inspección N° : 18012 Fecha de ensayo : 05.10.2007

2. IDENTIFICACION

| | |
|--|------------------|
| Obra: Planta Áridos El Boldal Pedregal, Quilleco. | |
| Muestra N°: | 2 |
| Material: | Existente |
| Procedencia: | Áridos El Boldal |

3. RESULTADOS

3.1 Granulometría

| mm | Tamiz | | Granulometría % en peso que pasa |
|----|-------|------|-------------------------------------|
| | | ASTM | |
| 50 | | 2" | 100 |
| 40 | | 1½" | 95 |
| 25 | | 1" | 82 |
| 20 | | ¾" | 68 |
| 10 | | 3/8" | 57 |
| 5 | | N°4 | 36 |

3.2 Cubicidad de Las Partículas

| | |
|------------------------|------|
| Partículas Chancadas % | 80,2 |
| Partículas Rodadas % | 19,8 |
| Partículas Lajeadas % | - |

4.0 OBSERVACIONES: S/O


MANUEL MATAMALA PARRA
 Jefe Depto. Ingeniería Civil
 Cesmec Ltda

Acreditación LE- 109

| | | | |
|------------------|---|------------------|--------------|
| Solicitante | : ARIDOS EL BOLDAL LTDA. | Orden de Trabajo | : 338443 |
| Dirección | : HERNANDO DE SANTILLAN N° 153 LOMAS DE SAN ANDRES CONCEPCION | Fecha de emisión | : 18.10.2007 |
| Atención Sr. (a) | : VICTOR MERINO | | |

INTRODUCCION

1.1 Ensayo normativa y autorización

A petición del Solicitante, se procedió a la determinación de la densidad de partículas sólidas de acuerdo a la norma, NCh 1532 Of 1980.

Autorización MINVU - Resolución N° 5056

1.2 Antecedentes del muestreo:

1.3

| | | | |
|-----------------------|----------------|--------------------|----------------|
| Efectuado por | : Cesmec Ltda. | Inspector Sr. | : Eduardo Jara |
| Lugar de muestreo | : Obra | Fecha de muestreo: | 26.09.2007 |
| Acta de Inspección N° | : 18012 | Fecha de ensayo | : 05.10.2007 |

2. IDENTIFICACION

| | |
|---|------------------|
| Obra: Planta Áridos El Boldal Pedregal, Quilleco. | |
| Muestra N°: | 2 |
| Material: | Existente |
| Procedencia: | Áridos El Boldal |

3. RESULTADOS

3.1 Densidad de Partículas sólidas

| | |
|--|-------|
| Densidad de Partículas Sólidas g / cm ³ | 2,773 |
|--|-------|

4.0 OBSERVACIONES: S/O



MANUEL MATAMALA PARRA
 Jefe Dépto. Ingeniería Civil
 Cesmec Ltda

Acreditación LE-109

Solicitante : **ARIDOS EL BOLDAL LTDA.**
 Dirección : **HERNANDO DE SANTILLAN N° 153 LOMAS DE SAN ANDRES**
 Atención Sr. (a) : **VICTOR MERINO**

Orden de Trabajo : 338443
 Fecha de emisión : 18.10.2007

1. INTRODUCCION

1.1 Ensayo, normativa y autorización

A petición del solicitante se procedió a efectuar análisis a muestra de material existente

El objeto es determinar peso específico, de acuerdo a lo indicado en Norma NCh 1117 Of.77 "Aridos para Morteros y Hormigones-Determinación de las Densidades Real y Neta y la Absorción de agua de las Gravas.

El muestreo fue efectuado por Cesmec Ltda.

Autorización MINVU - Resolución N° 5056

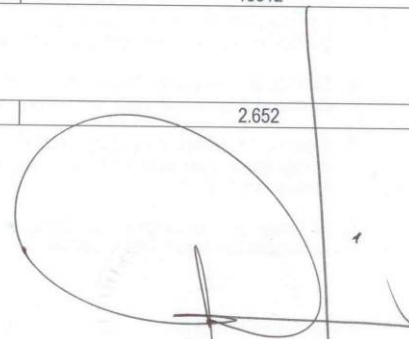
2. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

| | |
|---|------------------|
| Obra: Planta Áridos El Boldal Pedregal, Quilleco | |
| Muestra N° | 2 |
| Procedencia | Áridos El Boldal |
| Utilización | NI |
| Fecha de muestreo y/o recepción | 26.09.2007 |
| Fecha de ensayo | 05.10.2007 |
| Acta de inspección TI N° | 18012 |

3. RESULTADOS

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Peso Especifico (kg/m ³) | 2.652 |
|--------------------------------------|-------|

4. OBSERVACIONES: S/O.



MANUEL MATAMALA PARRA
 Jefe Depto. Ingeniería Civil

7.4 ANEXO D – DOCUMENTOS E INFORMES DEL PROYECTO

Anexo D – Tablas Informe Preliminar

Tabla D-1 – Características del camino existente

Fuente: Ghisolfo Ingeniería de Consulta S.A.

| Punto | Altura MSNM | Dif .de altura | Distancia | D. acumulada | Pendiente (%) |
|-------|-------------|----------------|-----------|--------------|---------------|
| AAP | 22 | | 0 | 0 | |
| 284 | 22 | 0 | 290 | 290 | 0,0000 |
| 285 | 22 | 0 | 436 | 726 | 0,0000 |
| 286 | 20 | -2 | 612 | 1338 | -0,3268 |
| 287 | 22 | 2 | 136 | 1474 | 1,4706 |
| 288 | 21 | -1 | 72 | 1546 | -1,3889 |
| 289 | 20 | -1 | 146 | 1692 | -0,6849 |
| 290 | 19 | -1 | 269 | 1961 | -0,3717 |
| 291 | 17 | -2 | 96 | 2057 | -2,0833 |
| 292 | 18 | 1 | 145 | 2202 | 0,6897 |
| 293 | 20 | 2 | 117 | 2319 | 1,7094 |
| 294 | 23 | 3 | 420 | 2739 | 0,7143 |
| 295 | 23 | 0 | 186 | 2925 | 0,0000 |
| 296 | 22 | -1 | 665 | 3590 | -0,1504 |
| 297 | 21 | -1 | 174 | 3764 | -0,5747 |
| 298 | 19 | -2 | 454 | 4218 | -0,4405 |
| 299 | 20 | 1 | 103 | 4321 | 0,9709 |
| 300 | 22 | 2 | 296 | 4617 | 0,6757 |
| 301 | 22 | 0 | 651 | 5268 | 0,0000 |
| 302 | 21 | -1 | 339 | 5607 | -0,2950 |
| 303 | 21 | 0 | 336 | 5943 | 0,0000 |
| 304 | 21 | 0 | 257 | 6200 | 0,0000 |
| 305 | 20 | -1 | 193 | 6393 | -0,5181 |
| 306 | 12 | -8 | 267 | 6660 | -2,9963 |
| 307 | 5 | -7 | 358 | 7018 | -1,9553 |
| 308 | 4 | -1 | 56 | 7074 | -1,7857 |

Anexo D – Tablas Informe Preliminar

| Punto | Altura MSNM | Dif .de altura | Distancia | D. acumulada | Pendiente (%) |
|-------|-------------|----------------|-----------|--------------|---------------|
| 309 | 6 | 2 | 154 | 7228 | 1,2987 |
| 310 | 5 | -1 | 127 | 7355 | -0,7874 |
| 311 | 7 | 2 | 103 | 7458 | 1,9417 |
| 312 | 10 | 3 | 270 | 7728 | 1,1111 |
| 313 | 9 | -1 | 251 | 7979 | -0,3984 |
| 314 | 10 | 1 | 41 | 8020 | 2,4390 |
| 315 | 16 | 6 | 888 | 8908 | 0,6757 |
| 316 | 20 | 4 | 206 | 9114 | 1,9417 |
| 317 | 12 | -8 | 2100 | 11214 | -0,3810 |
| 318 | 9 | -3 | 124 | 11338 | -2,4194 |
| 319 | 12 | 3 | 918 | 12256 | 0,3268 |
| 321 | 12 | 0 | 86 | 12342 | 0,0000 |
| cima | 49 | 37 | 356 | 12698 | 10,3933 |
| FIN33 | 33 | -16 | 119 | 12817 | -13,4454 |
| 322 | 36 | -3 | 34 | 12851 | -8.8235 |
| 323 | 34 | -2 | 43 | 12894 | -4,6512 |
| 324 | 12 | -22 | 1800 | 14694 | -1,2222 |
| 325 | 10 | -2 | 92 | 14786 | -2,1739 |
| 326 | 6 | -4 | 1700 | 16486 | -0,2353 |
| 327 | 4 | -2 | 24 | 16510 | -8,3333 |
| punto | 3 | -1 | 3100 | 19610 | -0,0323 |
| 328 | -1 | -4 | 1100 | 20710 | -0,3636 |
| 329 | 2 | 3 | 1100 | 21810 | 0,2727 |
| 330 | 1 | -1 | 101 | 21911 | -0,9901 |
| 331 | 3 | 2 | 481 | 22392 | 0,4158 |
| 332 | 0 | -3 | 349 | 22741 | -0,8596 |
| 333 | 7 | 7 | 1100 | 23841 | 0,6364 |
| 334 | 8 | 1 | 487 | 24328 | 0,2053 |

Anexo D – Tablas Informe Preliminar

| Punto | Altura MSNM | Dif .de altura | Distancia | D. acumulada | Pendiente (%) |
|-------|-------------|----------------|-----------|--------------|---------------|
| 335 | 1 | -7 | 234 | 24562 | -2,9915 |
| 336 | -2 | -3 | 487 | 25049 | -0,6160 |
| 337 | 1 | 3 | 85 | 25134 | 3,5294 |
| 338 | 2 | 1 | 236 | 25370 | 0,4237 |
| 339 | 2 | 0 | 212 | 25582 | 0,0000 |
| 340 | 3 | 1 | 227 | 25809 | 0,4405 |
| 341 | 4 | 1 | 232 | 26041 | 0,4310 |
| 342 | 13 | 9 | 453 | 26494 | 1,9868 |

Anexo D – Tablas Informe Preliminar

Tabla D-2 – Estimación de radios de curvatura existentes

Fuente: Ghisolfo Ingeniería de Consulta S.A.

| Curva | Dm | | Radio (m) | Longitud (m) |
|-------|----------|----------|-----------|--------------|
| | Pc | Fc | | |
| 1 | 153,96 | 258,34 | 300 | 104,38 |
| 2 | 560,72 | 623,20 | 400 | 62,48 |
| 3 | 825,49 | 879,15 | 500 | 53,66 |
| 4 | 1193,98 | 1270,24 | 500 | 76,26 |
| 5 | 2722,22 | 2741,20 | 50 | 18,98 |
| 6 | 4083,79 | 4241,66 | 700 | 157,87 |
| 7 | 5796,96 | 5872,15 | 50 | 75,19 |
| 8 | 6233,69 | 6318,70 | 50 | 85,01 |
| 9 | 7134,61 | 7162,41 | 500 | 27,80 |
| 10 | 7638,31 | 7741,00 | 200 | 102,69 |
| 11 | 8886,35 | 8951,80 | 400 | 65,45 |
| 12 | 9202,79 | 9333,72 | 100 | 130,93 |
| 13 | 9688,27 | 9798,52 | 200 | 110,25 |
| 14 | 9849,54 | 9899,95 | 100 | 50,41 |
| 15 | 9964,87 | 10053,98 | 70 | 89,11 |
| 16 | 10099,94 | 10155,47 | 70 | 55,53 |
| 17 | 10507,02 | 10677,66 | 400 | 170,64 |
| 18 | 11120,20 | 11151,60 | 50 | 31,40 |
| 19 | 11204,20 | 11256,22 | 30 | 52,02 |
| 20 | 11419,54 | 11475,37 | 300 | 55,83 |
| 21 | 11496,11 | 11564,66 | 50 | 68,55 |
| 22 | 11695,72 | 11731,82 | 20 | 36,10 |
| 23 | 11761,57 | 11794,27 | 20 | 32,70 |
| 24 | 11808,44 | 11828,02 | 20 | 19,58 |
| 25 | 11831,52 | 11858,51 | 30 | 26,99 |

Anexo D – Tablas Informe Preliminar

| Curva | Dm | | Radio (m) | Longitud (m) |
|-------|----------|----------|-----------|--------------|
| 26 | 11866,43 | 11877,76 | 10 | 11,33 |
| 27 | 11962,03 | 11992,53 | 30 | 30,50 |
| 28 | 12025,68 | 12073,37 | 30 | 47,69 |
| 29 | 12074,54 | 12105,11 | 50 | 30,57 |
| 30 | 12120,29 | 12129,61 | 20 | 9,32 |
| 31 | 12135,50 | 12181,58 | 200 | 46,08 |
| 32 | 12211,30 | 12242,04 | 80 | 30,74 |
| 33 | 12242,45 | 12250,65 | 15 | 8,20 |
| 34 | 12262,71 | 12284,87 | 15 | 22,16 |
| 36 | 12284,93 | 12291,71 | 15 | 6,78 |
| 37 | 12355,40 | 12371,19 | 20 | 15,79 |
| 38 | 12377,68 | 12393,99 | 20 | 16,31 |
| 39 | 12421,43 | 12443,20 | 100 | 21,77 |
| 40 | 12456,12 | 12477,49 | 40 | 21,37 |
| 41 | 12499,14 | 12522,21 | 100 | 23,07 |
| 42 | 12561,77 | 12575,62 | 50 | 13,85 |
| 43 | 12750,63 | 12779,42 | 100 | 28,79 |
| 44 | 12793,29 | 12821,23 | 100 | 27,94 |
| 45 | 12866,81 | 12908,50 | 100 | 41,69 |
| 46 | 13094,72 | 13125,57 | 20 | 30,85 |
| 47 | 13195,72 | 13241,85 | 50 | 46,13 |
| 47 | 13195,72 | 13241,85 | 50 | 46,13 |
| 48 | 13272,00 | 13394,85 | 200 | 122,85 |
| 49 | 13545,51 | 13576,59 | 250 | 31,08 |
| 50 | 14149,13 | 14195,88 | 300 | 46,75 |
| 51 | 14490,44 | 14538,70 | 150 | 48,26 |
| 52 | 14930,75 | 14950,77 | 150 | 20,02 |
| 53 | 15181,98 | 15237,65 | 200 | 55,67 |

Anexo D – Tablas Informe Preliminar

| Curva | Dm | | Radio (m) | Longitud (m) |
|-------|----------|----------|-----------|--------------|
| 54 | 15316.81 | 15398.29 | 200 | 81.48 |
| 55 | 15543.05 | 15602.72 | 200 | 59.67 |
| 56 | 15790.62 | 15823.04 | 100 | 32.42 |
| 57 | 15979.16 | 15999.60 | 100 | 20.44 |
| 58 | 16380.53 | 16415.45 | 100 | 34.92 |
| 59 | 16543.34 | 16558.36 | 100 | 15.02 |
| 60 | 16597.00 | 16628.81 | 100 | 31.81 |
| 61 | 16652.60 | 16696.45 | 200 | 43.85 |
| 62 | 16875.32 | 16939.17 | 200 | 63.85 |
| 63 | 17041.55 | 17071.40 | 100 | 29.85 |
| 64 | 17259.90 | 17282.79 | 200 | 22.89 |
| 65 | 17339.71 | 17377.64 | 100 | 37.93 |
| 66 | 17392.92 | 17445.02 | 100 | 52.10 |
| 67 | 17537.30 | 17559.84 | 100 | 22.54 |
| 68 | 17751.85 | 17781.27 | 100 | 29.42 |
| 69 | 17977.12 | 17991.87 | 100 | 14.75 |
| 70 | 18356.76 | 18376.54 | 100 | 19.78 |
| 71 | 18593.33 | 18648.54 | 100 | 55.21 |
| 72 | 18695.06 | 18701.55 | 100 | 6.49 |
| 73 | 18759.53 | 18768.50 | 10 | 8.97 |
| 74 | 18775.41 | 18788.39 | 10 | 12.98 |
| 75 | 18796.66 | 18804.52 | 10 | 7.86 |
| 76 | 18820.44 | 18822.73 | 10 | 2.29 |
| 77 | 18829.48 | 18851.92 | 50 | 22.44 |
| 78 | 18852.42 | 18869.57 | 80 | 17.15 |
| 79 | 18932.24 | 18947.08 | 20 | 14.84 |
| 80 | 18959.39 | 18964.30 | 20 | 4.91 |
| 81 | 19584.87 | 19589.48 | 100 | 4.61 |

Anexo D – Tablas Informe Preliminar

| Curva | Dm | | Radio (m) | Longitud (m) |
|-------|----------|----------|-----------|--------------|
| 82 | 20298.20 | 20345.34 | 70 | 47.14 |
| 83 | 21109.06 | 21148.94 | 80 | 39.88 |
| 84 | 21497.84 | 21529.28 | 80 | 31.44 |
| 85 | 21888.30 | 21916.28 | 100 | 27.98 |
| 86 | 22145.51 | 22175.15 | 100 | 29.64 |
| 87 | 22351.30 | 22394.03 | 50 | 42.73 |
| 88 | 22742.48 | 22792.32 | 80 | 49.84 |
| 89 | 22878.99 | 22904.42 | 80 | 25.43 |
| 90 | 23420.08 | 23469.75 | 300 | 49.67 |
| 91 | 23687.04 | 23745.90 | 200 | 58.86 |
| 92 | 24147.12 | 24163.82 | 80 | 16.70 |
| 93 | 24208.24 | 24235.35 | 80 | 27.11 |
| 94 | 24619.18 | 24671.76 | 400 | 52.58 |
| 94 | 24619.18 | 24671.76 | 400 | 52.58 |
| 95 | 24747.52 | 24789.53 | 100 | 42.01 |
| 96 | 24930.13 | 24949.95 | 400 | 19.82 |
| 97 | 25069.79 | 25121.66 | 400 | 51.87 |
| 98 | 25315.20 | 25339.50 | 50 | 24.30 |
| 99 | 25727.40 | 25742.61 | 50 | 15.21 |
| 100 | 25828.29 | 25847.06 | 50 | 18.77 |
| 101 | 26275.15 | 26286.65 | 100 | 11.50 |

Anexo D – Tablas Informe Preliminar

Tabla D-3 – Listado de Obras de Arte existentes

Fuente: Ghisolfo Ingeniería de Consulta S.A.

| Nº | Dm | Tipo | Estado |
|----|-------|--|----------------------------------|
| 1 | 1.290 | Tubo Corrugado D=1,0m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 2 | 1.640 | Tubo Corrugado D=1,8m | Poco oxido, regular estado |
| 3 | 1.990 | Tubo Corrugado D=1,8m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 4 | 2.250 | Tubo Corrugado D=1,0m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 5 | 2.840 | Tubo Acero D=0,4m | Poco oxido, regular estado |
| 6 | 3.680 | Tubo Corrugado D=1,0m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 7 | 4.130 | Tubo Acero D=0,4m | Poco oxido, regular estado |
| 8 | 4.220 | Tubo Acero D=0,4m | Poco oxido, regular estado |
| 9 | 4.500 | 2 Tubos Acero: D=0,4m y D=0,25m | Poco oxido, regular estado |
| 10 | 4.690 | Tubo Acero D=0,2m | Embanque 100% salida. Mal estado |
| 11 | 4.790 | Tubo Corrugado D=0,8m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 12 | 5.140 | Tubo Acero D=0,4m | Poco oxido, regular estado |
| 13 | 5.470 | Tubo Corrugado D=0,8m | Oxidado, mal estado |
| 14 | 5.700 | Tubo Acero D=0,3m | Poco oxido, regular estado |
| 15 | 5.900 | 2 Tubos: Acero D=0,4m y Corrugado D=0,6m | Buen estado |
| 16 | 6.150 | Tubo Corrugado D=0,6m | Buen estado |
| 17 | 6.510 | Tubo Corrugado D=1,0m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 18 | 6.600 | Tubo Acero D=0,4m | Poco oxido, regular estado |
| 19 | 6.750 | Tubo Corrugado D=0,8m | Muy oxidado, mal estado |
| 20 | 6.860 | 2 Tubos Acero: D=0,4m y D=0,20m | Poco oxido, regular estado |
| 21 | 7.220 | 2 Tubos: Acero D=0,2m y Corrugado D=0,6m | Buen estado |

Anexo D – Tablas Informe Preliminar

| Nº | Dm | Tipo | Estado |
|----|--------|-----------------------|---------------------------------------|
| 22 | 7.470 | Tubo Corrugado D=0,6m | Buen estado |
| 23 | 8.410 | Tubo Acero D=0,15m | Poco oxido, regular estado |
| 24 | 8.610 | Tubo Acero D=0,30m | Poco oxido, regular estado |
| 25 | 10.790 | Tubo Hormigón D=0,4m | Buen estado |
| 26 | 10.920 | Tubo Hormigón D=0,6m | Buen estado |
| 27 | 11.880 | Tubo Hormigón D=0,6m | Buen estado |
| 28 | 11.970 | Tubo Hormigón D=0,4m | Buen estado |
| 29 | 12.550 | Tubo Hormigón D=0,4m | Ducto muy superficial, regular estado |
| 30 | 12.700 | Tubo Hormigón D=0,4m | Ducto muy superficial, regular estado |
| 31 | 14.460 | Obra de madera | Mal estado |
| 32 | 14.570 | Tubo Hormigón D=0,6m | Buen estado |
| 33 | 16.330 | Tubo Acero D=0,4m | Muy oxidado, mal estado |
| 34 | 16.350 | Tubo Hormigón D=0,6m | Ducto muy superficial, mal estado |
| 35 | 20.640 | Tubo Corrugado D=1,0m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 36 | 21.780 | Tubo Acero D=0,4m | Poco oxido, regular estado |
| 37 | 21.850 | Tubo Corrugado D=1,0m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 38 | 22.330 | Tubo Corrugado D=1,0m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 39 | 22.690 | Tubo Corrugado D=1,0m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 40 | 23.820 | Tubo Corrugado D=0,8m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 41 | 24.300 | Tubo Corrugado D=0,8m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 42 | 24.520 | Tubo Acero D=0,4m | Poco oxido, regular estado |
| 43 | 25.060 | Tubo Corrugado D=1,0m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 44 | 25.150 | Tubo Corrugado D=1,0m | Oxidado, roto. Mal estado |

Anexo D – Tablas Informe Preliminar

| Nº | Dm | Tipo | Estado |
|-----------|-----------|-----------------------|---------------------------|
| 45 | 25.390 | Tubo Acero D=0,4m | Tubo roto, mal estado |
| 46 | 25.600 | Tubo Acero D=0,15m | Tubo roto, mal estado |
| 47 | 25.830 | Tubo Corrugado D=1,0m | Oxidado, roto. Mal estado |
| 48 | 26.070 | Tubo Acero D=0,4m | Tubo roto, mal estado |
| 49 | 26.500 | Tubo Corrugado D=1,0m | Oxidado, roto. Mal estado |

MEMORIA DE CÁLCULO

DISEÑO DE PAVIMENTO DE CALZADA CAMINO DE CIRCUNVALACIÓN EN ISLA MOCHA, VIII REGIÓN

Santiago, julio de 2008
Ingeniero Civil: Julio Torrejón Olmos

1.- GENERALIDADES

Este informe corresponde a la Memoria de Cálculo del diseño del pavimento del camino de circunvalación de la Isla Mocha en la VIII Región .

Anteriormente se emitieron dos documentos: “Informe Preliminar” e “Informe N° 2”. En el primero, (correspondería al N° 1), se vierten las impresiones generales de la visita a terreno efectuada en Octubre de 2007 y los análisis de los informes hidrológicos y mecánica de suelos, también preliminares, formulados por los especialistas, los que tienen incidencia directa en el diseño de los pavimentos.

En el segundo documento se han considerado las metodologías de cálculo estructural de pavimentos para condiciones de tránsito bajo, los resultados de las estimaciones del tránsito actual basado en censos efectuados en terreno, y variados antecedentes sobre soluciones no convencionales.

Finalmente, para la presente memoria se dispone de los resultados de la prospección de suelos, además de los diseños geométricos y de drenaje prácticamente definitivos.

2.- ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

2.1 Informe Preliminar (N° 1) e Informe N° 2

En estos documentos se estimaron los parámetros de entrada en base a los datos disponibles en esas fechas.

Para aplicar el método indicado en la Sección 3.604.3 “Diseño de Pavimentos Nuevos Flexibles” del Volumen 3 del Manual de Carreteras, se usaron los siguientes parámetros:

| | |
|--|--------------|
| + Tránsito | 30.000 EE |
| + Confiabilidad | 50 % |
| + CBR de subrasante | 10 % |
| + CBR del material bajo capa de rodadura | 80 % |
| + Precipitaciones | 1.000 mm/año |
| + Disponibilidad de materiales de construcción: sólo es factible usar arena y conchilla (Con restricciones). | |

En base a estos parámetros se consideraron seis grupos de estructuras, y para cada solución se estimó su factibilidad, asignándole uno de los tres grados siguientes:

Factible: Técnica y económicamente posible de aplicar.

Resultaron Factibles:

- i.- Estructura con tratamiento superficial asfáltico
 - Doble Tratamiento Superficial
 - DTS
 - Capa de base granular ($e = 0,15$ m.; $CBR \geq 80\%$);
 - La capa de base se puede reemplazar por una capa de arena-cemento o arena-cal. ($R_{c28} = 2,8$ Mpa) o por una capa de arena-asfalto (sobre 10% de asfalto).
 - Tratamiento Superficial Simple
 - TSS
 - Capa de base granular o arena-cemento o arena-asfalto (como en el DTS)
- ii.- Estructura con lechada asfáltica (slurry seal)
 - Lechada asfáltica convencional
 - Capa granular, arena-cemento, arena-cal, arena-asfalto (como en el DTS)

No Factible: No aplicable por razones técnicas, por ejemplo: materiales de construcción no disponibles en la isla o de calidad inadecuada, y/o por razones económicas debido a que los áridos sólo provendrían desde el continente con un costo de transporte muy elevado, y con muchas dificultades e incertidumbres. También otra causa negativa fue que la tecnología sea muy cara o sofisticada.

Resultaron No Factibles:

- i.- Estructuras CAPRO: Otta Seal, Cape Seal, Micro aglomerados, Capas de Mezclas Asfálticas convencionales o especiales.
- ii.- Estabilizaciones: Asfalto Espumado, Estabilizaciones con Cloruro de Sodio, Bischofita y Proes, etc.
- iii.- Pavimento de hormigón

Factibilidad dudosa e impredecible: La duda surge por la inapropiada calidad del material a usar y por el comportamiento de la solución en servicio.

Resultaron Dudosos o Impredecibles:

- i.- Imprimación Reforzada
- ii.- Estabilizaciones: Bindersol, Probase, Descobond, Permazyme, Base Seal

Finalmente, en estos informes se sugiere:

- a.- En el diseño estructural de las soluciones flexibles, usar el Método para Tratamientos Superficiales del Manual de Carreteras, Sub Sección 3.604.3.-
- b.- En el diseño estructural del pavimento con adoquines usar el método del Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón que es semejante al de MINVU.

2.2.- Prospección de Suelos

Este estudio consistió en lo siguiente:

i.- Estudio de los suelos de la plataforma del camino existente y del terreno yacente junto el eje proyectado en los sectores de trazado nuevo o en variante. Para ello se practicaron calicatas aproximadamente cada 500 m., la mayoría con una profundidad de 1,5 m., con la correspondiente toma de muestras, las que se sometieron a los ensayos convencionales para el diseño.

ii.- Estudio de fuentes de materiales de construcción para su eventual uso en la obra. Consistió en ubicar, muestrear y ensayar los empréstitos disponibles en la isla, cuya explotación sería aceptada por CONAMA.

Los antecedentes logrados en esta prospección de suelos se usarán en la definición de los parámetros del diseño.

3.- DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Por las características del tránsito se usará el método para tratamientos superficiales, descrito en el Manual de Carreteras, Volumen 3, Sub-Sección 3.604.3, el que se recomienda para tráficos menores a 750.000 EE en toda la vida útil.

3.1.- Parámetros de Entrada

Se requiere determinar:

- + Período de vida útil del pavimento;
- + Tráfico total durante la vida útil, cuantificado en ejes equivalentes (EE);
- + Resistencia mecánica del suelo de subrasante, CBR; y
- + Coeficiente de variación.

3.1.1.- Vida útil

Se eligió un período de vida útil de **20 años**, por lo siguiente:

- i.- Las condiciones en la isla para ejecutar faenas de construcción y/o conservación de caminos son extraordinariamente difíciles y onerosas.
- ii.- No existen áridos convencionales explotables en la isla. Sólo hay yacimientos de arenas de características poco adecuadas para su uso en la superestructura vial. Se une a lo anterior las fuertes restricciones para la explotación de estas fuentes que ha impuesto CONAMA, para la preservación de esta reserva natural.
- iii.- En general los áridos que se necesitan deben ser llevados desde el continente con altos costos en el yacimiento y grandes distancias de transporte multimodal (Terrestre-Marítimo) siempre muy complicado e inseguro.
- iv.- Las plantas, maquinarias y equipos deben ser suministrados desde el continente, con un alto costo de transporte, altos riesgos que generan costos adicionales en seguros y largos lapsos de detención (Lucro cesante).
- v.- Contratación del personal mediante complicados sistemas de períodos alternados de trabajo y de descanso (bajadas), con alta probabilidad de alteración de los sistemas de transporte, que siempre son dependientes del clima y otros factores.

vi.- Gran incertidumbre en la continuidad de las faenas de construcción o conservación por los frecuentes temporales de viento y lluvia que las interrumpen, además de provocar pérdidas por deterioros en las obras a medio hacer, etc.

3.1.2.- Tránsito

Los estudios de base del tránsito se realizaron de acuerdo a lo señalado en el Capítulo 2.600 del Volumen 2 del Manual de Carreteras, última versión.

El tipo de tránsito considerado fue “tránsito normal”, definido en el acápite 2.602.401 de la sección 2.602, Volumen 2 del Manual de Carreteras.

3.1.2.1 Aforo de Vehículos Usuarios. Se desarrolló un conteo de vehículos en dos lugares de la ruta para estimar el volumen de tránsito que circula actualmente. Uno se ubicó en la intersección del camino en estudio con el acceso al aeródromo (punto de control N° 1) y el otro en la intersección con el acceso al embarcadero (punto de control N° 2). Ambos situados en la parte oriental del camino de circunvalación.

En cada punto de control los registros se efectuaron según la siguiente pauta:

- i. Los vehículos se agruparon así:
 - + Autos, furgones y jeep;
 - + Camionetas (pick up);
 - + Bicicletas y motos; y
 - + Tracción animal.
- ii. Se establecieron seis (6) flujos en cada punto de control.
 - + Del norte: (11) pasa directo al sur y (12) vira al aeródromo o al embarcadero;
 - + Del sur: (31) pasa directo al norte y (32) vira al aeródromo o al embarcadero;
 - + Del aeródromo o del embarcadero: (20) vira al norte y (21) vira al sur.
- iii. Los conteos se hicieron durante 4 horas seguidas (de 10:30 a 14:30 horas) con totales parciales cada 30 minutos y los períodos de una hora, como se indican:

| Período | Horario |
|---------|--------------------------------|
| 1 | 10:30 – 11:00 11:00 – 11:30 |
| 2 | 11:30 – 12:00 12:00 – 12:30 |
| 3 | 12:30 – 13:00 13:00 – 13:30 |
| 4 | 13:30 – 14:00 14:00 – 14:30 |

De los datos recabados en los aforos y encuestas catastrales (encuestas “origen – destino” simplificadas) realizadas los días 3 y 4 de enero de 2008, se infiere lo siguiente:

- a.- El mayor usuario de la vía actual es la “Carretela con Tracción Animal”. El N° total que hay en la isla por ahora se desconoce.
- b.- Otros usuarios son los vehículos motorizados (autos, furgones, jeep, camionetas y motos), los que existen en la isla en un total de 22. El 63% de ellos fueron fabricados entre 1990 y 2008.
- c.- También se detectaron bicicletas y varios.

d.- Los costos de explotación de los usuarios son muy elevados, por ejemplo la bencina tiene un valor sobre los \$ 1.000/l.

e.- El TMDA estimado es el siguiente:

| Tramo | Motorizados | No Motorizados |
|----------------------------------|---------------|----------------|
| Desde cruce aeródromo al norte | 20 Veh. (19%) | 84 Veh. (81%) |
| Desde cruce aeródromo al sur | 5 Veh. (11%) | 39 Veh. (89%) |
| Acceso al aeródromo | 21 Veh. (17%) | 102 Veh. (83%) |
| Desde cruce embarcadero al norte | 6 Veh. (6%) | 96 Veh. (94%) |
| Desde cruce embarcadero al sur | 6 Veh. (5%) | 110 Veh. (95%) |
| Acceso al embarcadero | 6 Veh. (9%) | 62 Veh. (91%) |

3.1.2.2.- Cálculo del Tránsito de Diseño

a. Tránsito de los vehículos usuarios durante la vida en servicio.

Para determinar el parámetro representativo de este tránsito se tomará como TMDA₀ el N° de vehículos correspondiente al tramo “Dm 0,000 al norte”, es decir: **20**.

La tasa de crecimiento se estima en 3,0% anual para los 20 años de vida útil.

Así el TMDA medio será 28. Con un criterio conservador, a cada vehículo se le asigna un factor de equivalencia de 0,01 para el eje delantero y de 0,15 para el eje trasero, con lo que se obtiene: **0,16 EE/Vehículo**.

En 20 años, el tránsito usuario acumulado, en ambos sentidos, será:

$$28 \times 0,16 \times 365 \times 20 = \mathbf{32.704 \text{ EE (a)}}$$

b. Tránsito generado por la construcción y conservación de las obras:

+ Construcción: Se supone que por cada sección terminada pasarán 30 vehículos (camiones de peso mediano y maquinaria de construcción), en ambos sentidos, con 2,5 EE/Vehículo, durante 150 días. En consecuencia, el tránsito generado por la construcción de las obras será:

$$30 \times 2,5 \times 150 = \mathbf{11.250 \text{ EE (b}_1)}$$

+ Conservación: Serán 10 vehículos, 1,8 EE/Vehículo, 50 días.

$$10 \times 1,8 \times 100 = \mathbf{1.800 \text{ EE (b}_2)}$$

c. Tránsito en pista de diseño: [(a) + (b₁) + (b₂)] / 2 = 22.877 EE.

■ **Se adopta: 23.000 EE**

3.1.3. Suelos de Subrasante.

Para conocer los suelos yacentes en la traza del camino se practicaron 53 calicatas en el camino de circunvalación (Dm 0,000 – Dm 26.000,000) y 7 calicatas en los accesos.

De las muestras obtenidas, las provenientes de los estratos más desfavorables se ensayaron para clasificación, relación humedad – densidad, CBR y densidad y humedad naturales.

En los suelos más finos (MH-A3,A4,A5 • CH-A7-6 • SM-A3,A7-5), las muestras también se ensayaron para determinar los Índices de Liquidez-Consistencia (grado de dureza), el Índice de Compresibilidad (grado de compresibilidad) y el Límite de Contracción.

Para calcular el CBR de diseño, los resultados de los ensayos de laboratorio y los datos de terreno, fueron analizados relacionando la ubicación del estrato de suelo representativo de cada calicata, con la cota de la subrasante proyectada (corte o terraplén) en el mismo Dm.

De esta manera, se adoptó para cada calicata el CBR_i de entre el $CBR_{Dens. Nat.}$, $CBR_{95\% DMCS}$ y algún otro CBR definido por el Ingeniero Civil (autor) en base a la influencia de estratos superiores de mejor calidad, considerando su espesor y relación de CBR_s , o por reemplazos, o por densificación.

Así se elaboró la Tabla N° 1 (Anexo), que permitió calcular los parámetros para el diseño del pavimento que se indican:

- $CBR_{Promedio} = 11 \%$
- $CBR_{Diseño} = 7 \%$ (Calculado al percentil: 90%)
- Desviación Standard = 3,8

3.1.4.- Coeficiente de Variación

De acuerdo a lo recomendado en el Manual de Carreteras, párrafo N° 3.604.302(2), Se adopta para este parámetro el valor 25%.

- Coeficiente de Variación, "v" = 0,25

3.1.5.- Cálculo del Índice Estructural "IE"

Según la fórmula de la ec. 3.604.303.1 del Manual de Carreteras;

$$IE(mm) = 1024 v^{0,354} \left[\frac{9,56}{11,49 - \log EE} - 1 \right]; \text{ para tránsito} = 23.000 \text{ EE y "v"} = 0,25,$$

$$IE = 214 \text{ mm.}$$

3.1.6.- Cálculo del Recubrimiento Mínimo

Según el Párrafo N° 3.604.304(1), ec. 3.604.303.1 del Manual de Carreteras:

$$e_{min}(mm) = 592 - 308 \times \log(CBR); \text{ para } CBR = 7,3\% \text{ (percentil } 90\%)$$

$$e_{min} = 326 \text{ mm.}$$

3.2.- Estructuración y Comprobación.

3.2.1.- Estructura

Se adopta la siguiente estructura:

- Doble Tratamiento Superficial o Lechada Asfáltica Convencional (Ambos con asfalto modificado)
- Base Granular ($CBR \geq 100\%$) o Arena Tratada con Asfalto (Estabilidad ≥ 2.000 N) o Arena Tratada con Cemento (Resistencia a la compresión cilíndrica a 7 días $\geq 2,5$ Mpa), espesor 150 mm.
- Sub-base Granular ($CBR \geq 25\%$), espesor 180 mm. Es factible emplear arena de los empréstitos E1 y/o E3.

3.2.2.- Comprobación

• Índice Estructural: Se usarán los coeficientes estructurales de la Tabla N° 3.604.303.A del Manual de Carreteras.

+ Base $150 \times 1,394 = 209,1$
+ Sub-base $80 \times 0,075 = 6,0$
+ Subrasante $400 \times 0,100 = 40,0$

TOTAL $\overline{\hspace{1.5cm}}$ 255,1 mm. > 214 mm. OK

• Recubrimiento: $150 + 180 = 330 \text{ mm} > 326 \text{ mm}$. OK

4.- PAVIMENTO ALTERNATIVO CON ADOQUINES

Se diseña una estructura cuya capa de rodadura está constituida por adocretos según la disposición y condiciones que se determinan a continuación.

Se empleará la metodología propuesta por el Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón, (aprobada por MINVU en su publicación “Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación”).

4.1 Parámetros de Diseño

- Tránsito: para los 23.000 EE corresponde T4
- Suelo de Subrasante: CBR = 7,3%

4.2 Estructura Diseñada

- Espesor de la subbase (CBR \geq 60%): 100 mm. (Figura 6.1 del Código)
- Espesor de la capa de arena: 40 mm. (Recomendación del ICH)
- Adoquinado:

Característica y Disposición de los Adocretos:

- Tipo A (Tabla 6.2 del Código)
- Espesor mínimo del adocreto: 60 mm. (Tabla 6.3 del Código)
- Resistencia a la compresión. (Tabla 6.6 del Código)
 - + Valor promedio mínimo: 35 MPa
 - + Valor mínimo individual: 30 MPa
- Requisitos geométricos: Según numeral 6.2.4.1 del Art. N° 6.2.4. del Código
- Aparejo: “Espina de Pescado” (Tabla 6.3 del Código)

5.- SECTORES DE REEMPLAZO DEL SUELO NATURAL

La prospección efectuada denota suelos de baja calidad y compresibles. Estos se reemplazarán por material granular de la isla con CBR mínimo de 15%, compactado al 95% de la DMCS, en un espesor mínimo de 1,0 m. bajo la subrasante. Los tramos afectados son:

+ Dm 11.200,0 a Dm 12.800,0; y
+ Dm 14.200,0 a Dm 14.800,0.

Si durante la ejecución de las obras se detectan otros tramos similares, previo informe fundamentado del Laboratorio, se deberá efectuar los reemplazos en la misma forma antes indicada.

ANEXO
TABLA N° 1
DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO Y DESVIACIÓN STANDARD

| Calicata | Dm | Estrato | CBR _{95%} | CBR _{DN} | H _C -H _T | CBR _{Adopt.} | OBSERVACIONES |
|----------|--------|---------|--------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| C1 | 30 | 2 | 17,6 | 6,6 | - | 7 | CBR a la Densidad Natural |
| C2 | 500 | 2 | 10,6 | 11,8 | - 0,52 | 11 | CBR al 95% de la DMCS |
| C3 | 1.000 | 3 | 15,9 | 6,5 | +0,036 | 7 | CBR a la Densidad Natural |
| C4 | 1.500 | 2 | 15,9 | 7,1 | +0,253 | 7 | CBR a la Densidad Natural |
| C5 | 2.000 | 3 | 15,9 | 4,4 | +0,254 | 5 | CBR a la Densidad Natural mejorada |
| C6 | 2.500 | 2 | 15,9 | 7,4 | +0,599 | 8 | CBR a la Densidad Natural mejorada |
| C7 | 3.000 | 2 | 15,9 | 8,2 | +0,612 | 10 | CBR a la Densidad Natural mejorada |
| C8 | 3.500 | 2 | 30,3 | 13,1 | +0,377 | 15 | CBR a la Densidad Natural mejorada |
| C9 | 4.000 | 2 | 17,6 | 9,0 | -0,149 | 9 | CBR a la Densidad Natural |
| C10 | 4.500 | 2 | 17,6 | 8,6 | -0,482 | 12 | CBR a la Densidad Natural mejorada |
| C11 | 5.000 | 2 | 30,3 | 11,5 | -0,229 | 12 | CBR a la Densidad Natural |
| C12 | 5.500 | 2 | 17,6 | 9,1 | +0,011 | 9 | CBR a la Densidad Natural |
| C13 | 6.000 | 2 | 30,3 | 5,4 | +0,420 | 15 | CBR a la Densidad Natural compensada |
| C14 | 6.500 | 2 | 8,8 | 7,2 | +0,643 | 9 | CBR a la Densidad Natural |
| C15 | 7.000 | 3 | 8,8 | 5,3 | +0,100 | 5 | CBR a la Densidad Natural |
| C16 | 7.500 | 3 | 17,6 | 5,5 | +0,429 | 6 | CBR a la Densidad Natural |
| C17 | 8.000 | 3 | 8,8 | 6,9 | +0,075 | 7 | CBR a la Densidad Natural |
| C18 | 8.500 | 2 | 17,6 | 8,4 | -0,067 | 12 | CBR a la Densidad Natural compensada |
| C19 | 9.000 | 1 | 17,6 | 8,4 | +0,336 | 18 | CBR al 95% de la DMCS |
| C20 | 9.500 | 2 | 8,2 | 6,9 | +0,377 | 7 | CBR a la Densidad Natural |
| C21 | 10.000 | 2 | 15,9 | 9,0 | -0,458 | 16 | CBR al 95% de la DMCS |
| C22 | 10.500 | 2 | 15,9 | 3,4 | +0,646 | 6 | CBR a la Densidad Natural mejorada |
| C23 | 11.000 | 2 | 10,6 | 6,6 | +0,098 | 7 | CBR a la Densidad Natural |
| C24 | 11.500 | 3 | 8,8 | 5,4 | +0,441 | 15 | CBR del material de reemplazo |
| C25 | 12.000 | 2 | 3,5 | 3,3 | -0,761 | 15 | CBR del material de reemplazo |
| C26 | 12.150 | 1 | 5,4 | 5,7 | -13,00 | 15 | CBR del material de reemplazo |
| C27 | 12.400 | 1 | 5,4 | 6,0 | -4,047 | 15 | CBR del material de reemplazo |
| C28 | 12.600 | 2 | 8,8 | 7,4 | -3,761 | 15 | CBR del material de reemplazo |
| C29 | 13.500 | 1 | 15,9 | 7,3 | +0,140 | 16 | CBR al 95% de la DMCS |
| C30 | 14.000 | 2 | 15,9 | 8,4 | -0,354 | 16 | CBR al 95% de la DMCS |
| C31 | 14.500 | 2 | 8,2 | 7,2 | -0,954 | 10 | CBR del mat. de reemplazo modificado |
| C32 | 15.000 | 2 | 15,9 | 8,1 | +0,825 | 16 | CBR al 95% de la DMCS |
| C33 | 15.500 | 1 | 15,9 | 6,0 | -0,598 | 16 | CBR al 95% de la DMCS |
| C34 | 16.000 | 2 | 15,9 | 8,3 | -1,077 | 15 | CBR al 95% de la DMCS modificado |
| C35 | 16.500 | 3 | 15,9 | 7,8 | +0,494 | 8 | CBR a la Densidad Natural |
| C36 | 17.000 | 2 | 15,9 | 6,1 | +0,055 | 10 | CBR a la Densidad Natural mejorada |
| C37 | 17.500 | 2 | 15,9 | 7,3 | +2,155 | 7 | CBR a la Densidad Natural |
| C38 | 18.000 | 2 | 15,9 | 6,7 | +2,077 | 7 | CBR a la Densidad Natural |
| C39 | 18.500 | 2 | 15,9 | 10,4 | +2,743 | 10 | CBR a la Densidad Natural |
| C40 | 19.500 | 2 | 15,9 | 6,5 | +5,038 | 7 | CBR a la Densidad Natural |
| C41 | 20.000 | 2 | 15,9 | 8,2 | -0,518 | 10 | CBR a la Densidad Natural mejorada |
| C42 | 20.500 | 2 | 17,6 | 7,8 | +1,493 | 8 | CBR a la Densidad Natural |
| C43 | 21.000 | 2 | 15,9 | 7,8 | +0,231 | 8 | CBR a la Densidad Natural |
| C44 | 21.500 | 3 | 15,9 | 7,2 | -0,835 | 10 | CBR a la Densidad Natural mejorada |
| C45 | 22.000 | 2 | 30,3 | 23,7 | +1.182 | 24 | No se consideró en la serie |
| C46 | 22.500 | 1 | 8,8 | 6,4 | +2,217 | 9 | CBR a la Densidad Natural |
| C47 | 23.000 | 2 | 8,8 | 4,3 | -1,849 | 15 | CBR del material natural a 2.0m |
| C48 | 23.500 | 2 | 8,8 | 5,0 | -1,110 | 9 | CBR a la Densidad Natural |
| C49 | 24.000 | 1 | 15,9 | 6,0 | +1,324 | 15 | CBR a 95% de la DMCS modificado |
| C50 | 24.500 | 2 | 8,8 | 6,9 | +1,703 | 9 | CBR a la Densidad Natural |
| C51 | 25.000 | 2 | 8,2 | 6,5 | +5,072 | 15 | CBR del material de terraplén |
| C52 | 25.500 | 1 | 15,9 | 6,0 | +8,644 | 16 | CBR al 95% de la DMCS |
| C53 | 26.000 | 1 | 15,9 | 8,2 | - | 8 | CBR a la Densidad Natural |

Nota. H_C=altura de corte (-); H_T=altura de terraplén (+); en metros.

PARÁMETROS DE LOS SUELOS DE SUBRASANTE

- **CBR Promedio = 10,87%**
- **CBR Promedio Adoptado = 11%**
- **CBR de Diseño (Percentil 90%) = 7,3%**
- **Desviación Standard = 3,8**
- **Coefficiente de Variación = 0,35**